

**T.C.  
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AFAD BÜNYESİNDE KURULU OLAN DEPREM  
İSTASYONU VERİLERİ KULLANILARAK ANADOLU  
PLAKASI YÜZEY DALGASI GRUP HIZI ÇALIŞMASI**

**Tezi Hazırlayan  
Fatih ALVER**

**Tez Danışmanı  
Doç. Dr. Özcan ÇAKIR**

**Jeofizik Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi**

**Ekim 2014  
NEVŞEHİR**

Doç. Dr. Özcan ÇAKIR danışmanlığında **Fatih ALVER** tarafından hazırlanan " **Afad Bünyesinde Kurulu Olan Deprem İstasyonu Verileri Kullanılarak Anadolu Plakası Yüze Dalgası Grup Hızı Çalışması**" başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.


13/10/2014

### JÜRİ

Başkan : Doç. Dr. Özcan ÇAKIR



Üye : Yrd. Doç. Dr. Yusuf Arif KUTLU



Üye : Doç. Dr. Ziya Sedat ÇETİNER



### ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 13.11.2014 tarih ve 2014/43-04 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



14/11/2014

## TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Fatih ALVER

## TEŐEKKÖR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince tüm bilgilerimi benimle paylaşmaktan kaçınmayan, her türlü konuda desteğini benden esirgemeyen ve tezimde büyük emeği olan sayın hocam Doç. Dr. Özcan ÇAKIR'a, derslerde ve kullandığımız bilgisayar programlarında değerli desteklerini esirgemeyen sayın hocam Doç. Dr. Murat ERDURAN'a, maddi ve manevi olarak her zaman desteklerini hissettiren değerli AİLEME, değerli mesai arkadaşım Ömer KILIÇARSLAN' a, teknik ve idari yardımlarından dolayı Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne teşekkür ederim.

**AFAD BÜNYESİNDE KURULU OLAN DEPREM İSTASYONU VERİLERİ  
KULLANILARAK ANADOLU PLAKASI YÜZEY DALGASI GRUP HIZI  
ÇALIŞMASI  
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Fatih ALVER**

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EKİM 2014**

**ÖZET**

Bu çalışmada Anadolu ve çevresinin kabuk ve üst manto yapısını belirlemek amacıyla, magnitüdüleri (büyüklük) 5.0-6.7 ve odak derinlikleri 5.00 - 29.00 km arasında değişen 15 adet depremin Rayleigh dalgaları grup hızı eğrilerinin ters çözümü yapılarak, kaynak - istasyon arasındaki S-dalgası hız yapısı incelenmiştir. Grup hızları ardışık süzgeç tekniği kullanılarak hesaplanmış ve dispersiyon eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S-dalgası hız modelleri hazırlanmıştır. Daha sonra aynı bölgedeki farklı istasyonların S dalgası hız modelleri karşılaştırılarak S dalga hız yapısı belirlenmiştir. Çalışma alanı, kullanılan depremlerin episantrlarının dağılımına ve istasyonların konumuna göre A, B, C, D, E, F, G, H, K olarak 9 ayrı şekilde gruplanmıştır. Çalışmada kullanılan depremler tüm Anadoluyu örnekleyen depremlerden oluşacak şekilde seçilmiştir.

Yapılan ters çözümler sonucunda ortalama üst-manto S dalgası hızı ve kabuk kalınlığı: Anadolu'nun Güneybatı – Kuzeydoğu doğrultusu için 4.30 km/sn ve 35±10 km, Doğudan Orta Anadoluya doğru 4.25 km/sn ve 35±10 km, Batıdan Orta Anadoluya doğru 4.55 km/sn ve 45±10 km, Ege bölgesinin kıyı kesimleri için 4.55 km/sn ve 45±10 km, Ege bölgesinin iç kesimleri için 4.60 km/sn ve 40±10 km, Karadeniz bölgesi için 4.20 km/sn ve 35±10 km, Güneydoğu-Orta Anadolu doğrultusunda 4.10 km/sn ve 45±10 km, Akdenizin doğusundan Doğu Anadoluya 4.60 km/sn ve 40±10 km, Doğu Anadoludan-Orta Akdenize 4.20 km/sn ve 35±10 km, Batı Akdenizden-Orta Karadenize 4.60 km/sn ve 45±10 km hesaplanmıştır.

**Anahtar kelimeler: Anadolu, Grup Hızı, Kabuk Yapısı, S dalga Hızı, Yüzey Dalgaları**  
**Tez Danışman: Doç. Dr. Özcan ÇAKIR**  
**Sayfa Adeti: 144**

**SURFACE WAVE GROUP VELOCITY STUDY OF ANATOLIAN PLATE  
USING EARTHQUAKE STATION DATA OF DISASTER AND EMERGENCY  
MANAGEMENT PRESIDENCY OF TURKEY (AFAD)  
(M. Sc. Thesis)**

**Fatih ALVER**

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

**SEPTEMBER 2014**

**ABSTRACT**

In this study, S-wave velocity structure between source and station is investigated by carrying out inverse solution of Rayleigh waves group velocity curves of 15 earthquakes with magnitudes between 5.0 and 6.7 and focal depths in the range 5.0-29.0 km in order to determine the crust and upper mantle structure of Anatolia. Group velocity dispersion curves are calculated by multi filter technique and S-wave velocity models are obtained from inverse solution of dispersion curves. Then, S-wave velocity structure is determined by comparing S-wave velocity models of different stations in the same region. The study area is grouped as A, B, C, D, E, F, G, H, K according to the distribution of earthquake epicenters and locations of stations. Earthquakes used in this study are selected from earthquakes that can model the Anatolian plate.

As a result of inverse solutions, *average* upper-mantle S-wave velocity and crustal depth are calculated as follows: 4.30 km/sec and 35±10 km for Southwest-Northeast direction of Anatolia, 4.25 km/sec and 35±10 km from East to Central Anatolia, 4.55 km/sec and 45±10 km from West to Central Anatolia, 4.55 km/sec and 45±10 km for coastline of Aegean region, 4.60 km/sec and 40±10 km for the inner parts of Aegean region, 4.20 km/sec and 35±10 km for the Black Sea Region, 4.10 km/sec and 45±10 km from Southeast-Central Anatolia direction, 4.60 km/sec and 40±10 km from East of Mediterranean to East Anatolia, 4.20 km/sec and 35±10 km from East Anatolia to Central Mediterranean, 4.60 km/sec and 45±10 km from West Mediterranean to Central Black Sea.

***Keywords:* Anatolia, crust structure, group velocity, S wave velocity, surface waves**

**Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Özcan ÇAKIR**

**Number of Pages: 144**

## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI .....	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
TABLOLAR LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	x
HARİTALAR LİSTESİ .....	xv
SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xvi
1. BÖLÜM	
GİRİŞ .....	1
2. BÖLÜM	
GENEL BİLGİLER .....	3
2.1. Türkiye'nin Jeolojik Özellikleri .....	3
2.2. Türkiye'nin Tektonik Özellikleri .....	5
2.3. Türkiye'nin Sismolojik Özellikleri .....	7
2.4. Türkiye'nin Kabuk Yapısı ile İlgili Çalışmalar.....	15
2.5. Yüzeysel Dalgaları .....	19
2.5.1. Dispersiyon, grup hızı ve faz hızı .....	20
2.5.2. Rayleigh dalgaları ve yayılım özellikleri .....	23
2.5.3. Love dalgaları ve yayılım özellikleri .....	28
2.5.4. Yüzeysel dalgalarının yayılımında okyanusal ve kıtasal kabuğun etkisi .....	32

### 3. BÖLÜM

MATERYAL ve YÖNTEMLER .....	34
3.1. Veri Seti Hazırlama.....	35
3.2. Tek İstasyonda Grup Hızlarının Belirlenmesi .....	37
3.2.1. Ardışık süzgeç tekniği .....	40
3.3. Yüzey Dalgalarının Grup Hızlarının Ters Çözümü .....	46
3.3.1. Ters Çözüm .....	46
3.3.2. Doğrusal ters çözüm.....	47
3.3.3. Ayırıklaştırma ve ayırık verilerin doğrusal ters çözümü.....	48
3.3.4. Enküçük kareler yöntemi ile doğrusal çözüm.....	50

### 4. BÖLÜM

BULGULAR .....	52
4.1. Çalışmada Kullanılan Depremlere Ait Bilgiler.....	53
4.2. Yapılan İşlemler .....	56
4.2.1. A Grubu depremlerin çözümü.....	56
4.2.2. B Grubu depremlerin çözümü.....	63
4.2.3. C Grubu depremlerin çözümü .....	70
4.2.4. D Grubu depremlerin çözümü.....	77
4.2.5. E Grubu depremin çözümü. ....	84
4.2.6. F Grubu depremin çözümü.....	88
4.2.7. G Grubu depremin çözümü.....	92
4.2.8. H Grubu depremlerin çözümü.....	96
4.2.9. K Grubu depremlerin çözümü.....	103



## 5. BÖLÜM

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	111
KAYNAKLAR .....	118
EKLER.....	127
EK-1 S DALGASI HIZ MODELİ PROGRAM ÇIKTILARI .....	128
EK-2 KULANILAN İSTASYONLARIN LOKASYON BİLGİLERİ .....	143
ÖZGEÇMİŞ .....	144

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. 1900-2014 yılları arasında Türkiye ve çevresinde meydana gelen yıkıcı depremler ( $M \geq 6$ ). .....	13
Tablo 4.1. Çalışmada kullanılan depremlere ait kaynak parametreleri. ....	54
Tablo 4.2. A Grubu depremlere ait parametreler.....	56
Tablo 4.3. B Grubu depremlere ait parametreler.....	64
Tablo 4.4. C Grubu depremlere ait parametreler.....	71
Tablo 4.5. D Grubu depremlere ait parametreler.....	78
Tablo 4.6. E Grubu depremlere ait parametreler. ....	85
Tablo 4.7. F Grubu depremlere ait parametreler. ....	89
Tablo 4.8. G Grubu depremlere ait parametreler.....	93
Tablo 4.9. H Grubu depremlere ait parametreler.....	97
Tablo 4.10. K Grubu depremlere ait parametreler.....	104

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Dispersiyon olayı[9].....	21
Şekil 2.2.	Grup ve faz hızı .....	22
Şekil 2.3.	Rayleigh dalgasının tanecik hareketi.....	24
Şekil 2.4.	Love ve Rayleigh dalgalarının yayılım doğrultuları.....	28
Şekil 2.5.	Love dalgası tanecik hareketi.....	29
Şekil 2.6.	Üç bileşenli bir deprem kaydında dalgaların geliş sıraları.....	29
Şekil 2.7.	Basit iki tabakalı yer altı modeli.....	30
Şekil 2.8.	Okyanusal ve kıtasal yörüngelerde ana mod Love ve Rayleigh dalgaları'nın dispersiyon eğrilerinin değişimi[87].....	33
Şekil 3.1.	Üç-istasyon açılımının geometrisi[101].....	35
Şekil 3.2.	Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, Deprem Dairesi, Ulusal Sismolojik Gözlem Ağı.....	36
Şekil 3.3.	Doruk numarası-varış zamanı eğrisinden grup hızlarının hesaplanması.....	39
Şekil 3.4.	Ardışık süzgeç yönteminin akış çizelgesi [106].....	43
Şekil 3.5.	Çalışmada kullanılan yüzey dalgalarına uygulanan veri-işlem aşamalarını gösteren akış diyagramı.....	45
Şekil 3.6.	Genel olarak ters çözüm problemi[102].....	46
Şekil 4.1.	Çalışmada kullanılan istasyonlar ile depremlerin lokasyonları ve ışın yolu gösterimi. Kırmızı üçgenler istasyonları gösterirken sarı yıldızlar depremleri göstermektedir.....	55
Şekil 4.2.	I ve II (A Grubu) numaralı depremler için kullanılan istasyonlar ile depremlerin lokasyonu ve ışın yolu gösterimi.....	57
Şekil 4.3.	a) DBAD, b) DBOC, c) DDEM, d) DAGI istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları.....	58
Şekil 4.4.	a) DBAD, b) DBOC, c) DDEM, d) DAGI istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerinin karşılaştırılması.....	59
Şekil 4.5.	DBAD, DBOC, DDEM, DAGI istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....	60
Şekil 4.6.	a) DBAD, b) DBOC, c) DDEM, d) DAGI istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(II Numaralı Deprem).....	61
Şekil 4.7.	a) DBAD, b) DBOC, c) DDEM, d) DAGI istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(II numaralı deprem).....	62

Şekil 4.8.	DBAD, DBOC, DDEM, DAGI istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi (II numaralı deprem).....63
Şekil 4.9.	I ve II (B Grubu) numaralı depremler için kullanılan istasyonlar ile depremlerin lokasyonu ve ışın yolu gösterimi.....64
Şekil 4.10.	a) KDHN, b) KMER, c) KKUL, d) KONT istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları.65
Şekil 4.11.	a) KDHN, b) KMER, c) KKUL, d) KONT istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması.....66
Şekil 4.12.	KDHN, KMER, KKUL, KONT istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....67
Şekil 4.13.	a) KDHN, b) KMER, c) KKUL, d) KONT istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(II numaralı deprem).....68
Şekil 4.14.	a) KDHN, b) KMER, c) KKUL, d) KONT istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması.(I numaralı deprem).....69
Şekil 4.15.	KDHN, KMER, KKUL, KONT istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....70
Şekil 4.16.	I ve II (C Grubu) numaralı depremler için kullanılan istasyonlar ile depremlerin lokasyonu ve ışın yolu gösterimi.....71
Şekil 4.17.	a) KOPT, b) EUZM, c) KELT istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(I numaralı deprem).....72
Şekil 4.18.	a) KOPT, b) EUZM, c) KELT istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(I numaralı deprem).....73
Şekil 4.19.	KOPT, EUZM, KELT istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....74
Şekil 4.20.	a) KOPT, b) EUZM, c) KELT istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(II numaralı deprem).....75
Şekil 4.21.	a) KOPT, b) EUZM, c) KELT istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(II numaralı deprem).....76
Şekil 4.22.	KOPT, EUZM, KELT istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....77

Şekil 4.23.	I ve II (D Grubu) numaralı depremler için kullanılan istasyonlar ile depremlerin lokasyonu ve ışın yolu gösterimi.....	78
Şekil 4.24.	a) KLC, b) ELBA, c) SART d) GBZ istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(I numaralı deprem).....	79
Şekil 4.25.	a) KLC, b) ELBA, c) SART ve d) GBZ istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(I numaralı deprem).....	80
Şekil 4.26.	KLC, ELBA, SART ve GBZ istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....	81
Şekil 4.27.	a) KLC, b) ESK, c) GBZ istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(II numaralı deprem).....	82
Şekil 4.28.	a) KLC, b) ESK, ve c) GBZ istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(II numaralı deprem).....	83
Şekil 4.29.	KLC, ESK, ve GBZ istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....	84
Şekil 4.30.	I (E Grubu) numaralı deprem için kullanılan istasyonlar ile depremin lokasyonu ve ışın yolu gösterimi.....	85
Şekil 4.31.	a) DDEM, b) DBOC, c) DAGI, d)MACK istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(I numaralı deprem).....	86
Şekil 4.32.	a) DDEM, b) DBOC, c) DAGI, d)MACK istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(I numaralı deprem).....	87
Şekil 4.33.	DDEM, DBOC, DAGI, MACK istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....	88
Şekil 4.34.	I (F Grubu) numaralı deprem için kullanılan istasyonlar ile depremin lokasyonu ve ışın yolu gösterimi.....	89
Şekil 4.35.	a) ODTU, b) BBAL, c) CDAG istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(I numaralı deprem).....	90
Şekil 4.36.	a) ODTU, b) BBAL, c) CDAG istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(I numaralı deprem).....	91
Şekil 4.37.	ODTU, BBAL, CDAG istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....	92

Şekil 4.38.	I (G Grubu) numaralı deprem için kullanılan istasyonlar ile depremin lokasyonu ve ışın yolu gösterimi.....93
Şekil 4.39.	a) TUTA, b) EKAR, c) DYDN istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(I numaralı deprem).....94
Şekil 4.40.	a) TUTA, b) EKAR ve c) DYDN istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması.(I numaralı deprem).....95
Şekil 4.41.	TUTA, EKAR, DYDN istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi .....96
Şekil 4.42.	I ve II (H Grubu) numaralı depremler için kullanılan istasyonlar ile depremlerin lokasyonu ve ışın yolu gösterimi.....97
Şekil 4.43.	a) ERMK, b) GAZI istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(I numaralı deprem).....98
Şekil 4.44.	a) ERMK ve b) GAZI istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(I numaralı deprem).....99
Şekil 4.45.	ERMK ve GAZI istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....100
Şekil 4.46.	a) ERMK, b)KORT c)GAZI istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(II numaralı deprem).....101
Şekil 4.47.	a) ERMK, b) KORT ve c) GAZI istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(II numaralı deprem).....102
Şekil 4.48.	ERMK, KORT ve GAZI istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....103
Şekil 4.49.	I ve II (K Grubu) numaralı depremler için kullanılan istasyonlar ile depremlerin lokasyonu ve ışın yolu gösterimi.....104
Şekil 4.50.	a) HAVZ, b)SAMS c)ILGA istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(I numaralı deprem).....105
Şekil 4.51.	a) HAVZ, b) SAMS ve c) ILGA istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(I numaralı deprem).....106
Şekil 4.52.	HAVZ, SAMS ve ILGA istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....107

Şekil 4.53.	a) HAVZ, b)SAMS c)ILGA istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(I numaralı deprem).....	108
Şekil 4.54.	a) HAVZ, b) SAMS ve c) ILGA istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(II numaralı deprem).....	109
Şekil 4.55.	HAVZ, SAMS ve ILGA istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....	110
Şekil 5.1.	A grubu I ve II numaralı depremlerin ortak çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....	111
Şekil 5.2.	B grubu I ve II numaralı depremlerin ortak çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....	112
Şekil 5.3.	C grubu I ve II numaralı depremlerin ortak çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....	112
Şekil 5.4.	D grubu I numaralı depremin çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....	113
Şekil 5.5	D grubu II numaralı depremin çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....	114
Şekil 5.6.	E grubu I numaralı depremin çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....	114
Şekil 5.7.	F grubu I numaralı depremin çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....	115
Şekil 5.8.	G grubu I numaralı depremin çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....	116
Şekil 5.9.	H grubu I ve II numaralı depremlerin ortak çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....	116
Şekil 5.10.	K grubu I ve II numaralı depremlerin ortak çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.....	117

## HARİTALAR LİSTESİ

Harita 2.1. Türkiye'nin yapısal birimlerini ve kenet sınırlarını gösteren harita[20] ....	3
Harita 2.2. Türkiye'nin levha tektoniği haritası[33] .....	6
Harita 2.3. Anadolu'da GPS hız vektörlerini gösteren harita[34] .....	7
Harita 2.4. Yenilenmiş Türkiye Diri Fay Haritası 2012[43].....	8
Harita 2.5. 1900'den bugüne kadar Türkiye ve yakın çevresinde meydana gelen $M \geq 5$ olan depremlerin dağılımı[36].....	12



## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

$\omega$	Açısal frekans (Hz)
$C$	Faz Hızı(km/sn)
$U$	Grup Hızı(km/sn)
$k(\omega)$	Dalga Sayısı
$\lambda$	Dalga boyu (km)
$f$	Frekans(Hz)
$T$	Periyot (sn)
$\sigma$	Poisson oranı
$\phi$	Alet etkisi
$\Phi_H$	Sinyalin fazı
$\mu$	Rijitlik
$\phi, \psi$	Yerdeğiştirme potansiyelleri
$\tau_{xz}$	Kayma gerilmesi
$\sigma_{zz}$	Normal gerilme
$\alpha$	P dalgası hızı (km/sn)
$\beta$	S dalgası hızı (km/sn)
$C_R$	Rayleigh dalgası hızı
$\phi_o(\omega)$	Gözlemlenen faz
$\phi_s(\omega)$	Kaynak fazı
$\phi_p(\omega)$	Aletin (alıcının) fazı
$\phi_i(\omega)$	Yayıma fazı
$M$	Magnitüt
$DAF$	Doğu Anadolu Fayı
$EÇS$	Ege Çöküntü Sistemi

<b>KAF</b>	Kuzey Anadolu Fayı
<b>KKD</b>	Kuzey Kuzey Doğu
<b>GGB</b>	Güney Güney Batı
<b>ÖDF</b>	Ölü Deniz Fayı
<b>AFAD</b>	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
<b>TDVM</b>	Türkiye Deprem Veri Merkezi

# 1. BÖLÜM

## GİRİŞ

Yerkabuğu ile ilgili bildiklerimizin büyük bir kısmının kaynağı olan sismoloji, yer bilimlerinin ve jeofiziğin önemli bir dalıdır. Yer içi araştırmalarında etkin bir yöntem olan sismoloji, yerküre içinde seyahat ederken yansiyarak veya kırınımına uğrayarak yeryüzüne varan elastik dalgaların ölçülmesidir. Yerin sismik dalgalara karşı geçirgen olması nedeniyle seyahat zamanları, kırılmalar, yansımalar ve serbest salınımlar yerin yapısı hakkında diğer tüm yöntemlerden daha fazla bilgi sahibi olmamızı sağlamıştır [87].

Elastik yüzey dalgaları yerkürenin serbest yüzeyi boyunca ilerleyen dalgalarıdır. Bu dalgaların başlıcaları Love ve Rayleigh dalgalarıdır. Rayleigh (1885) bu dalgaların varlığını, elastik yarı düzlemde düzlem dalgalarını matematiksel olarak modellediğinde bulmuştur. Love (1911) yüzey tabakası etkisini araştırmış ve daha sonra kendi adıyla anılan diğer önemli yüzey dalgasını keşfetmiştir [87]. Yüzey dalgalarının en önemli özelliği dispersiyon göstermeleridir. Her iki dalga türü de dispersiyon gösterirler ve bu dalgaların dispersiyon özelliklerinden yararlanarak yerin iç yapısı hakkında önemli bilgiler elde edilmiştir.

Yüzey dalgası dispersiyon eğrilerinin ters çözümlenmesiyle ilgili yapılan çalışmalarda başlangıçta basit kabuk modelleri kullanılmaktaydı [89]. Brune ve Dorman, iki-istasyon yöntemiyle faz hızlarını hesaplayarak Kanada Kalkanındaki üst manto yapısı için bir çalışma yapmışlardır [94]. Knopoff, farklı jeolojik yapılar için 160 sn den daha uzun periyodlu Rayleigh dalgası faz hızını inceleyerek kalkanlar, sismik olarak aktif olmayan kıtasal platformlar, okyanus havzaları ve dağ kuşakları gibi yapıları incelemiştir [95].

Yüzey dalgası veri analizi, bölgenin ortalama kesme hızı ( S dalgası hızı ) yapısını belirlemek, kabuk ve üst manto ile ilgili bilgi elde etmek için çok önemli bir araçtır. Farklı periyodlardaki yüzey dalgaları farklı hızlarda seyahat ettiğinden yüzey dalgalarının derinliğe bağlı yer değiştirmeleri hız yapısına ait önemli bilgiler verir [65]. Yüzey dalgası çalışmalarında, periyodun veya frekansın fonksiyonu olarak grup hızı,

faz hızı ve soğurma katsayılarının belirlenmesine çalışılır. Bu parametreler, kabuk ve üst manto yapısının, deprem kaynak mekanizmaları ve yerküre'nin elastik ve anelastik özelliklerinin incelenmesi için önemli bir veri grubu oluştururlar. Bunların belirlenmesinde tek istasyon, iki istasyon, üç veya çok istasyon yöntemlerinden biri veya birkaçı kullanılabilir [34].

Bu çalışmada tüm Türkiye için kabuk ve üst-manto yapısı incelenmiştir. Bu amaçla, Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı (AFAD)'da bağlı Türkiye Deprem Veri Merkezi(TDVM), Ulusal Sismolojik Gözlem Ağı'nda kaydedilen, Türkiye ve yakın çevresinde meydana gelmiş, büyüklüğü 5 ile 6.7 arasında değişen depremlerin çözümü yapılmıştır. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı (AFAD), Deprem Dairesi Ulusal Sismolojik Gözlem Ağında güncel olarak, Türkiye çapında homojen olarak dağılmış 200 adet geniş band deprem istasyonu bulunmaktadır.

Çalışmanın ilk aşamasında, temel mod Rayleigh dalgaları seçilerek, bu dalgalar için grup hızı dispersiyon eğrileri periyoda bağlı olarak hesaplanmıştır. Grup hızı dispersiyon eğrilerinin belirlenmesinde tek istasyon yöntemi kullanılmıştır. Depremlerden alet etkisi giderildikten sonra ardışık süzgeç tekniği kullanılarak gözlemsel grup hızı eğrileri elde edilmiştir. Gözlemsel grup hızı eğrileri elde edildikten sonra bu eğrilerin ters çözümü yapılarak, bu eğriyi veren yer yapısı belirlenmeye çalışılmıştır.

Sonuç olarak, gözlemsel dispersiyon eğrisi ile modelden hesaplanan dispersiyon eğrisi karşılaştırılarak bir uyum olup olmadığını kontrol edilmiştir. Bu çerçevede temel mod Rayleigh dalgası grup hızlarının ters çözümlemesi yapılarak, Anadolu için kabuk ve üst-manto kalınlığı ve S dalgası hızı yapısı belirlenmeye çalışılmıştır.



Trakya Havzası istif uyumsuzlukla gelir [7-9]. Istranca Zonu doğuda, doğrultu atımlı bir tektonik dokanakla İstanbul Zonu'ndan ayrılmaktadır [6].

İstanbul-Zonguldak Zonu tabanında Prekambriyen yaşlı gnays, metagranit ve amfibolitten oluşan Pan-Afrikan temel kayaçları bulunmaktadır. Bu temel üzerinde metamorfizmadan etkilenmemiş Ordovisiyen- Karbonifer yaşlı kırıntılı ve karbonattan oluşan sedimanter istif yer almaktadır [10-11]. Triyas yaşlı kırıntılı ve karbonatlı kayaçlar alttaki istif uyumsuzlukla örtmektedir [4,12]. Geç Kretase - Eosen yaşlı volkano-klastik ve karbonatlar, İstanbul - Zonguldak Zonu'nun örtü kayaçlarını oluşturmaktadır [13-14].

İstanbul-Zonguldak Zonu'nu, İç Pontid Kenedi güneydeki Sakarya Zonu'ndan ayırmaktadır [4]. İç Pontid Kenedi güneyinde, Biga Yarımadası'ndan Doğu Karadeniz'e kadar uzanan, kıtasal kayaç topluluğu Sakarya Zonu'nu oluşturmaktadır. Sakarya Zonu'nun temelindeki gnays, mermer ve metaperidotitlerden oluşan metamorfik masifler (Kazdağ, Uludağ ve Pulur masifleri) Hersinyen orojenezinden etkilenmiştir. Bu masifleri tektonik dokanakla örten, düşük dereceli metamorfizmadan etkilenmiş ve yoğun deformasyona uğramış, içerisinde kireçtaşı blokları bulunduran Geç Paleozoyik-Triyas yaşlı volkano-sedimanter kayaç toplulukları (Karakaya Kompleksi) yer almaktadır [15-17].

Türkiye'nin güneyinde doğu-batı yönlü uzanan Anatolid-Torid Bloğu'nun geneli metamorfik komplekslerden oluşur. Senoniyen ofiyolitler ve yığışım karmaşığı bu blok üzerinde yer alır. Anatolid-Torid bloğunun kuzey kenarı okyanus bindirmesi altında 50 km derinliklerde yüksek basınç/düşük sıcaklık metamorfizması geçirmiştir. Bu blok kendi içerisinde üç bölgesel metamorfik kompleksler ile tanımlar. Bunlar Tavşanlı Zonu, Afyon zonu ve Menderes Masifi'dir. Ayrıca Menderes Masifi ile İzmir – Ankara süturu arasına Bornava Filiş Zonu yer alır [6].

Türkiye'nin merkezinde bulunan Kırşehir Masifi metamorfik ve büyük kütleli granitik kayaçlardan oluşmaktadır. Bölgedeki en önemli jeolojik unsur, Afrika levhasının kuzeyindeki okyanusal dalım nedeniyle oluşan geniş ölçekli volkanizmalardır [18].

İzmir-Ankara-Erzincan sturlarındaki dalma ve çarpışma ile ilişkili olarak Kırşehir Masifi'nde bölgesel metamorfizma ve granitik mağmatizma gözlenir [6].

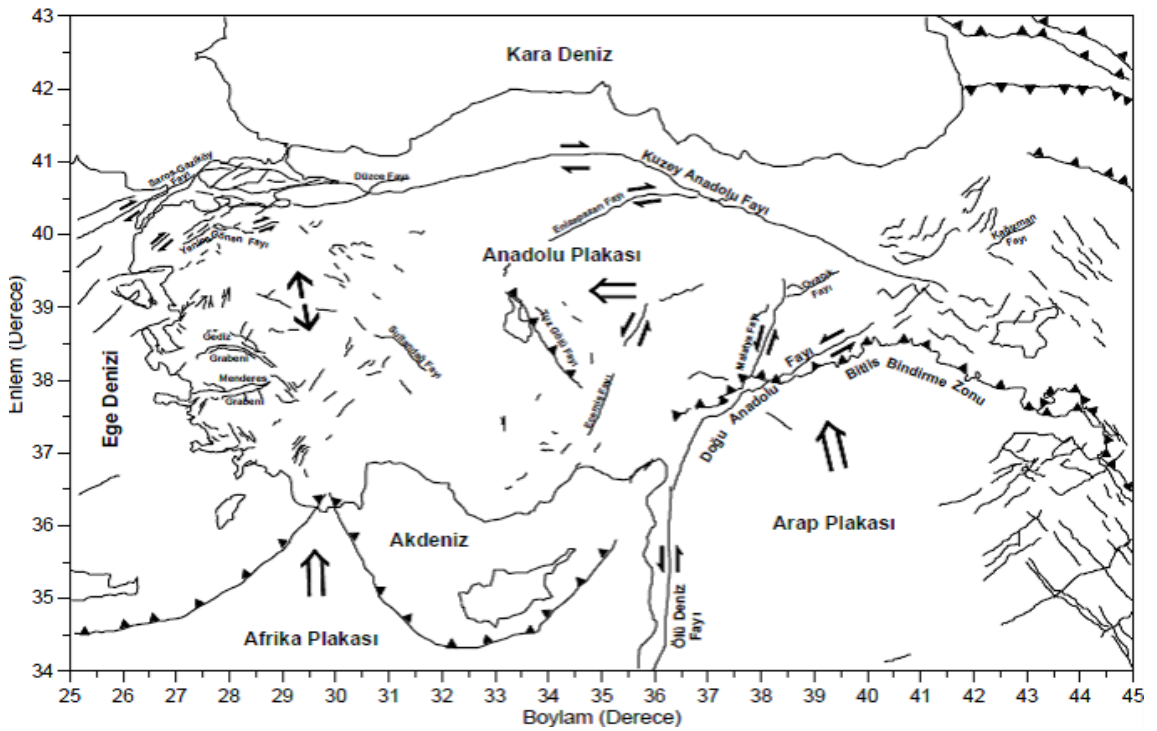
Türkiye'nin güney doğusunda bulunan Arap levhası gösterdiği paleozoik stratigrafisiyle Anatolid-Torid bloğuna benzer. Bu bölge erken Kambriyen'den orta Miyosen zamanına kadar biriken denizel sedimanter istiflerden oluşur. Orta-geç Miyosen dönemlerinde Arap levhasının kuzeyi, Avrasya levhasının güney ucu ile çarpışarak Bitlis bindirme kuşağını oluşturmuştur [19].

## **2.2. Türkiye'nin Tektonik zellikleri**

Türkiye dünyanın en aktif zonlarından birisi olan Alp-Himalaya deprem kuşağında yer almaktadır. Genel olarak, Doğu Akdeniz'in tektonik yapısı, Afrika ve Arabistan Levhaları ile Avrasya Levhasının arpışması sonucunda şekillenmektedir. Türkiye'de genç tektonik (neotektonik) dönem 11 milyon yıl önce Arap Yarımadası'nın Anadolu'ya çarpması ile başlamıştır. Bu arpışma, Türkiye de çok çeşitli tektonik oluşumlara da neden olmaktadır. nce Doğu Anadolu ve daha sonra da Anadolu'nun tümü sıkışıp yükselmiş, bunun sonucunda Anadolu, batıya doğru hareket etmeye başlamıştır. Anadolu'nun batıya hareketi sağ yanal atımlı Kuzey Anadolu ve sol yanal atımlı Doğu Anadolu Fayları boyunca gerçekleşmiştir. Batıya doğru hareket eden ve Sina Yarımadası'ndaki bir kutba göre güneybatıya doğru saat ibresinin tersi yönünde dönen Anadolu; burada hem rahat bir ortam bulması hem de Akdeniz'deki Hellenik dalma batma zonunun etkisi ile gerilmeye uğramış ve böylece Batı Anadolu'da bir horst graben yapısı oluşmuştur [21].

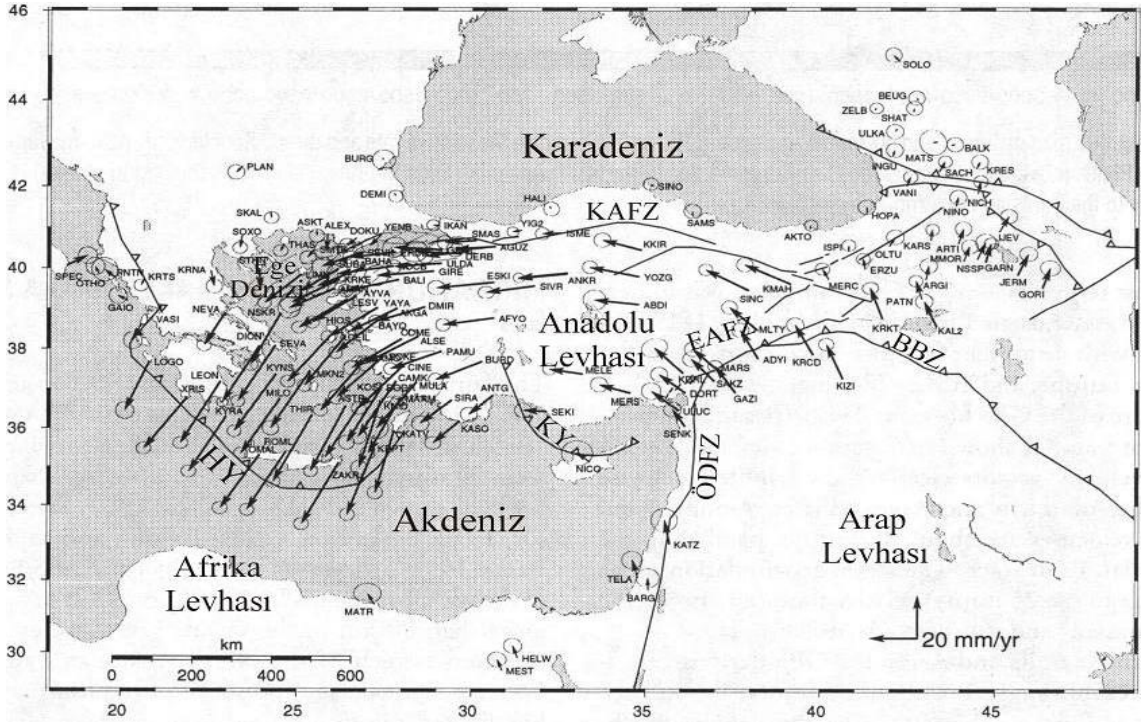
şaroğlu ve Güner [22], Orta-Miyosen'de başladığı söylenen sıkıştırma sonucu, Doğu Anadolu da D-B doğrultulu ya da güneye eğimli yüksek açılı bindirmeler, eksenleri D-B doğrultulu kıvrımlar, KD-GB doğrultulu sol yönlü doğrultu atımlı faylar, KB-GD doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı faylar, K-G doğrultulu açılma çatlakları ve bu çatlaklardan çıkan yaygın volkanitlerin oluştuğu belirtilmiştir. Bununla birlikte tüm neotektonik olaylar ve volkanizmanın Doğu Anadolu'nun yaklaşık K-G doğrultusunda daralmasına ve kabuk kalınlaşmasına neden olduğu belirtilmiştir.

Arap levhasının kuzeye doğru Afrika levhasından hızlı hareket etmesi nedeniyle Anadolu bloğunun batıya doğru saat yönünün tersi yönünde dönerek ilerlemesi sonucunda KAF ve DAF zonları oluşmuştur [23]. Yakın zamanda Anadolu'nun çeşitli kesimlerinden yapılan GPS (Küresel Pozisyon Sistemi) ölçümlerine göre Arap yarımadası her yıl  $18 \pm 2$  mm kuzeybatıya doğru ilerlemektedir. Anadolu Kuzey Anadolu fayı boyunca yılda  $24 \pm 2$  mm, Doğu Anadolu fayı boyunca yılda  $9 \pm 2$  mm batıya hareket etmektedir. GPS ölçümleri Batı Anadolu'nun ise yılda  $30 \pm 1$  mm güneybatıya hareket ettiğini işaret etmektedir [24-26]. Türkiye'nin batısı ise, Ege Denizi'ne doğru KKD-GGB yönlü çekme etkisi altındadır. Bu nedenle bölgede D-B uzanımlı normal faylarla sınırlanmış bir çok horst ve graben sistemleri gözlenmektedir [27-30]. Ege bölgesindeki düşük hızlı ( $< 2$  mm/yıl) levha hareketi bölgede içsel deformasyonlara neden olmaktadır. Ege Denizi içerisinde levha hareketinin hızı Helenik Yay'a doğru gidildikçe GB yönlü olarak artarak Avrasya levhasına göre 30-40 mm/yıl'a ulaşmaktadır [25].



Harita 2.2. Türkiye'nin levha tektoniği haritası [33].





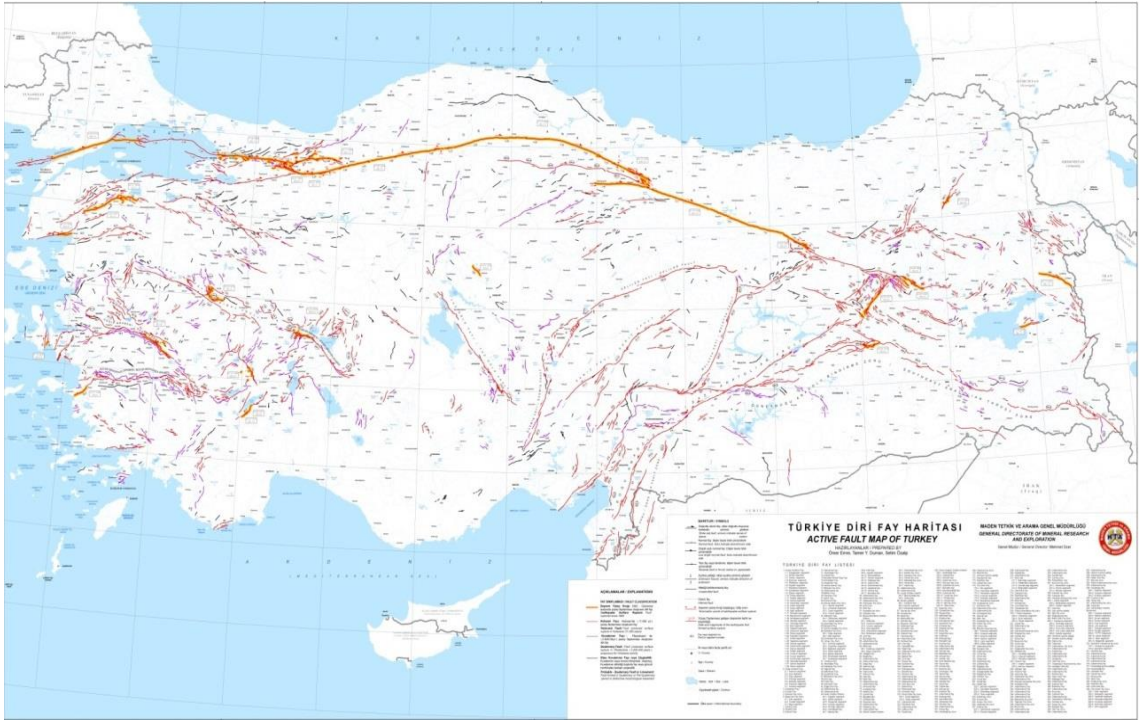
Harita 2.3. Anadolu’da GPS hız vektörlerini gösteren harita [34].

Levha hareketlerine bağlı olarak Türkiye dört farklı neotektonik bölgeye ayrılmaktadır. Bu neotektonik sistemler Doğu Anadolu’daki daralma bölgesi, Kuzey Anadolu doğrultu atımlı hareketler, Orta Anadolu ova bölgesi ve Batı Anadolu’daki açılma bölgesi olarak tanımlanabilir [31]. Bu neotektonik yapıların oluşumu ile Ege-Kıbrıs yayı (Afrika levhasının Anadolu levhasının altına daldığı sınır), sağ yanal hareketli Kuzey Anadolu Fay zonu, Sol yanal hareketli Doğu Anadolu Fay zonu olarak adlandırılan üç ana tektonik bölge gelişmiştir. Böylece Türkiye’de, KAF, DAF ile sınırlanmış Anadolu bloğunun batısında açılma sistemleri gelişmiş ve batıya doğru bir kaçma hareketi gözlenmektedir [32].

### 2.3. Türkiye’nin Sismolojik Özellikleri

Türkiye jeolojik konumu dolayısıyla dünyada en sık yıkıcı deprem oluş periyoduna sahip ülkelerden biridir. Ülkemiz Azor adalarından başlayıp Güneydoğu Asya’ya uzanan Alp-Himalaya Deprem Kuşağının Doğu Akdeniz bölgesinde deprenselliğin en karmaşık olduğu kesimde yer almaktadır. Bu karmaşıklık, bölgede değişik boyutlarda ve hızlarda levhaların varlığından kaynaklanmaktadır. Bölgede deprem oluşumundaki

egemen rolü Afrika, Arap ve Avrupa levhaları oluşturmaktadır. Yani bölgedeki depremlerin çoğunluğu bu levhaların sınırları boyunca meydana gelmektedir [35]. Ortalama olarak ülkemizde yılda manyitüdü 1 den büyük 25000 deprem olmaktadır. Bu depremlerin episantr alanları genel olarak Kuzey Anadolu Fayı (KAF), Doğu Anadolu Fayı (DAF), Ege Çöküntü Sistemi (EÇS), Kıbrıs- Helenik Yayı, Ölü Deniz Fayı (ÖDF) ve Bitlis-Zagros Yitim Zonunda toplanmaktadır.



Harita 2.4. Yenilenmiş Türkiye Diri Fay Haritası 2012 [43].

Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS) meydana getirdiği sismik etkinlik ve yüzey morfolojisi bakımından dünyanın en çok bilinen doğrultu atımlı fay sistemlerinden biridir. KAF yaklaşık 1500 km uzunluğunda sağ yanal doğrultu atımlı bir fay olup Türkiye'nin doğusundan Yunanistan'ın doğusuna kadar uzanan yay şekilli bir sistemdir. Bunun yanında sadece tek bir hat olmayıp yer yer birbirine paralel ve 40 km ye varan genişlikteki alana yayılan birçok fay zonları ve tekil faylardan oluşmaktadır [31,37-42]. Marmara Bölgesi'nde; Saros Körfezinden başlar, Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki Aras Vadisi'ne kadar uzanır. Bu kuşak Gelibolu, Marmara Denizi'nin derin kısımları, İzmit Körfezi, Adapazarı, Düzce-Bolu, Gerede, Merzifon, Suluova, Erbaa-Niksar, Kelkit vadisi ile Erzincan, Erzurum, Varto ve Van üzerinden geçen bir hat şeklinde uzanır.

Ayrıca Çanakkale, Edremit, Bursa ve İznik bu kuşak içerisinde kalır. Aktivitesi oldukça yüksek olan bu kuşak üzerinde son yüzyılda yıkıcı depremler meydana gelmiştir. 1900-2000 yılları arasında Kuzey Anadolu Fayı'nın doğu ve batı uçları yakınlarında, kırılmadan kalmış Yedisu (Tanyeri, Erzincan doğusu,-Elmalıdere arası), Geyve (Geyve-Mekece-İznik) ve Marmara Denizi olmak üzere muhtemel üç sismik boşluk bulunmaktadır.

Türkiye'nin en etkin ve diri olan iki ana fay kuşağından birini oluşturan Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS), Karlıova-Antakya arasında 580 km'lik bir uzanım göstermekte olup, bölgenin jeodinamik evrimi ve deprenselliğinde önemli bir rol oynamaktadır [30,37,45-53]. DAFS, Karlıova'nın doğusunda, Kargapazarı yöresinde, KAFS ile kesişme yerinden başlar ve kuzeydoğu-güneybatı yönünde Göynük Vadisi boyunca güneybatıya doğru devam eder. Burada 17 Km'lik atımı olan fay [50,52], Bingöl yöresinde biraz belirsizleşmekte, ancak Palu-Pötürge arasında tekrar belirginleşip güneybatıya doğru devam etmektedir. Hazar Gölü kuzeyinde son bulan segment, güneye sıçrama yaparak batıya devam etmektedir. Hazar Gölü genç tortulları üzerinde yapılan araştırmalarda, buranın beş adet büyük deprem geçirdiği ortaya konmuştur [54]. Pötürge kuzeyinde Şiro Çayı boyunca batıya devam eden segment, Karakaya baraj gövdesinin 14 Km kuzeyinden geçerek, Fırat Nehri üzerinde 13 km'lik sol yönlü bir atım oluşturmaktadır [50]. Güneybatıya doğru devam eden DAFS, Çelikhan'ın güneyinden ve Adıyaman Gölbaşı ilçe merkezinden geçerek, Gölbaşı batısında 4750 m'lik bir atım oluşturmakta ve Kahramanmaraş'ın güneyinde, Türkoğlu'nda çatallanmaktadır. Bir kolu doğrultu atımın yanı sıra eğim atım karakteri de kazanarak, güneye dönerek Amanos Fayı'nı oluştururken; bir kolu da Türkoğlu'nda doğrultu değiştirmeden güneybatıya doğru devam eder ve Bahçe kuzeyinden, Osmaniye'den ve Ceyhan'ın güneyinden geçerek Karataş'ta Akdeniz'e girer [55,56]. Doğu Anadolu Fayı'nın Karlıova-Ceyhan arasında Andırın (Ceyhan-Türkoğlu), Türkoğlu (Türkoğlu-Çelikhan) ve Hazar Gölü olmak üzere 3 tane sismik boşluk yer almaktadır. Her üç sismik boşlukta özellikle başta Andırın civarında olmak üzere Ergani ve Hazar gölü civarında 1989'dan bu yana her yıl  $M_s \geq 4.0$  birkaç deprem oluşmuştur. Ayrıca bu sismik boşluklar üzerinde geçmiş son yüzyıl içinde (1900-1999) hasar yapıcı ve yüzey kırığı oluşturan büyük depremlerin meydana gelmemesi, bu bölgenin önemini daha da artırmaktadır [60].

Bu kesimde, DAFS tarafından atıma uğrayan Bitlis Yitim Zonu, Gölbaşı kuzeyinde tekrar ortaya çıkmaktadır. Batıya doğru iki bindirme halinde devam eden Bitlis Yitim Zonun'un bir kolu Kahramanmaraş'tan, diğer kolu da daha kuzeyden geçip Andırın doğusunda güneye dönerek belirsizleşir [58]. Bu zon boyunca oluşan dalma-batma hareketi bölgenin topoğrafik olarak yükselmesi ve dağ oluşumuna sebep olmuştur. Bitlis yitim zonu kıtasal-kıtasal ve kıtasal-okyanusal kabuğun çarpışmasının gözlemlendiği karmaşık bir oluşumdur. Sonuç olarak Bitlis zonu Eosen zaman diliminde kapanmıştır. Güncel olarak aktivitesini devam ettirmemesinin sebebi, Kuzey Anadolu Fay Sistemi ve Doğu Anadolu Fay Sistemi tarafından plaka sıkışması sebebiyle oluşan enerjinin alınmasıdır. Ortaya çıkan enerji bu doğrultu atımlı faylar tarafından devralınmaktadır. Bunun yanında Doğu Anadolu bölge olarak sıkışmaya devam etmekte, bu sebeple de farklı alanlarda bindirme fayları hareketlerine devam etmektedir. Bunun sonucu olarak Lice depremi (1975) ve Van depremi (2011) gibi bindirme faylarından kaynaklanan depremler meydana gelmiştir [57].

Miyosen'den bu yana toplam yanal atım miktarı 105 km'ye ulaşan ÖDFS Ölüdeniz'den DAFS'a kadar yaklaşık 1000 km'lik bir uzanım göstermektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesini batıdan sınırlayan ve Kırıkhan-Hassa arasında Amik Ovası içinden geçen fay, Reyhanlı kuzeyinde çatallanmalar yaparak kuzeye doğru devam eder ve Narlı yöresinde DAFS ile birleşir. Bu yörede, bu faydan kaynaklanan ağır hasarlı büyük depremler de dahil, pek çok deprem meydana gelmiş ve aktivitesi halen devam etmektedir [58-59].

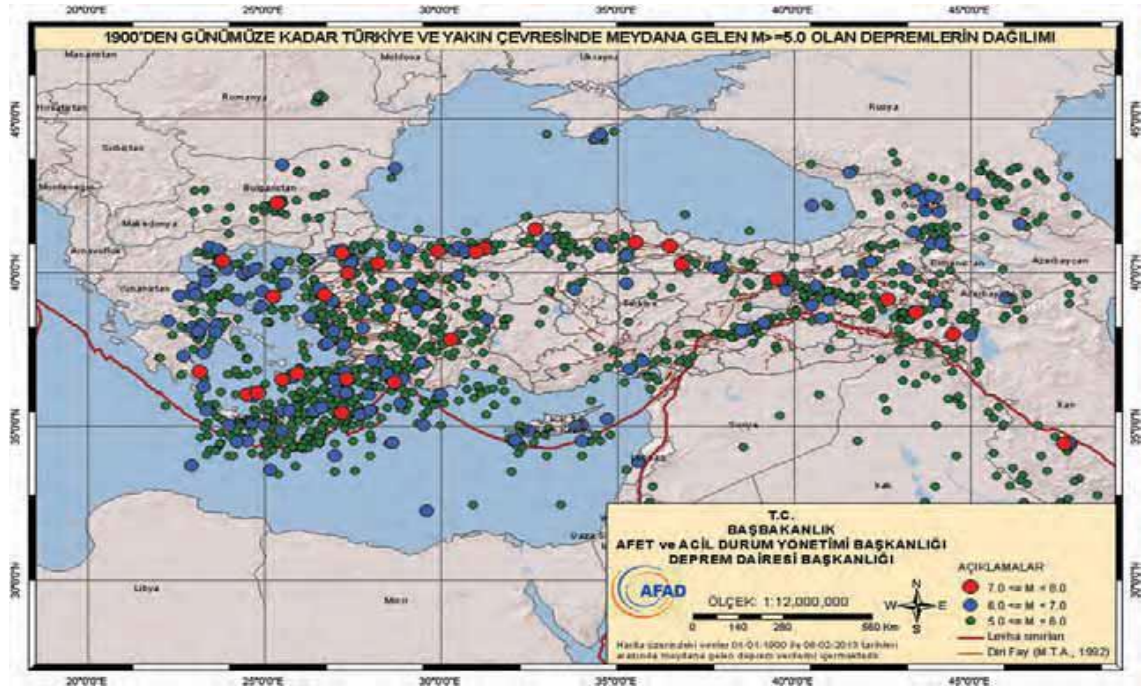
Ege Çöküntü Sistemi, genel olarak D-B doğrultulu normal faylar ile sınırlandırılmış birçok bloktan meydana gelmektedir. Bu bloklar arasında, D-B uzanımlı çöküntü alanlar yer almaktadır. Bölge, genel olarak KKD-GGB yönlü bir çekme rejiminin etkisi altında bulunmaktadır. Ege Çöküntü Sistemi içindeki çöküntü alanları kuzeyden güneye doğru; Edremit Körfezi, Bakırçay-Simav, Gediz-Küçük Menderes, Büyük Menderes ve Gökova Körfezi şeklinde sıralanabilir. Ege çöküntü sisteminde 1900-2000 yılları arasında hasar yapıcı ve yüzey kırığı meydana getirmiş  $M_s \geq 5.5$  olan 33 deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerin yukarıda bahsedilen belli başlı çöküntüler boyunca yoğunlaştıkları açık bir şekilde görünmektedir. Bölge, çok karışık tektonik görünüm sunması nedeniyle sürekli depremlere maruz kalmış ve gelecekte de deprem oluşturma potansiyeli yüksek olan bir bölgeyi oluşturmaktadır. Geçmiş yüzyılda (1900-2000)

olmuş depremlerin ( $M_s \geq 4.0$ ) büyük bir çoğunluğunun Büyük Menderes çöküntüsünün doğu ucu ile Simav çöküntüsü boyunca meydana geldikleri görünmektedir. Ege Çöküntü Sistemi'nde 1900-1910 yılları arasında suskun bir dönem gözlenirken, 1910-1930 yılları arasında deprem sayısında oldukça fazla bir artış görünmektedir. Benzer şekilde, 1930-1960 yılları arasında tekrar sakin bir dönem bulunmaktadır. 1960-1975 yılları arasında tekrar oldukça yoğun bir sismik aktivite gözlenmektedir. 1975-Günümüz arasında tekrar bir suskunluk dönemine girilmiştir. Ege Çöküntü Sistemi'nde 1975-Günümüz arasında en son 1 Ekim 1995 tarihinde Dinar'da bir deprem ( $M=5.9$ ) olmuştur. Deprem, 10 km uzunlukta yüzey faylanması meydana getirmiştir [60-62].

Helenik-Kıbrıs Yayısı, Türkiye'nin güney kıyısı yakınlarında, Girit adasının güneyinden geçerek kuzeydoğu yönünde Rodos adasının güneyinden Fethiye Körfezi'ne doğru uzanır. Helenik-Kıbrıs yayısı, Girit adası ile Fethiye Körfezi arasında Plini ve Strabo çukurlukları boyunca ters bileşenli sol yönlü doğrultu atımlı fay karakteri gösterir. Diğer taraftan, Helenik-Kıbrıs yayısı, Antalya Körfezi, Kıbrıs kuzeyi ve İskenderun Körfezi arasında içbükey bir kavis yapar. Bu yayın kuzeybatıya doğru devamı, Antalya Körfezinden başlayan ve kuzeybatı doğrultusunda devam eden ters fay niteliğinde olan Aksu bindirme fayı temsil eder. Diğer bir çukurluk, Plini ve Strabo çukurluklarından başlar ve Kıbrıs güneyine doğru dışa doğru bir yay yapar. Helenik-Kıbrıs yayısının Türkiye'nin güneyinde uzanan bölümü boyunca, 1900-2000 yılları arasında toplam 13 hasar yapıcı deprem ( $M_s \geq 5.5$ ) meydana gelmiştir. Bu hasar yapıcı depremlerden 11'i oldukça yoğun sismik etkinlik görünen Plini ve Strabo sol yönlü doğrultu atımlı faylarında meydana gelmiştir. Bununla birlikte, son yüzyıl içerisinde Helenik-Kıbrıs yayısının, Antalya Körfezi ile İskenderun Körfezi arasında kalan bölümü boyunca herhangi bir yıkıcı deprem meydana gelmemiştir. Ancak, Kıbrıs'ın güneyinde yalnızca orta büyüklükte iki deprem ( $M_s \geq 5.5$ ) oluşmuştur. Helenik-Kıbrıs Yayısının doğuda kalan bölümünde soluna göre çok daha fazla deprem olmuştur. Dolayısıyla, sismisitedeki bu belirgin farklılık dikkati çekmekte ve depremlerin olmadığı sol tarafta sismik boşluk olarak yorumlanabilecek kısım, Helenik-Kıbrıs yayısının Antalya Körfezi ile İskenderun Körfezi arasında kalan kesimini oluşturmaktadır. Bu bölgede: Zafer Sismik Boşluğu [İskenderun Körfezi ile Zafer Burnu (Kıbrıs) arasında], Antalya Sismik Boşluğu [Arnavut Burnu (Kıbrıs) ile Antalya Körfezi arasında] ve Aksu Sismik Boşluğu (Antalya Körfezinin kuzey kısmı, Aksu bindirme fayı) olmak üzere 3; ve Türkiye'nin



güneybatısında, 1 olmak üzere Gökova Sismik Boşluğu (Gökova Körfezi boyunca) olmak üzere toplam 4 sismik boşluk saptanmıştır [60]. Zafer Burnu ve Antalya sismik boşluğunu içeren İçel-Kıbrıs-Antalya arasındaki bölümde, şiddetleri V ile X arasında değişen birkaç önemli büyük deprem meydana gelmiştir [63]. Gökova Körfezi sismik boşluğunda ise 1869 ve 1896 yıllarında VII ve VIII şiddetinde iki büyük deprem olmuştur [64].



Harita 2.5. 1900'den bugüne kadar Türkiye ve yakın çevresinde meydana gelen M<sub>≥</sub>5.0 olan depremlerin dağılımı [36].

Tablo 2.1. 1900-2014 yılları arasında Türkiye ve çevresinde meydana gelen yıkıcı depremler ( $M \geq 6$ ) [44].

Tarih	Enlem	Boylam	Magnitüd		Ülke	Şehir
08.11.1901	40,03	41,53	Ms	6,1	Türkiye	Erzurum
28.04.1903	39,14	42,65	Ms	7,0	Türkiye	Muş
10.10.1904	37,7	26,8	Ms	6,0	Yunanistan	Sisam
30.04.1905	38,81	28,52	Ms	6,1	Türkiye	Manisa
04.12.1905	38,12	38,63	Ms	6,8	Türkiye	Malatya
17.05.1908	35	24	Ms	6,8	Yunanistan	
28.09.1908	38,35	39,15	Ms	6,1	Türkiye	Elâzığ
09.02.1909	40,17	37,76	Ms	6,7	Türkiye	Sivas
25.06.1910	40,88	34,56	Ms	6,1	Türkiye	Çorum
09.08.1912	40,65	27,2	Ms	7,3	Türkiye	Tekirdağ
10.08.1912	40,75	27,2	Ms	6,2	Türkiye	Tekirdağ
13.09.1912	40,7	27	Ms	6,8	Türkiye	Çanakkale
03.10.1914	37,82	30,27	Ms	7,0	Türkiye	Isparta
24.01.1916	40,27	36,83	Ms	7,1	Türkiye	Tokat
18.11.1919	39,26	26,71	Ms	7,0	Türkiye	
01.08.1923	35	25	Ms	6,7	Yunanistan	Girit Adası
13.09.1924	39,96	41,94	Ms	6,8	Türkiye	Erzurum
01.03.1926	37,03	29,43	Ms	6,1	Türkiye	Burdur
31.03.1928	38,18	27,8	Ms	6,5	Türkiye	İzmir
02.05.1928	39,64	29,14	Ms	6,1	Türkiye	Bursa
18.05.1929	40,2	37,9	Ms	6,1	Türkiye	Sivas
23.02.1930	39,5	23	Ms	6,0	Yunanistan	
06.05.1930	38	44,5	Ms	7,2	Iran	
08.05.1930	37,97	45	Ms	6,3	Iran	
26.09.1932	40,39	23,81	Ms	7,1	Yunanistan	
29.09.1932	40,83	23,46	Ms	6,4	Yunanistan	
23.04.1933	36,77	27,29	Ms	6,4	Yunanistan	
11.05.1933	40,76	23,67	Ms	6,3	Yunanistan	
04.01.1935	40,4	27,49	Ms	6,4	Türkiye	
04.01.1935	40,3	27,45	Ms	6,3	Türkiye	Çanakkale
18.03.1935	36,08	27,3	Ms	6,1	Yunanistan	
01.05.1935	40,09	43,22	Ms	6,2	Türkiye	Kars
19.04.1938	39,44	33,79	Ms	6,6	Türkiye	Kırşehir
20.07.1938	38,3	23,66	Ms	6,1	Yunanistan	
22.09.1939	39,07	26,94	Ms	6,6	Türkiye	İzmir
26.12.1939	39,8	39,51	Ms	7,9	Türkiye	Erzincan
29.02.1940	34,84	25,48	Ms	6,0	Yunanistan	
30.07.1940	39,64	35,25	Ms	6,2	Türkiye	Yozgat
23.05.1941	37,07	28,21	Ms	6,0	Türkiye	Muğla
13.12.1941	37,13	28,06	Ms	6,5	Türkiye	Muğla
21.06.1942	36,5	27	Ms	6,2	Yunanistan	
28.10.1942	39,1	27,8	Ms	6,0	Türkiye	Manisa
15.11.1942	39,55	28,58	Ms	6,1	Türkiye	Balıkesir
20.12.1942	40,87	36,47	Ms	7,0	Türkiye	Tokat
20.06.1943	40,85	30,51	Ms	6,6	Türkiye	Sakarya
26.11.1943	41	35,5	Ms	7,4	Türkiye	Samsun
01.02.1944	41,41	32,69	Ms	7,2	Türkiye	Karabük
25.06.1944	38,79	29,31	Ms	6,0	Türkiye	Uşak
06.10.1944	39,48	26,56	Ms	6,8	Türkiye	
20.03.1945	37,11	35,7	Ms	6,0	Türkiye	Adana
04.06.1947	40,09	23,92	Ms	6,0	Yunanistan	
09.02.1948	35,41	27,2	Ms	7,2	Yunanistan	

Tablo 2.1. Devamı

23.07.1949	38,57	26,29	Ms	6,6	Türkiye	
17.08.1949	39,57	40,62	Ms	6,7	Türkiye	Erzincan
13.08.1951	40,88	32,87	Ms	6,9	Türkiye	Çankırı
18.03.1953	39,99	27,36	Ms	7,2	Türkiye	Çanakkale
07.09.1953	41,09	33,01	Ms	6,0	Türkiye	Karabük
28.03.1954	39,1	41	Ms	6,8	Türkiye	Bingöl
16.07.1955	37,65	27,26	Ms	6,8	Türkiye	Aydın
20.02.1956	39,89	30,49	Ms	6,4	Türkiye	Eskişehir
26.05.1957	40,67	31	Ms	7,1	Türkiye	Düzce
13.12.1957	34,41	47,67	Ms	7,1	Iran	
16.09.1958	34,38	47,83	Ms	6,7	Iran	
14.05.1959	35,11	24,65	Ms	6,1	Yunanistan	
23.05.1961	36,7	28,49	Ms	6,3	Türkiye	
24.03.1963	34,44	47,8	Ms	6,0	Iran	
18.09.1963	40,77	29,12	Ms	6,3	Türkiye	
14.06.1964	38,13	38,51	Ms	6,0	Türkiye	Adıyaman
17.07.1964	38,05	23,63	Ms	6,0	Yunanistan	
06.10.1964	40,3	28,23	Ms	7,0	Türkiye	Bursa
22.07.1967	40,67	30,69	Mb	6,0	Türkiye	Sakarya
28.03.1970	39,21	29,51	Mb	6,0	Türkiye	Kütahya
06.09.1975	38,5132	40,7741	Mb	6,0	Türkiye	Diyarbakır
24.11.1976	39,0506	44,0368	Mb	6,1	Türkiye	Van
09.07.1980	39,2307	22,593	Ms	6,1	Yunanistan	
04.03.1981	38,2437	23,2596	Ms	6,4	Yunanistan	
30.10.1983	40,3522	42,1798	Ms	6,8	Türkiye	Erzurum
28.12.1983	40,7286	30,3814	MI	6,1	Türkiye	Sakarya
13.03.1992	39,7159	39,6292	Ms	6,8	Türkiye	Erzincan
06.11.1992	38,1091	26,956	Ms	6,0	Türkiye	İzmir
15.06.1995	38,4043	22,2719	Ms	6,4	Yunanistan	
20.07.1996	36,1308	27,0528	Ms	6,0	Yunanistan	
11.01.1997	40,55	35,25	Md	6,0	Türkiye	Çorum
27.06.1998	36,8451	35,325	Ms	6,1	Türkiye	Adana
17.08.1999	40,7	29,91	Md	7,4	Türkiye	Kocaeli
17.08.1999	40,878	28,706	Md	6,0	Türkiye	
12.11.1999	40,79	31,21	Md	7,2	Türkiye	Düzce
19.04.2000	36,52	27,348	Md	7,0	Yunanistan	
22.01.2002	35,574	26,627	Mb	6,1	Yunanistan	
03.02.2002	38,46	31,3	Md	6,1	Türkiye	Konya
27.01.2003	39,41	39,8	Md	6,4	Türkiye	Tunceli
01.05.2003	38,94	40,51	Md	6,1	Türkiye	Bingöl
06.01.2008	37,2569	22,7037	Mb	6,0	Yunanistan	
15.07.2008	36,0103	27,967	MI	6,1	Yunanistan	
23.10.2011	38,689	43,4657	Mw	7,0	Türkiye	Van
10.06.2012	36,5302	28,9073	MI	6,0	Türkiye	
24.05.2014	402,108	253,073	Mw	6,5	Türkiye	Ege Denizi



## 2.4. Türkiye'nin Kabuk Yapısı ile İlgili Çalışmalar

Yerkabuğu yeryüzünün her yerinde tek düze değildir. Yersel veya bölgesel özelliklere bağlı olarak, fiziksel özellikleri ve kalınlıkları değişim göstermektedir. Günümüzde bilim adamları yerkabuğu çalışmalarında gravite, manyetik, elektromanyetik, manyetotellürik, ısı akısı ve sismoloji gibi çeşitli jeofizik yöntemleri kullanmaktadır. Kabuk yapısı çalışmalarında deprem kayıtlarının kullanıldığı yöntemler cisim dalgalarının yayılma zamanları, yüzey dalgalarının dispersiyonu ile grup ve faz hızları, soğurulma ve saçınımlar, P dalgalarının genlik spektrumları ve dönüşmüş fazlar olarak tanımlanabilir [34]. Bu bölümde sadece sismolojik verilerden yararlanılarak yapılan kabuk çalışmalarından bahsedilecektir.

Erduran [76], alıcı fonksiyonlar ve yüzey dalgalarının birlikte ters çözümünden yararlanarak Trabzon (TBZ) sismik istasyonunun kabuk yapısını araştırmıştır. TBZ istasyonu altındaki kabuk kalınlığının istasyonun doğusunda  $30 \pm 2$  km ve batısında ise,  $36 \pm 2$  km olduğunu saptanmıştır. İstasyonun altındaki sığ makaslama dalgası hızları  $2.45 \pm 0.18$  km/sn bulunmuştur. Üst kabukta, makaslama dalgası hızı  $3.77 \pm 0.18$  km/sn olan bir yüksek hız zonu ve orta kabukta ise, sismik hızı  $3.55 \pm 0.18$  km/sn olan bir düşük hız zonu saptanmıştır.

Çıvgın ve Kaypak [71], yerel deprem verilerini kullanılarak Ankara ve civarı altındaki üst kabuğa ait yeni bir bir-boyutlu (1-B) sismik dalga hızı modeli üretmişlerdir. Deprem verisini, bölgenin güncel depremselliğinin gözlenmesi amacıyla kurulmuş olan geçici bir yerel sismik istasyon ağının kayıtlarından almıştır. 6 adet geniş-bantlı sismograftan oluşan Ankara Deprem İzleme Ağı (AnkNET) ile 2007 - 2010 yılları arasında veri toplanmıştır. Sonuçta 30 km derinliğe kadar hız yapısı belirlenen yeni 1-B P- ve S-dalga hızı modelinde, üstteki 8 km kalınlığındaki katmanın P-dalga hızı 5.25 km/s iken alttaki katmanların P-dalga hızları derinlikle artmakta ve 30 km derinlikte 6.47 km/s 'ye ulaşmaktadır.

Can ve Gürbüz [65], Love ve Rayleigh dalgalarına ait, sırasıyla teğetsel, düşey ve ışınsal yerdeğiştirme sismogramları kullanılarak esas moda ait grup ve faz hızlarını belirlemişlerdir. Grup hızı dispersiyon eğrisi; öncelikle ardışık süzgeç tekniği yöntemi

ile elde edilmiştir. Daha sonra elde edilen çıktı, faz uyumlu süzgeç yöntemi için bir girdi olarak kullanılmıştır. Son olarak tekrar ardışık süzgeç tekniği yöntemi uygulanarak sadece esas mod elde edilmiş, bu yöntemle sinyal / gürültü oranı artırılarak, iyileştirilmiş grup hızı dispersiyon eğrileri hesaplanmıştır. Yaptıkları çalışmada; bölgede farklı bir S dalgası hız dağılımı olduğunu göstermişlerdir. Sismik ağın ortasında, üçlü birleşimin olduğu bölümde, S dalgası hızları çok düşüktür. Bu sonuç; burada düşük hız zonu olduğunu göstermektedir. Kabuğun kalınlığı da değişim göstermektedir. Kabuk kalınlığındaki bu değişim ve farklılaşma da bölgenin son derece karmaşık olduğunu göstermektedir [65].

Şerif [34], Rayleigh ve Love dalgası grup hızı eğrilerinin ters çözümünden, kaynak istasyon arasındaki S-dalgası hız yapısını belirlemiştir. Grup hızlarını ardışık süzgeç tekniği kullanılarak hesaplamış ve dispersiyon eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S-dalgası hız modelinin doğruluğunu gösteren çözünürlük çekirdekleri hazırlamıştır. Yapılan ters çözümler sonunda ortalama S dalgası hızı ve kabuk kalınlığı: Doğu Anadolu için 4.0 km/sn ve 40 km, Güneydoğu Anadolu için 4.1 km/sn ve 35 km- 4.05 km/sn ve 40 km, Batı Anadolu için 4.22 km/sn ve 40 km, Doğu Akdeniz için 4.09 km/sn ve 40 km olarak hesaplamıştır.

Kalyoncuoğlu ve Özer [72], Isparta sismograf istasyonu altındaki kabuk yapısını alıcı fonksiyon analizini kullanarak incelemişlerdir. Alıcı fonksiyon analizini üst manto ve kabuk içerisindeki ara yüzlerde hız, kalınlık ve yoğunluk değişimine bağlı kabuk transfer fonksiyonunu belirlemek için kullanmışlardır. Kabuk modellemesinde kabuğun üç tabakadan oluştuğu bulunmuştur. Yaklaşık 2 km kalınlığındaki S dalga hızı yaklaşık 2 km/s olan yüzey tabakası, ikinci olarak 15 km kalınlığında 3.35 km/s S dalga hızına sahip üst kabuk, üçüncü olarak 14 km kalınlığında 3.8 km/s S dalga hızına sahip alt kabuk belirlemişlerdir. Isparta istasyonu altındaki Mohorovicic süreksizliğine kadar olan derinliği  $31 \pm 1$  km ve üst mantoya ait P ve S dalga hızlarını  $8 \pm 0.2$  km/s,  $4.5 \pm 0.1$  km/sn olarak tespit etmişlerdir.

Ersan ve Erduran [73], Orta Anadolu altında kabuk ve üst-manto hız yapısının tespiti için P dalgası alıcı fonksiyon analizi kullanılmışlardır. Bu amaçla Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Daire Başkanlığı bünyesinde

aktif olarak çalıştırılan geniş-bantlı ANTO (Ankara), BBAL (Ankara), CDAG (Kırşehir), ELDT (Çankırı) ve ILGA (Çankırı) deprem istasyonlarında kaydedilen telesismik depremlerin zaman ortamı P alıcı fonksiyonları hesaplamışlardır. Ters çözüm sonuçlarından ANTO istasyonu altında kabuksal kalınlık 36 km ve makaslama hızı 4.33 km/sn, BBAL istasyonu altında kabuksal kalınlık 38 km ve makaslama hızı 4.28 km/sn, CDAG istasyonu altında kabuksal kalınlık 40 km ve makaslama hızı 4.33 km/sn, ELDT istasyonu altında kabuksal kalınlık 36 km ve makaslama hızı 4.21 km/sn, ILGA istasyonu altında kabuksal kalınlık 36 km ve makaslama hızı 4.20 km/sn elde edilmiştir. Bu durum Orta Anadolu'da kuzeyden güneye doğru bir kabuksal kalınlaşmanın olduğunu gösterir.

Sayıllı ve arkadaşları [74], Kafkasya'da ve Hazar Denizi'nin güney batısında oluşmuş iki depremin Kudüs istasyonuna ait Rayleigh dalgası kayıtlarından yararlanarak, kaynak-istasyon arası profiller için kabuk ve üst manto yapısını araştırmışlardır. Bu amaçla, önce kayıtlar üzerinde Ardışık Süzgeç Tekniği ile grup hızları hesaplanmıştır. Sonra, Kirpi (Hedgehog) yöntemi kullanılarak ters çözümleme ile kabuk ve üst manto yapısını belirlemişlerdir. Bu çalışmada toplam kabuk kalınlıklarını 36-38.5 km civarında hesaplamışlardır. Kabuk kalınlığı doğuya doğru artmaktadır ve Pn ve Sn dalga hızlarını sırasıyla 8.12 ve 4.13 km/sn bulmuşlardır.

Osmanşahin ve Alptekin [75], istasyonlar arası ortam tepki fonksiyonlarının belirlenmesi ve bu fonksiyonlar üzerinden hesaplanan faz ve grup hızlarının ters çözümlenmesi ile Atina(ATU)- İstanbul(IST), Tebriz(TAB)- İstanbul ve Meşhed(MHI)- Tebriz istasyon çiftlerinin oluşturduğu 3 profil boyunca kabuk ve üst manto yapısını incelemişlerdir. Faz ve grup hızlarının ters çözümlenmesi sonuçlarına göre yerkabuğu kalınlığı ATU-IST profili için 30 km, TAB-IST profili için 40 km ve MHI-TAB profili için 43 km civarında hesaplamışlardır. ATU-IST profilinde üst-manto için Moho süreksizliğinin 10 km altında 4.1 km/sn lik S-dalgası hızına sahip bir düşük hız zonu belirlemişlerdir. Aynı profilin 120 km derinliğinde S-dalgası hızı 4.289 km/sn olan ikinci bir düşük hız zonu bulmuşlardır.

Çakır ve arkadaşları [69], Trabzon (TBZ) geniş band istasyonu üç bileşen verilerini kullanarak kabuk yapısını alıcı fonksiyon yöntemiyle incelemiştir. Ortalama kabuk kalınlığının 32-40 km arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Crampin ve Üçer [77], Marmara bölgesinde yaptıkları çalışmada kabuk kalınlığını 18-24 km, P-dalgası hızını da 8.1 km/sn olarak bulmuşlardır.

Mooney ve arkadaşları [84], dünyayı 28 farklı bölgeye ayırarak her bir bölgenin ortalama kabuk kalınlıklarını incelemiştir. Yaptıkları çalışma sonucunda Türkiye'nin orta ve batısı için ortalama kabuk kalınlığını 40-45 km, Doğu Anadolu ve Güney Kafkaslar için ise kabuk kalınlığını 40-45 km hesaplamışlardır.

Kenar [78], İstanbul ve civarında P dalgalarının genlik spektrumlarından yararlanarak yerkabuğunun 3 farklı tabakadan oluştuğunu, bu tabakaların kalınlıklarını da sırasıyla 4 km, 7-10 km, 14- 16 km olarak hesaplamıştır. Bu tabakalardaki P dalgası hızlarını da 4.0, 6.0, 7.0 ve 8.1 km/sn olarak vermiştir.

Ezen [79], Love ve Rayleigh dalgalarının dispersiyon özelliklerini araştırarak Kuzey ve Doğu Anadolu bölgesinin yer kabuğu yapısının dört tabakalı olduğunu ve bunların kalınlıklarının 2.5, 6.5, 12 ve 17 km olmak üzere toplam 38 km'lik kabuk kalınlığını tespit etmiştir.

Tülü [80], Kuzeybatı Ege Bölgesi'nde 1993-2005 yılları arasında meydana gelen ve büyüklüğü  $M \geq 2.5$  olan 76036 adet deprem verisini kullanarak hız eşdeğer haritaları hazırlamıştır. Yapılan bu çalışmanın sonucunda 3 kesit için  $V_1$  hızı 5.1-5.5 km/sn,  $V_2$  hızı 6.0-6.5 km/sn ve  $V_3$  hızı 7.8-8.0 km/sn arasında değerler elde edilmiştir. Kabuk kalınlığı için ilk tabaka kalınlıkları 10-15 km, ikinci tabaka kalınlıkları ise 16-22 km arasında değerler almaktadır. Toplam derinlik ise 30-34 km arasında değişmektedir. Kuzeybatı Ege Bölgesi kabuk kalınlığı 30-34 km arasındadır.

Zor ve arkadaşları [81], alıcı fonksiyon kullanarak Doğu Anadolu'nun kabuk yapısını incelemiştir. Doğu Anadolu Deprem Projesi kapsamında 29 adet geçici broadband

deprem istasyonu kurulmuştur. Bu bölge için ortalama kabuk kalınlığını 45 km ve ortalama makaslama dalgası hızı 3.7 km/sn olarak hesaplanmıştır.

Necioğlu [82], Ankara ANTO istasyonun Rayleigh dalgası kayıtlarını kullanarak İran ve Türkiye arasındaki kabuk ve üst manto yapısını belirlemiştir. Ortalama kabuk kalınlığı doğu İran-ANTO boyunca 52-56 km, batı İran-ANTO boyunca 45-48 km, doğu Türkiye ve kuzeybatı İran-ANTO boyunca 42-44 km hesaplanmıştır.

Tezel ve arkadaşları [83], yaptıkları çalışmada Türkiye'nin batısında 25 km, doğusunda ise 40 km kabuk yapısının olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

Kalafat ve arkadaşları [85], 0-1100 km uzaklıklar arasındaki depremlerin Batı Türkiye'deki deprem istasyonlarındaki kayıtlarından yararlanarak kabuk ve üst manto yapısını incelemiştir. Yaptıkları çalışmada tortul tabaka kalınlığını 3.8 ile 6.6 km olmak üzere toplam kabuk kalınlığını 29-32 km ve üst mantoda 69-89 km derinlikleri arasında bir süreksizliğin varlığını ortaya çıkarmışlardır.

## **2.5. Yüzey Dalgaları**

Yüzey dalgaları sığ sarsıntılardan büyük miktardaki enerjiyi taşır ve genellikle yoğun nüfuslu alanları etkileyen depremlerin neden olduğu yıkımların birincil sebebidir. Yüzey dalgalarıyla ilgili olarak burada iki temel dalga türünden bahsedilebilir. Bunlar sismogramlar üzerinde gözlenen genellikle baskın dalga türleri olan Love ve Rayleigh yüzey dalgalarıdır [86]. Rayleigh (1885) yüzey dalgalarının varlığını, elastik yarı düzlemde düzlem dalgalarını matematiksel olarak modellediğinde bulmuştur. Love (1911) yüzey tabakası etkisini araştırmış ve daha sonra kendi adıyla anılan diğer önemli yüzey dalgasını keşfetmiştir. Yüzey dalgalarının genlikleri derinlikle azalır. Yüzey dalgalarının yeryüzünden yansıyan ve buraya gelen dalgaların toplamı ve etkileşimi sonucu meydana geldiği kabul edilir. Yüzey dalgaları cisim dalgaları gibi üç boyutlu değil iki boyutlu seyahat eder, bu nedenle genlikleri uzaklıkla daha yavaş azalır ve sığ depremlerden büyük uzaklıklarda kayıtlarda baskındır. Sismik dalgaların hızları, sırası ile P, S, Love ve Rayleigh dalgaları şeklinde olup genlikleri bununla ters orantılıdır. Rayleigh dalgaları en büyük genlikli, P dalgası en küçük genliğe sahiptir. Yüzey

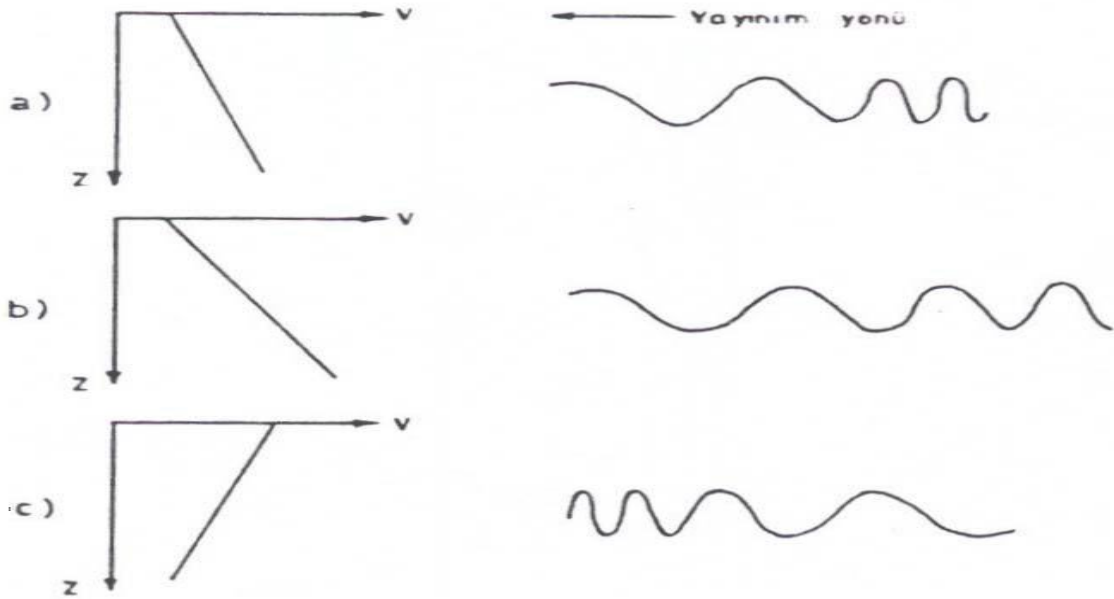
dalgalarının genlikleri odak derinliği ile azalır bu nedenle yüzey dalgası genliklerinin cisim dalgası genliklerine oranı bize kaynak derinliği ile ilgili bilgiler verir. Love dalgalarının oluşumu örneğin kabuk gibi düşük hızlı yüzey tabakasının varlığını gerektirir, ya da derinlikle hızın artması gibi hız değişimi gereklidir. Bu dalgalar Rayleigh dalgalarında olduğu gibi tek düze katı ortamda örneğin basit tek tabakalı kabukta meydana gelmez ve tekrarlayan yansımaların toplamı gibi kabul edilir [87]. Sismogramlara bakıldığında yüzey dalgaları dalga treni şeklinde görülürler. Böylece bu dalgalar için iki tür hız söz konusudur. Bunlara faz hızı ve grup hızı denir. Grup ve faz hızının her ikisi de frekansın (veya periyodun) fonksiyonudur [88].

### **2.5.1. Dispersiyon, grup hızı ve faz hızı**

Love ve Rayleigh dalgaları üst manto ve kabuk boyunca hız süreksizlikleri nedeniyle tabaka sınırlarında ve yerin serbest yüzeyi boyunca yayılırlar. Ayrıca, yüzey dalgası treninde üst üste gelen yüksek frekanslı bileşenler olarak gözlenen farklı modlar olarak seyahat edebilirler. Genellikle temel mod veya yüksek mod yüzey dalgaları olarak adlandırılırlar. Termel mod yüzey dalgaları düşük frekanslı ve yüksek genliklidir. Yüksek mod yüzey dalgaları ise düşük genlik yüksek frekanslıdır ve temel mod yüzey dalgalarına göre daha yüksek yayılım hızına sahiptirler. Yüksek modlar çoğu durumda kıtasal yörüngeleri geçen dalgalarda gözlenirler. Love ve Rayleigh dalgalarının genlikleri yüzeyde ve yüzeye yakın bölgelerde büyüktür ve derinlikle üstel olarak hızlı bir şekilde azalır. Sonuç olarak, sığ(kabuksal) depremler büyük yüzey dalgaları oluştururlar, fakat artan odak derinliği ile yüzey dalgaları hızlı bir şekilde küçülür. Kabuksal depremler için yüzey dalgaları genellikle sismogramlarda baskın iken, derinliği 100 km'den büyük olan derin depremler için oldukça etkisiz hale gelirler. Bu özellik araştırmacılara sığ ve derin depremlerin ayırt edilmesi için hızlı ve güvenilir bir araçtır [86].

Hem Love hem de Rayleigh dalgaları hız dispersiyonu veya kısacası dispersiyon olarak ifade edilen önemli bir özellik sergilerler. Dispersiyon gösteren yüzey dalgalarının hız yayılımları P ve S dalgalarında olduğu gibi periyodik değildir, fakat hız artan dalga periyodu ile artar [86]. Böylece, hızın derinlikle arttığı ortamlarda daha uzun periyodlu dalgalar daha derinleri, yüksek hızlı mantoyu etkiler ve daha sığ derinliklere etkiyebilen

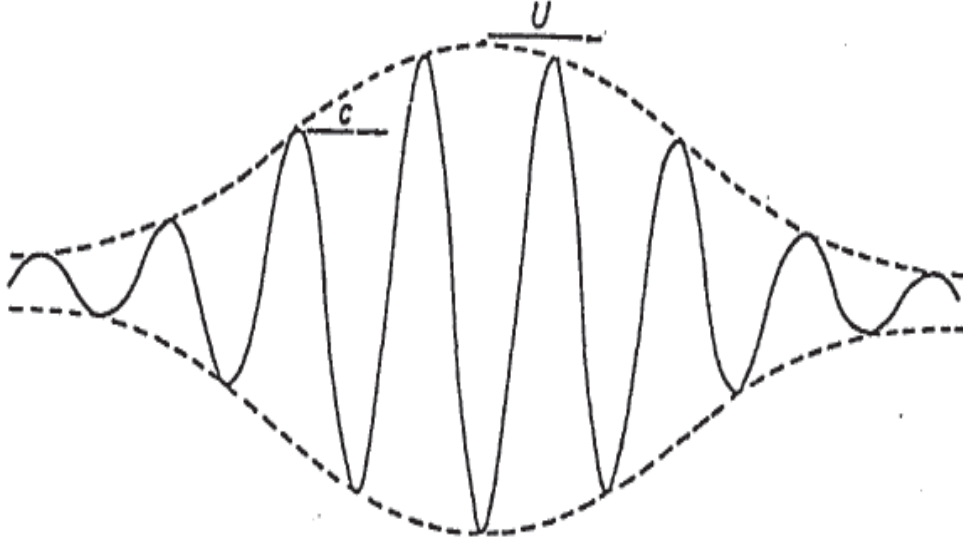
kısa periyodlu dalgalardan önce kaydedilirler. Buna “normal dispersiyon” denir. Hızın derinlikle azaldığı ortamlarda ise kısa periyodlu dalgalar daha önce kaydedilir. Buna ise “ters dispersiyon” denir[89]. Dispersiyon olayının nedeni yerkürenin üst kısımlarındaki tabakalaşmadır. Yer içindeki sismik dalga hızının derinlikle değişimi de dispersiyon olayını etkilemektedir. Şekil 2.1’de dalga hızının derinlikle çeşitli değişimlerinin dispersiyon olayına etkisi görülmektedir. Yüzey dalgaları yer içerisinde ilerlerken kendi dalga boyları mertebesinde derinliklere nüfuz edebilirler. Örneğin 60 sn periyodlu Rayleigh dalgaları yaklaşık 200 km, 20 sn periyodlular ise yaklaşık 70 km derinliklere nüfuz edebilirler. Yüzey dalgalarının dispersiyon eğrilerinden yararlanılarak yer içi yapısı saptanabilir. Ancak bütün yerküre problemlerinde olduğu gibi dispersiyon eğrilerinden saptanan yapı tekil değildir. Yani aynı dispersiyon eğrisini verecek çok sayıda yapı bulunabilir. Bunun için elde edilen sonuçların diğer verilerle de kontrol edilmesi gerekir.



Şekil 2.1. Dispersiyon olayı: a) Düşük hız değişimi ve küçük dispersiyon, b) Yüksek hız değişimi ve büyük dispersiyon, c) Ters dispersiyon [90].

Yüzey dalgalarında dispersiyona bağlı olarak iki ayrı hız kavramı ortaya çıkar. Bunlar faz ve grup hızlarıdır. Faz hızı (C), bir dalga treni üzerinde herhangi bir frekans bileşeninin hızıdır. Grup hızı (U), ise dalga treni zarfının yani tüm dalga grubunun hızıdır. Faz ve Grup hızının periyoda bağlı değişimlerini gösteren eğrilere dispersiyon

eğrileri denir [88]. Dispersiyon eğrileri; yerkabuğunun ve üst mantonun içerdiği tabakaların kalınlıklarının elde dilmesinde ve tabakaların hızlarının, yoğunluklarının ve elastik sabitlerin hesaplanmasında kullanılır.



Şekil 2.2. Grup ve Faz Hızı [87].

Yüzey dalgalarının hızları ya faz hızı (tepe ve çukur noktalarının ya da tek frekanslı dalganın hızı) ya da aynı zamanda enerji iletiminin de hızı olan dalga grubu hızı olarak ölçülür. Grup Hızı, bilinen geliş zamanı ve dış merkez uzaklığı için grup varış zamanlarından ölçülür. Buna karşın faz hızları dış merkez doğrultusunda iki istasyonda kaydedilen enerjinin seyahat zamanlarının oranından hesaplanır [87].

Sismik kaynaklar çoğunlukla yüzey dalgası periyodlarının geniş spektrumlu olmasına neden olur. Herbir harmonik bileşen  $c(\omega)$  hızındadır ve faz hızı olarak anılır. Buradaki  $\omega = 2\pi f$  (açısal frekans) ortamın parametrelerine bağlıdır (tabaka kalınlığı, P ve S hızları gibi). Faz hızı taşıyıcı hız olarak da bilinir. Faz hızı çoğunlukla iki istasyon kullanılarak ölçülebilir. Her bir yöntem öncelikle kaynak, güvenilir başlangıç zamanı ve seyahat mesafesi hakkında bilgi gerektirir. Gözlemsel yüzey dalgası fazı aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$\phi_o(\omega) = \phi_s(\omega) + \phi_p(\omega) + \phi_i(\omega) \quad (2.1)$$



Burada  $\phi_o(\omega)$  gözlemsel faz,  $\phi_s(\omega)$  kaynak fazı,  $\phi_p(\omega)$  aletin (alıcının) fazı,  $\phi_i(\omega)$  yayılma fazıdır. Başlangıç noktasında ki faz hesabı için fay mekanizması ve kaynağın derinliği bilinmek zorundadır.

Faz hızı,

$$C(\omega) = \frac{\omega}{k(\omega)} \quad (2.2)$$

ile verilir. Burada  $\omega$  açısal frekans ve  $k$  frekansa bağlı dalga sayısıdır [91].

Grup hızı,

$$U(\omega) = \frac{d\omega}{dk(\omega)} \quad (2.3)$$

Burada  $U(\omega)$  grup hızı olarak tanımlanır. Eğer  $k(\omega)$  biliniyorsa, faz hızından yararlanarak grup hızı belirlenebilir [34]. Grup hızı ile faz hızı arasındaki ilişki,

$$U(\omega) = C(\omega) - k(\omega) \frac{dC(\omega)}{dk(\omega)} \quad (2.4)$$

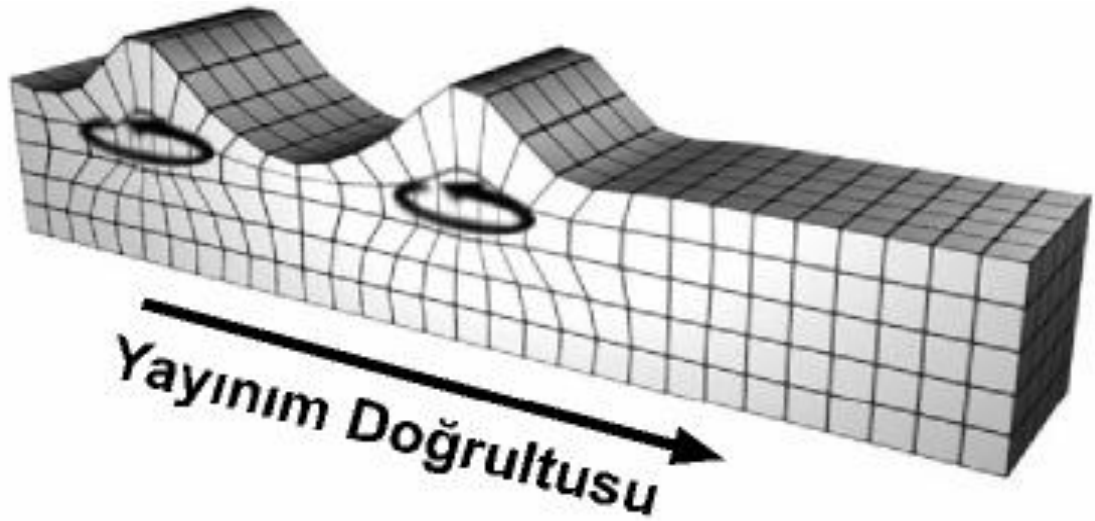
$$U = C - \lambda \frac{dC}{d\lambda} \quad (2.5)$$

şeklinde verilir. Burada  $U$  grup hızı,  $c$  faz hızı,  $\lambda$  dalga boyudur. Faz hızının  $\lambda$ 'ya göre türevi her zaman pozitif olur, dolayısıyla grup hızı faz hızından küçüktür [91].

### 2.5.2. Rayleigh dalgaları ve yayılım özellikleri

1885'te Lord Rayleigh teorik olarak özel bir yüzey dalgası türünün (Rayleigh dalgası) yerin serbest yüzeyi boyunca ilerlediğini kanıtlamıştır. Diğer türdeki yüzey dalgalarının aksine Rayleigh dalgasının yayılımı tabakalı ortamlarla sınırlı değildir ve homojen yarı sonsuz uzayda (yarı- sonsuz ortam) ilerleyebilirler. Rayleigh dalgası tanecik hareketi

yayılım yönünü içeren düşey düzlemde retrograd (saatin tersi yönünde) eliptik bir yörüngeyi izler. Yer yüzeyinde yatay ve düşey yönlerdeki genlikler kabaca 3/2 ile ilişkilidir. Dolayısıyla Rayleigh dalgaları genellikle en iyi düşey bileşen sismogramlarda gözlenirler. Rayleigh dalgalarının genlikleri artan derinlikle (üstel olarak) hızlı bir şekilde azalır. Örneğin; bir dalga boyu uzunluğundaki derinlikte yatay ve düşey genlikler sırasıyla serbest yüzey değerlerinin 0.11 ve 0.19'una kadar düşer. Homojen bir ortamda Rayleigh dalgasının hızı,  $C_R$ , yarı sonsuz ortamdaki S dalgası hızının,  $V_S$ , 0.87-0.96 arasında değişen katı kadardır. Birçok kayaç malzemesi için Poisson oranı  $C_R = 0.92 V_S$  olacak şekilde yaklaşık olarak 0.25 civarındadır [86]. Hareket ilerleme doğrultusundan geçen düşey düzlem içinde kaldığından ilerleme doğrultusuna dik yönde yatay bileşen yoktur. Hızları Love dalgalarından daha küçüktür, bu yüzden sismogramlarda Love dalgalarından sonra görülürler. Tabakalı ortamlarda dispersiyona uğrarlar.



Şekil 2.3. Rayleigh dalgasının tanecik hareketi.

Dalga denklemini P ve S dalgaları için,  $\phi$  ve  $\psi$  yerdeğiştirme potansiyelleri cinsinden yazarsak [34];

P için;

$$\nabla^2 \phi = \frac{1}{\alpha^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} \quad (2.6)$$

S için;

$$\nabla^2 \psi = \frac{1}{\beta^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} \quad (2.7)$$

Burada  $\beta$ , S dalgası hızı  $\alpha$ , P dalgası hızıdır.

Hareket XZ düzlemi içerisinde olup X (yatay) yönündeki yerdeğiştirme (U), ve Z (düşey) yönündeki yerdeğiştirme (W) ile verilir. Yatay ve düşey yerdeğiştirmeleri yerdeğiştirme potansiyelleri cinsinden yazarsak [34];

$$U = \frac{\partial \phi}{\partial x} + \frac{\partial \psi}{\partial z} \quad (2.8)$$

ve

$$W = \frac{\partial \phi}{\partial z} - \frac{\partial \psi}{\partial x} \quad (2.9)$$

olur. Çözümü elde etmek için iki sınır koşulu vardır:

1.  $Z \rightarrow \infty$ 'a giderken genlik sıfır olmalıdır.
2.  $Z = 0$ 'da gerilmeler sıfırdır [34].

Buradan yerdeğiştirme potansiyellerini yazarsak;

$$\phi = A \exp \left[ -kz \left[ 1 - \left( \frac{c^2}{a^2} \right) \right]^{1/2} \right] \exp[ik(x - ct)] \quad (2.10)$$

$$\psi = B \exp \left[ -kz \left[ 1 - \left( \frac{c^2}{\beta^2} \right) \right]^2 \right] \exp[ik(x - ct)] \quad (2.11)$$

olur.

Poisson şartına ( $\sigma = 0.25$  ve  $\lambda = \mu$ ) göre iki nolu sınır şartı;

$$\tau_{xz} = \mu \left[ \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 \phi}{\partial x \partial z} \right] = 0 \quad \text{Kayma gerilmesi} \quad (2.12)$$

$$\sigma_{zz} = \mu \left[ \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + 3 \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} - 2 \frac{\partial^2 \psi}{\partial x \partial z} \right] = 0 \quad \text{Normal gerilme} \quad (2.13)$$

dır.  $\phi$  ve  $\psi$ 'nin kısmi türevleri alınıp gerekli düzenlemeler yapıldığında aşağıdaki doğrusal denklem sistemi bulunur.

$$- \left[ 2 - \left( \frac{c^2}{\beta^2} \right) \right] A + 2 \left[ \left( \frac{c^2}{\beta^2} \right) - 1 \right]^{1/2} B = 0 \quad (2.14)$$

$$2 \left[ \left( \frac{c^2}{\alpha^2} \right) - 1 \right]^{1/2} A + \left[ 2 - \left( \frac{c^2}{\beta^2} \right) \right] B = 0 \quad (2.15)$$

(2.10) ve (2.11)'deki keyfi sabitler (A ve B) sınır şartlarından belirlenebilir. A ve B'nin sıfırdan farklı değerlere sahip olması için c parametresi (2.14) nolu denklemi sağlaması gerekir. Buradan, tek tabakalı bir ortamda hızlar arasındaki ilişki,

$$\left[ 2 - \frac{c^2}{\beta^2} \right]^2 = 4 \left[ 1 - \frac{c^2}{\alpha^2} \right]^{1/2} \left[ 1 - \frac{c^2}{\beta^2} \right]^{1/2} \quad (2.16)$$

bağıntısı ile verilir. Buradan Rayleigh dalgalarının periyot denklemi,

$$\frac{c^2}{\beta^2} \left[ \frac{c^6}{\beta^6} - 8 \frac{c^4}{\beta^4} + c^2 \left( \frac{24}{\beta^2} - \frac{16}{a^2} \right) - 16 \left( 1 - \frac{\beta^2}{\alpha^2} \right) \right] = 0 \quad (2.17)$$

Eğer  $c = 0$  ise (2.10) ve (2.11) zamandan bağımsız olur. Dolayısıyla (2.15)'den  $A = iB$  ve  $U = W = 0$  olur. Bu çözüm aranan çözüm değildir.  $0 < c < \alpha < \beta$  olduğu zaman Rayleigh dalgası vardır. Bu şarta göre sıkışmaz bir katı için  $\alpha \rightarrow \infty$  olur ve (2.16) nolu denklem aşağıdaki denkleme indirgenir [34].

$$\frac{c^6}{\beta^6} - 8 \frac{c^4}{\beta^4} + 24 \frac{c^2}{\beta^2} - 16 = 0 \quad (2.18)$$

Bu denklemin gerçel kökü hızı  $C \approx 0.95\beta$  olan Rayleigh dalgasına karşılık gelir. Bu durumda diğer iki kök kompleks olup yüzey dalgası ifade etmez [92].

Poisson şartına göre ( $\lambda = \mu$  ve  $\alpha = 3\beta$ ) (2.17) denklemi aşağıdaki denkleme dönüşür.

$$\frac{c^6}{\beta^6} - 8 \frac{c^4}{\beta^4} + \frac{56}{3} \frac{c^2}{\beta^2} - \frac{32}{3} = 0 \quad (2.19)$$

Bu denklemin üç kökü vardır. Bunlar;  $\frac{c^2}{\beta^2} = 4, 2 + 2/\sqrt{3}, 2 - 2/\sqrt{3}$  tür. Sadece üçüncü kök ( $2 - 2/\sqrt{3}$ ) Rayleigh dalgasının genliğinin serbest yüzeyden itibaren Z derinliğinde aniden azalmasını sağlar yani Rayleigh dalgasının oluşumu için gerekli şartı sağlar. Bu durumda Rayleigh dalgası hızı  $C_R$  ;

$$C_R = 0.9194\beta \quad (2.20)$$

veya

$$C_R = 0.5308\alpha \quad (2.21)$$

olur. Diğer iki kök Rayleigh dalgasını ifade etmez [92]. Poisson oranının 0.2-0.4 arasındaki tipik değerleri için Rayleigh dalgası hızı 0.9 $\beta$  ile 0.95 $\beta$  arasında değişir. Böylece, yatay ve düşey yer değiştirmeler,

$$U = kA[\exp(-0.8475kz) - 0.5773\exp(-0.3933kz)] \sin(\omega t - kx) \quad (2.22)$$

$$W = kA[-0.8475\exp(-0.8475kz) + 1.4679\exp(-0.3933kz)] \cos(\omega t - kx) \quad (2.23)$$

olur. Serbest yüzeydeki ( $z = 0$ ) yer değiştirmeler;

$$U = 0.4227kA \sin(\omega t - kx) \quad (2.24)$$

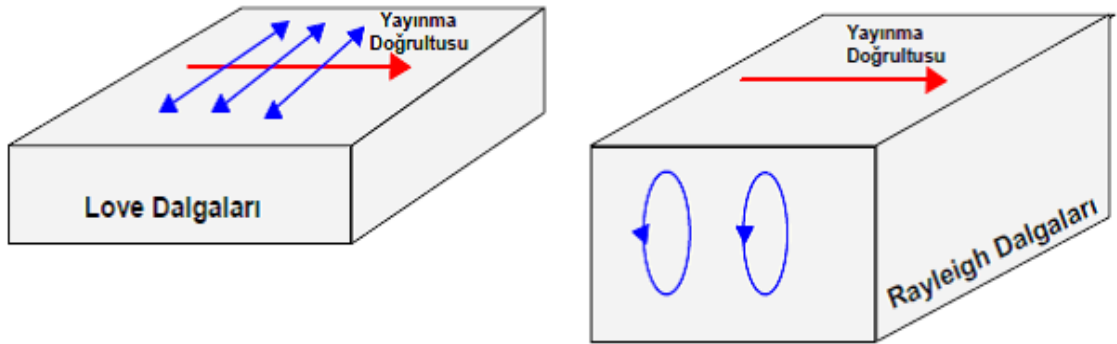
ve

$$W = 0.6204kA \cos(\omega t - kx) \quad (2.25)$$

olur [93].

### 2.5.3. Love dalgaları ve yayılım özellikleri

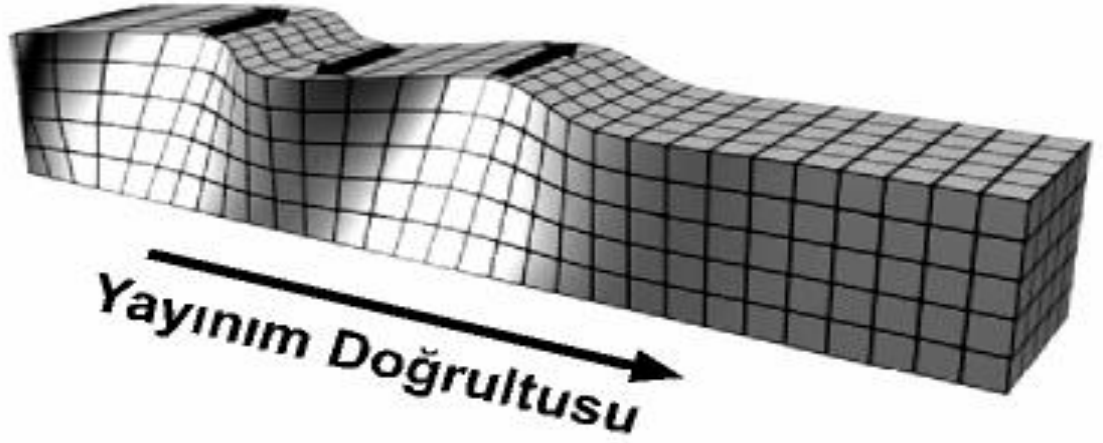
1911’de A.E.H. Love, homojen yarı sonsuz bir ortamda üst üste gelmiş iki boyutlu ince bir tabaka boyunca dalga yayılımının teorik problemini çözmüştür. Tabakadaki S dalgası hızının daha aşağıdaki malzemeye oranla daha düşük olduğunu varsayarak farklı bir türdeki yüzey dalgasının (Love dalgası,) daha alt tabakaya hiçbir önemli enerji sızması olmaksızın seyahat edebileceğini göstermiştir. Dolayısıyla, yüzey dalgaları yüzey tabakasında hapsedilen kanal dalgaları, bu özel durumda enine dalgalar, olarak düşünülebilir. Rayleigh dalgalarının aksine Love dalgaları taneciklerin yayılım yönüne dik yatay düzlemde polarize olmalarından dolayı hiçbir düşey hareket göstermezler. Sonuç olarak, Love dalgaları yatay bileşen kayıtlarda gözlenir. Love dalgaları, yarı sonsuz ortamda ve tabakalardaki S dalgası hızları ile sınırlı olarak Rayleigh dalgalarından daha hızlı yayılırlar. Bunun anlamı, Love ve Rayleigh dalgaları için ana yayılım hızı sırasıyla, 4.43 ve 3.97 km/s dir [86].



Şekil 2.4. Love ve Rayleigh dalgalarının yayılım doğrultuları.

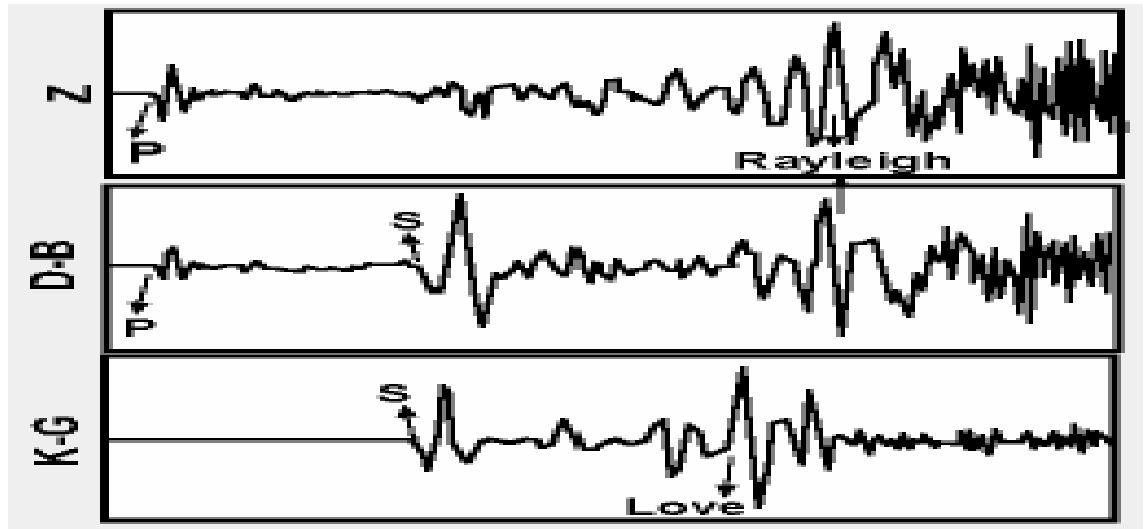
Bu dalgalar sadece tabakalı bir ortamda oluşabilirler ve tabakalı bir ortamda hız değişimi olabileceğinden daima dispersiyon gösterirler. Love dalgaları yer kabuğu içinde normal dispersiyon gösterirler. Periyot arttıkça hız da artar. Uzun periyodlu

dalgalar istasyona daha önce ulaşırlar. Love dalgaları yatay düzlemde polarize olan SH dalgalarından türemişlerdir. Bu yüzden düşey bileşenleri yoktur.



Şekil 2.5. Love dalgası tanecik hareketi.

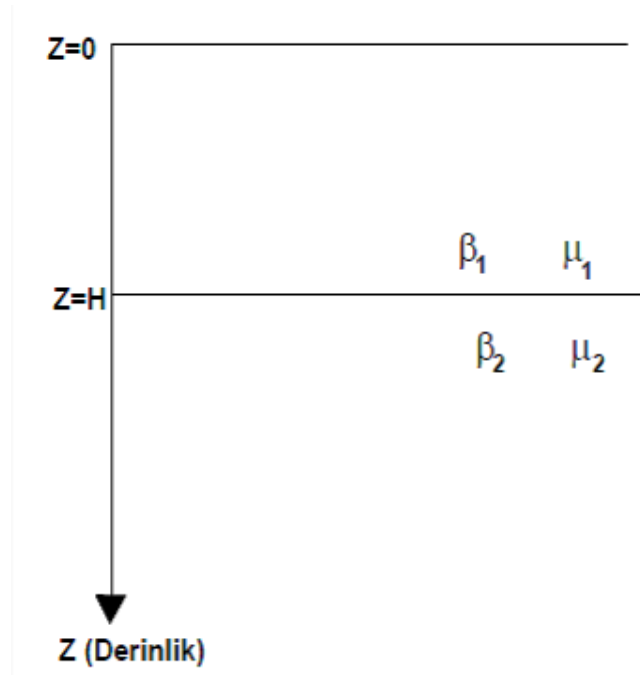
Love dalgalarının hızı Rayleigh dalgalarından daha büyüktür. Sismogramlarda P ve S dalgalarından sonra görülür.



Şekil 2.6. Üç bileşenli bir deprem kaydında dalgaların geliş sıraları.

Dalga yayılımının fiziğini anlamak için en basit yol homojen ve izotrop iki tabakalı yarı sonsuz ortam modeli ele alınır (Şekil 2.7). Denklemler çözülürken üç sınır şartı göz önünde bulundurulur:

- 1) Yeryüzünde ( $Z=0$ ) gerilmeler sıfırdır.
- 2) Ara yüzeyde yer değiştirmeler süreklidir.
- 3) Ara yüzeyde gerilmeler süreklidir.



Şekil 2.7. Basit iki tabakalı yer altı modeli.

Burada 1. tabaka için denklemin çözümü;

$$U_1 = A \cos S_1 z + B \sin S_1 z \quad (2.26)$$

A ve B sabitler, z derinlik,  $\beta$  S dalgası hızı,  $\mu$  katılık,  $S_1 = k \sqrt{\frac{c^2}{\beta^2} - 1}$ , k dalgası sayısı ( $k = 2\frac{\pi}{\lambda}$ ),  $\lambda$  dalgası boyu ve c görünür hızıdır. Benzer şekilde alttaki tabaka için çözüm;

$$U_2 = C \cos S_2 z + D \sin S_2 z \quad (2.27)$$

$$S_2 = k \sqrt{1 - \frac{c^2}{\beta^2}} \quad (2.28)$$



dir. 1. sınır şartı için

$$|\sigma_{zz}|_{zz=-H} = \mu \frac{\sigma_u}{\sigma_z} = 0 \quad (2.29)$$

Denklemin  $z'$  ye göre türevi alınıp,  $z$  yerine  $-H$  konarak bu denklem sıfıra eşitlenirse;

$$\frac{\sigma_{u1}}{\sigma_{zz=-H}} = -A \sin S_1 z + B \cos S_1 z \quad (2.30)$$

$$Z = -H \rightarrow -A \sin S_1(-H) + B \cos S_1(-H) = 0 \quad (2.31)$$

$$A \sin S_1 H = B S_2 H \quad (2.32)$$

2. sınır şartı için  $z=H=0$  da  $u_1 = u_2$  (2.26) ve (2.27) denklemleri eşitlenip  $z=0$  alınır ise;

$$A=C \quad (2.33)$$

3. sınır şartı için  $z=H'$  de

$$\sigma_{1zz} = \sigma_{2zz} \quad (2.34)$$

$$\mu_1 \frac{\sigma_{u1}}{\sigma_z} = \mu_2 \frac{\sigma_{u2}}{\sigma_z} \quad (2.35)$$

(2.34) ve (2.35) denklemlerinden  $z$  ye göre türevi alınıp  $z=0$  konur ise,

$$\mu_1 B S_1 = \mu_2 D S_2 \quad (2.36)$$

elde edilir. (2.32), (2.33), (2.36) denklemlerinden  $A, B, C, D$  katsayıları yok edilir ise,

$$tg S_1 H = \frac{\mu_2 S_2}{\mu_1 S_1} \quad (2.37)$$

bulunur. S1 ve S2 değerleri yerine konarak,

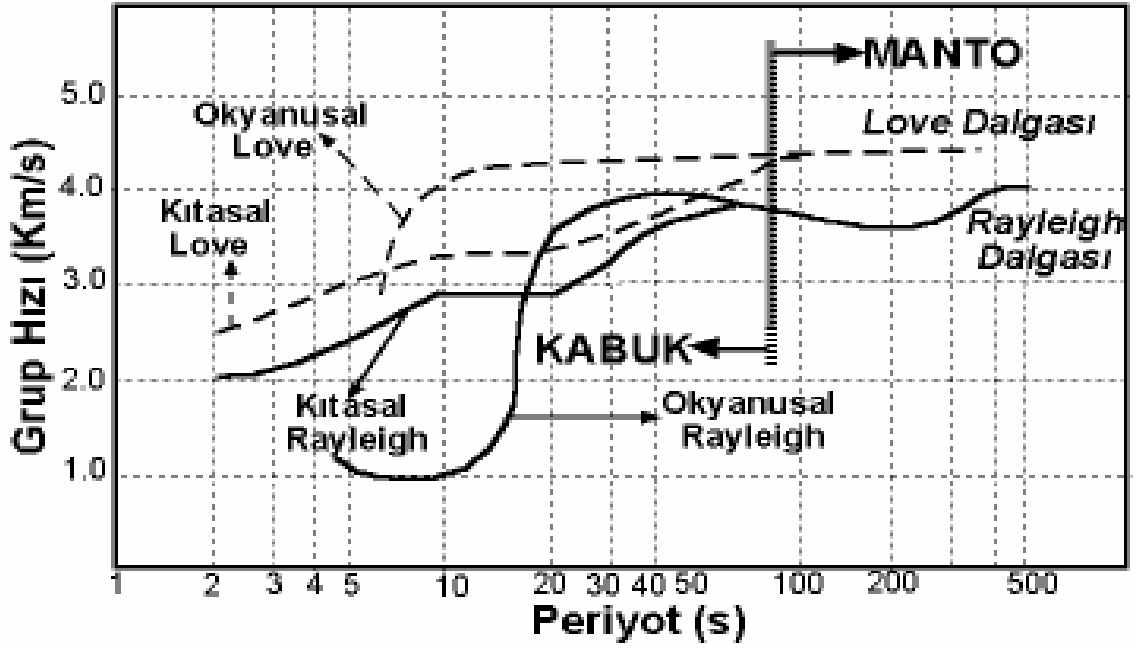
$$\tan \left[ kH \left( \frac{c^2}{\beta^2} - 1 \right)^{1/2} \right] = \frac{\mu_1}{\mu_2} \left[ \frac{1 - \frac{c^2}{\beta^2}}{\frac{c^2}{\beta^2} - 1} \right]^{1/2} \quad (2.38)$$

Love dalgalarının periyot denklemi elde edilir.

Görüldüğü gibi, periyot denklemi dalga sayısına [  $k = 2\pi / \lambda$  dalga boyuna ( $\lambda = CT = C/f$ ,  $\omega = 2\pi f$  ) yani frekansa ( $f$ ) veya periyoda ( $T$ ) ] bağlıdır. Frekans küçük olursa, uzun dalga boyuna sahip olan Love dalgaları alttaki ortamın S dalgası hızı ile yayılır. Frekans büyük olursa, küçük dalga boyuna sahip olan Love dalgaları üstteki tabakanın S dalgası hızı ile yayılır. Bu dispersiyon olayıdır. Farklı modların algılanabilmesi sismik kaynağın özelliklerine bağlıdır. Örneğin, sığ kaynaklı bir depremin uzun periyodlu kayıtları üzerinde genel olarak ana mod hakim durumdadır. Yüksek modların ayrılabilmesi için büyük episantr uzaklıklarındaki istasyon kayıtları gerekmektedir [34, 89, 93].

#### 2.5.4. Yüzey dalgalarının yayımında okyanusal ve kıtasal kabuğun etkisi

İlk Gutenberg(1924), dispersiyon çalışmalarında okyanusal alanda yüzey dalgalarının daha hızlı olması nedeniyle, okyanusal kabuğun kıtasal kabuktan daha ince olduğunu ileri sürmüştür [87]. Şekil (2.8) ana mod için ampirik grup ve faz hızı dispersiyon eğrilerinin kıtasal ve okyanusal yörüngelerde ki değişimini göstermektedir. Şekilde ana mod dispersiyon eğrilerinin yörüngeden güçlü bir şekilde etkilendiği görülmektedir. 20-60 s periyot aralığında kıtasal yörüngedeki Rayleigh dalgası dispersiyon eğrisi 2 km/s' den 4.0 km/s' ye artmaktadır. Love dalgası için, dispersiyon değeri 2.5 km/s' den başlar, 100 s periyodlarla 4.5 km/s hıza ulaşır. Şekilde görüldüğü gibi okyanusal yörüngeler ile ilişkili dispersiyon eğrileri kısa periyodlarda oldukça büyük bir değişim gösterir. 15 s civarındaki periyodlarda Rayleigh dalgası hızı keskin bir şekilde 1.5 km/sn den 3.0 km/sn'ye yükselir. Love dalgaları için yaklaşık 3.0 km/sn' den 4 km/sn'ye olan ani artış 7 sn periyodu civarında gözlenir [86].



Şekil 2.8. Okyanusal ve Kıtasal yörüngelerde ana mod Love ve Rayleigh dalgaları'nın dispersiyon eğrilerinin değişimi[86].

Okyanusal dispersiyon eğrileri üzerinde su tabakası önemli bir etkiye sahiptir. Düşük hızlı bu tabaka Şekil 2.8' deki büyük değişimi açıklamaktadır. 7 sn civarında okyanusal ve Kıtasal Love 17 sn civarında ise okyanusal ve Kıtasal Rayleigh dispersiyon eğrileri çakışmaktadır. Daha yüksek frekanslarda yüksek hızlı okyanusal bazaltik tabaka dispersiyon eğrileri üzerinde büyük etkiye sahiptir. Kıtasal ve okyanusal yörüngeler arasında ki fark yaklaşık 75 s periyoduna kadar sürmektedir.

Şekil 2.8' de görüleceği gibi, dispersiyon eğrileri yerel birkaç minimum ve maksimum ile oldukça karmaşık bir model ortaya koyar. Bu maksimum ve minimum grup hızlarıyla seyahat eden yüzey dalgaları Airy fazı olarak adlandırılır. Sismogramlarda Airy fazı ana mod yayılımı ile seyahat eden dispersif yüzey dalgalarının dikkate değer bir genlik oluşması ile sabit frekanslı dalga treni ile karakterize edilir. Şekil 2.8 daha detaylı tartışılması gereken diğer ilginç bir özellik sergiler. Rayleigh dalgaları için dispersiyon eğrileri(hem kıtasal hemde okyanusal yollar) yaklaşık 200 s civarındaki periyodlarda yerel bir minimum sergiler. Hemen hemen 50-200 s arasında değişen periyodlarda grup hızı artan periyodla tekdüze olarak azalmaktadır. Buda fiziksel olarak bu periyot aralığında uzun periyodlu Rayleigh dalgalarının ters dispersiyon gösterdiği anlamına gelir [86].

### 3. BÖLÜM

#### MATERYAL ve YÖNTEMLER

Hem Love hem de Rayleigh dalgaları hız dispersiyonu veya kısacası dispersiyon olarak ifade edilen önemli bir özellik sergilerler. Dispersiyon gösteren yüzey dalgalarının hız yayılımları P ve S dalgalarında olduğu gibi periyodik değildir, fakat hız artan dalga periyodu ile artar [86]. Dispersiyon olayının nedeni yerkürenin üst kısımlarındaki tabakalaşmadır. Yer içindeki sismik dalga hızının derinlikle değişimi de dispersiyon olayını etkilemektedir. Bu nedenle bu dalgaların dispersiyon özelliklerinden yararlanarak özellikle kabuk ve üst mantodaki S dalgası hız dağılımı bulunabilir.

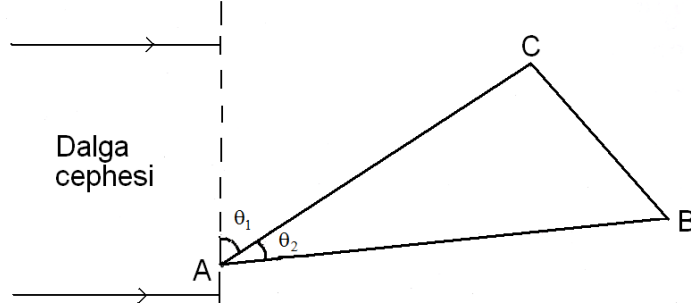
Grup hızı ve faz hızı dispersiyon eğrileri tek istasyon, iki istasyon ve üç istasyon yöntemleri kullanılarak hesaplanabilir. Bu çalışmada grup hızı hesaplamaları tek istasyon yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bu nedenle diğer yöntemler ile ilgili genel bilgiler verilirken, bu yöntem ayrıntıları ile bir alt başlıkta incelenecektir.

İki istasyon yönteminde deprem kaynağı ile aynı büyük daire üzerinde yer alan iki istasyonda kaydedilen veriler kullanılır. Faz hızları, doğrudan istasyonlar arasındaki faz farkından hesaplanabilir. Dolayısıyla kaynağın başlangıç fazı ile ilgili ön bilgiye gerek kalmaz. Bu yöntemin en önemli avantajı kaynağa bağlı gelişen faz kaymalarını elimine edebilmesidir. İki istasyon arasındaki faz hızı dispersiyonları yüzey dalgasının faz farkı ya da çapraz ilişkileri alınarak hesaplanabilir. Ayrıca diğer bir avantajı da yöntemde istasyonların belirli bir geometride dizilmesi gerekmediğinden rasgele konumlandırılmış istasyonlardan oluşan ağların kullanılabilmesidir [96]. Yöntemin teorisinde, iki istasyonun kaynaktan geçen büyük daire üzerinde ya da çok yakınında olduğu düşünülmektedir. Bu durumda istasyon çifti deprem ile aynı azimut üzerinde bulunmaktadır [23].

Üç-istasyon yöntemi ilk defa Evernden (1953; 1954) ve Press (1956) tarafından Rayleigh dalgalarının faz hızlarını hesaplamak için kullanılmıştır. Daha sonra Aki (1961) yöntemi çok istasyon için genellemiştir. Üç-istasyon kayıtlarından;

$$C = \frac{d_{AC} \sin \theta_1}{t_{AC}} = \frac{d_{AB} \sin(\theta_1 + \theta_2)}{t_{AB}} \quad (3.1)$$

bağıntısı ile faz hızları hesaplanabilir.



Şekil 3.1. Üç-istasyon açılımının geometrisi [97].

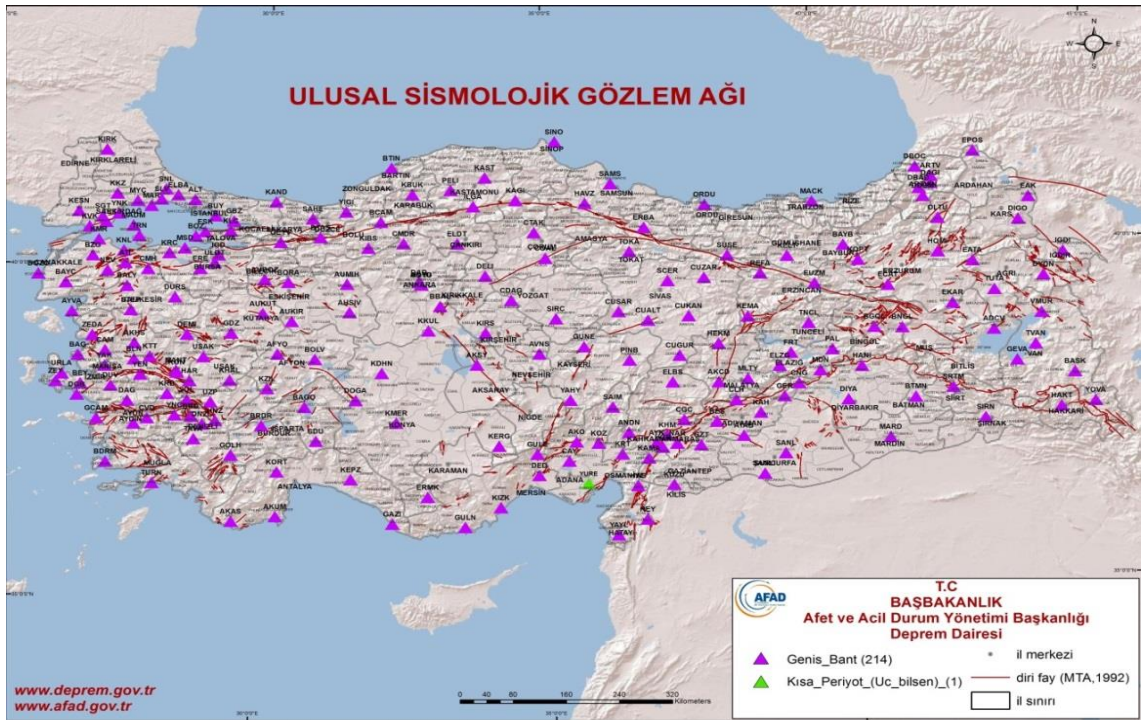
Fakat, üç-istasyon yönteminde açılımlar birkaç dalga boyundan daha fazla olmamalıdır. Eğer açılımlar birkaç dalga boyunu aşarsa istasyonların her birinde doruk ve çukurların belirlenmesi güçleşeceği gibi faz hızları da tek düze olmaktan uzaklaşır. İstasyon açılımlarının küçük olması durumunda ise varış zamanı farkları yeterli duyarlılıkta belirlenemeyecektir. Ayrıca yanal heterojenlik söz konusu olduğunda iki istasyon yöntemi, üç-istasyon yöntemine göre daha avantajlıdır [97].

### 3.1. Veri Seti Hazırlama

Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, Deprem Dairesi, Ulusal Sismolojik Gözlem Ağı, Türkiye ve çevresinde meydana gelen depremleri 7 gün 24 saat boyunca kesintisiz olarak kaydetmektedir. Ulusal Sismolojik Gözlem Ağı tüm Türkiye'ye dağılmış, uzun periyod, geniş band üç bileşen 200 adet hassas deprem kayıtçısından oluşmaktadır. Bu çalışmada kullanılan veriler Türkiye Deprem Veri Merkezi (TDVM)'den alınmıştır.

Türkiye ve çevresinde 2008-2014 yılları arasında meydana gelmiş depremler incelenerek, bu depremlerden sinyal/gürültü oranı ideal olan depremler seçilmiştir. Seçilen bu depremlerin büyüklükleri 5 ile 6.7 arasında değişmektedir. Seçme

aşamasında GCF formatında olan veriler bilgisayar programı kullanılarak SAC formatına dönüştürülmüştür. Bu çalışmada sadece Rayleigh dalgası kayıtları kullanıldığı için, her bir istasyon kaydının yatay bileşenleri elemine edilerek sadece düşey bileşen kayıtları kullanılmıştır. SAC programında her bir depremi kaydeden, bütün deprem istasyonlarının sinyalleri görüntülenerek değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda gürültü oranı fazla, bozulmaya uğramış, verisi bulunmayan veya kesilmiş olan istasyonların düşey bileşen kayıtları veri setinden çıkarılmıştır. Daha sonra SAC programına bütün depremlerin, enlem, boylam, orjin zamanı derinlik ve büyüklük gibi parametreleri girilmiştir. Aynı şekilde depremi kaydeden bütün istasyonların enlem, boylam ve yükseklik bilgileri de programa girilerek, deprem ve depremi kaydeden istasyonlar arasındaki mesafe hesaplanmıştır. Hesaplama sonucunda deprem-istasyon arası uzaklık en az 400 km ve üzeri olan deprem gözlem istasyonları seçilmiştir. Bu seçme aşamalarından sonra, seçilen istasyonların verileri değerlendirilerek her bir istasyon için grup hızı hesaplanmıştır.



Şekil 3.2. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, Deprem Dairesi, Ulusal Sismolojik Gözlem Ağı.

### 3.2. Tek İstasyonda Grup Hızlarının Belirlenmesi

Rayleigh ve Love yüzey dalgaları deprem kaynağındaki faz belirsizliğinden etkilenmektedir. Bunun sonucunda, Rayleigh ve Love yüzey dalga ters çözüm sonuçları da belli bir saçılma ile bir depremden diğerine farklılık gösterebilir [98]. Tek istasyon yüzey dalgası ters çözüm yöntemiyle kabuk ve üst-manto hız yapısını araştırırken benzer bölgeyi örnekleyen birden fazla depremin Rayleigh ve Love yüzey dalgası bilgisini kullanıp ortalama bir çözüm elde etmek istatistiksel açıdan daha elverişli olacaktır [76].

Tek istasyon yönteminde, bir istasyonda kaydedilen uzun periyot yüzey dalgaları kullanılır. Bu yöntemde herhangi bir periyodun grup hızı, dış merkez uzaklığının, o periyoddaki dalğanın yayılma zamanına oranıdır. Yayılma zamanı, periyot orta noktasının varış zamanından depremin oluş zamanının farkı alınarak hesaplanabilir. Ancak, kayıt üzerindeki rastgele bir noktanın hangi periyoda ait olduğunu anlamak ve sürekli bir dispersiyon eğrisi elde edebilmek için en basit olarak doruk-çukur yöntemi kullanılır. Önce sismogramdaki doruk ve çukur noktaları kullanılarak, her periyodun varış zamanı hesaplanır. Kayıt üzerindeki dorukların ve çukurların sıra numaraları düşey eksene, doruk ve çukur noktalarına karşılık gelen varış zamanları yatay eksene gelecek şekilde çizilir. Oluşturulan eğrinin ele alınan noktalardaki eğiminin tersinden her bir noktanın ait olduğu periyot belirlenir. Aynı şekilden her bir periyot için okunan varış zamanlarından, oluş zamanları çıkartılarak o periyodun yayılma zamanı bulunur. Grup hızının periyoda göre değişimi ise dış merkez uzaklığının ( $d$ ) yayılma zamanına ( $t(T)$ ) oranı ile hesaplanır [23].

$$U(T) = \frac{d}{t(T)} \quad (3.2)$$

Tek bir dalgaya ait yer değiştirme;

$$U = A. \exp(i(kx - wt)) \quad (3.3)$$

$$U_j = \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} A(w) e^{i[\phi(w)+k_jxwt]} dw \quad (3.4)$$

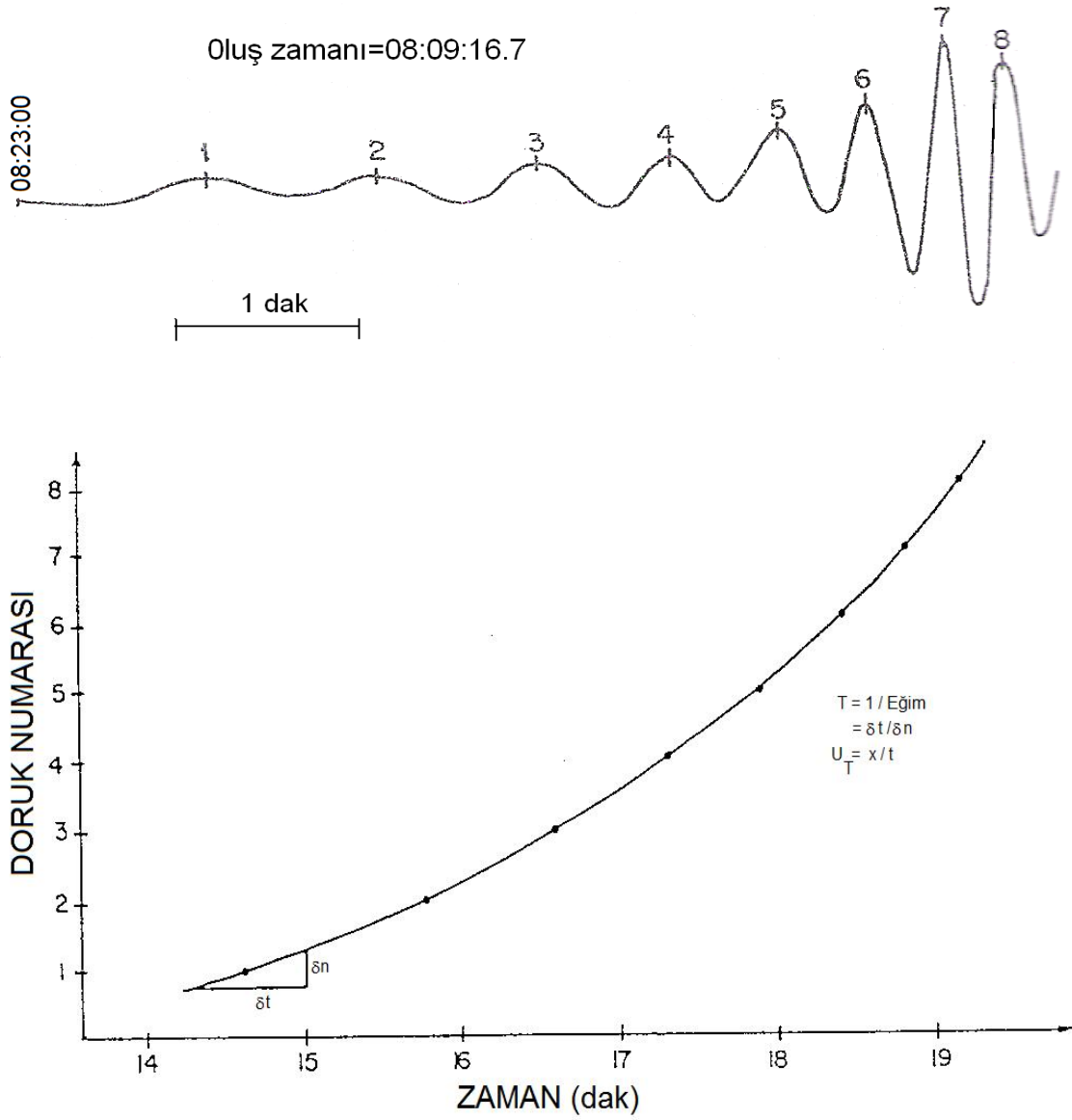
şeklinde verilir. Burada  $A(w)e^{i\phi(w)}$  kaynağın, ortamın ve aletin toplam tepkisine karşılık gelir. (3.4) bağıntısının Fourier dönüşümü alıp  $u = dw / dk$  ve  $c = wk = \lambda / T$  bağıntılarında yazarsak (3.5) ve (3.6) eşitliklerini elde edebiliriz. Burada sırasıyla (3.4) grup hızını ve (3.6) faz hızını göstermektedir.

$$U = \frac{x}{t_0 + (d_{\phi_H} - d_{\phi})/d_w} \quad (3.5)$$

$$C = \frac{x}{t_0 + (\phi_H - \phi - 2\pi N)/d_w} \quad (3.6)$$

Burada  $\phi_H$  sinyalin fazını,  $\phi$  ise aletin etkisini göstermektedir. Alet etkisinin başlangıçta giderildiği düşünülmektedir. Faz hızı için N dalga devir sayısını gösteren bir tamsayı olup, beklenen hız değerlerine göre saptanabilir. Tek istasyon için yapılacak grup hızı ve faz hızı hesaplamalarında kaynağın başlangıç fazının bilinmesi gereklidir [99-100].





Şekil 3.3. Doruk numarası-variş zamanı eğrisinden grup hızlarının hesaplanması [97].

Tek istasyon verileriyle grup hızı belirlenmesinde grup gecikme zamanı yöntemi de kullanılmaktadır. Genlik ve faz spektrumunu elde etmek için dispersif dalga trenine basit bir harmonik çözümlene uygulanabilir. Faz eğrisinin eğiminden grup gecikme zamanı;

$$t_i = \frac{d\phi}{d\omega_i} = \tau_i + \omega_i \frac{\partial \tau}{\partial \omega_i} \quad (3.7)$$

bağıntısından hesaplanır. Burada  $\tau_i = \frac{\phi(\omega_i)}{\omega_i}$  faz gecikme zamanıdır. Grup gecikme zamanı grup hızı ile ilerleyen dalga grubunun yayılma zamanına eşittir [97].

Landisman, Dziewonski ve Sato (1967), genlikleri veya fazları periyot ve grup hızının fonksiyonu olarak veren hareketli pencere analizi (moving window analysis) adı verilen otomatik bir sistem geliştirmişlerdir. Bu gelişmelerin birlikte değerlendirilmesi sonucu Dziewonski ve arkadaşlarınınca (1969) ardışık süzgeç tekniği (multiple filter technique) adı verilen ve günümüzde de yüzey dalgalarının dispersiyon eğrilerinin elde edilmesinde çok sık kullanılan bir yöntem geliştirmişlerdir [34]. Ardışık süzgeç yöntemi çok modlu dispersiyona uğramış sinyalleri çözümlemenin hızlı ve etkin bir yolu olarak gösterilir. Bir dizi dar bantlı süzgeçten geçirilen sinyallerin genlik ve fazları grup hızı, periyot ve hızın fonksiyonları olan dalga parametrelerinin ölçülmesi için kullanılabilir. Ardışık süzgeç yöntemi ile doruk-çukur yönteminden farklı olarak kayıtlarda bulunan dispersiyonun daha geniş kısımları kazanılır [97].

### 3.2.1. Ardışık süzgeç tekniği

Ardışık Süzgeç Tekniği sismogramlar üzerinde kaydedilen ana mod yüzey dalgalarına ait grup hızı dispersiyon eğrilerinin elde edilmesi amacıyla kullanılabilir. Yöntem sinyal içeriğini, grup hızının ve periyodun bir fonksiyonu olarak zaman ortamında inceleme ve eş zamanlı olarak kaydedilen bir kaç hakim periyottan oluşan karmaşık sinyalleri çözümleme esasına dayanır. Ardışık Süzgeç Tekniğinde zaman ortamında sinyal içeriğine ait anlık genlik ve fazları periyodun ve grup hızının bir fonksiyonu olarak belirlemek için frekans ortamında sinyalin frekans içeriğine ardışık dar bantlı süzgeçler uygulanır. Bir başka deyişle sinyalin frekans içeriği, birbirini izleyen noktalar boyunca eşit aralıklarla kaydırılan bir pencere fonksiyonu yardımıyla pencerelenir. Ardışık noktalarda elde edilen hakim frekanslar sinyalin zaman ortamındaki anlık genlik ve fazına karşılık gelir. Zaman ortamında her bir frekansa karşılık gelen dalgacıkların varış zamanları kullanılarak grup hızı dispersiyon- eğrileri elde edilebilir [101].

Başka bir deyişle, bir sismik sinyal belirli aralıklarla her bir frekans için pencerelenmektedir. Böylelikle her bir merkez frekansta genliğin yani enerjinin iyi bir

ayrıklıkla elde edilmesine çalışılır. Süzgeçleme zaman veya frekans ortamında yapılabilir. Frekans ortamında yapılan süzgeçleme işlemi zaman ortamında yapılan işleme göre ayrıklık açısından daha avantajlıdır. Çünkü zaman ortamında yapılan süzgeçleme işleminde ağırlık katsayılarını her iki uçtan sınırlamak gerekmektedir.

Ardışık süzgeç yöntemi, hız (veya zaman) ve periyodun (veya frekansın) bir fonksiyonu olarak sinyalin genliğindeki (veya enerjisindeki) değişimleri incelemek için kullanılır. Bunun için, süzgeç fonksiyonunun her bir merkez frekans ve hız değerinin hemen yakınında iyi bir ayrıklığa sahip olması istenir. Bunu sağlamak için süzgeç fonksiyonu olarak Gauss fonksiyonu kullanılmaktadır. Çünkü Gauss fonksiyonu çok iyi bir frekans-zaman ayrıklığına sahiptir [100]. Gauss fonksiyonu;

$$H_n(\omega) = \begin{cases} 0 & \omega < \omega_L \\ \exp\left[-\alpha\left(\frac{\omega-\omega_n}{\omega_n}\right)^2\right] & \omega_L < \omega < \omega_H \\ 0 & \omega > \omega_H \end{cases} \quad (3.8)$$

şeklinde tanımlanır.

Burada;

$$\omega_L = (1 - BAND)\omega_n \quad (3.9)$$

$$\omega_H = (1 + BAND)\omega_n \quad (3.10)$$

dır.  $\omega_L$  ; alçak frekans,  $\omega_H$  ise yüksek frekansı belirtir.  $H_n(\omega)$ 'nin ters Fourier dönüşümü alınırsa;

$$h_n(t) = \frac{\sqrt{\pi\omega_n}}{2\alpha} \exp\left[-\frac{\omega_n^2 t^2}{4\alpha}\right] \cos(\omega_n t) \quad (3.11)$$

bulunur. Süzgeç fonksiyonundaki  $\alpha$  parametresi sabit olup, süzgecin ayrıklığını kontrol eder. Gereksiz hesaplamalardan kaçınmak için (3.8) bağıntısı ile tanımlanan fonksiyonun genellikle sonundaki düşük genlikli kısmı atmak uygun olacaktır. Band,

simetrik süzgecin en düşük ( $\omega_L$ ) ve en yüksek ( $\omega_H$ ) sınırları arasında kalan kısımdır. Pencere fonksiyonunun gecikmesi olarak tanımlanan  $\beta$  parametresi, band sınırlarında fonksiyonun istenen değeri için bulunabilir.

$$\beta = \ln \left[ \frac{H_n(\omega_n)}{H_n(\omega_L)} \right] = \ln \left[ \frac{H_n(\omega_n)}{H_n(\omega_H)} \right] \quad (3.12)$$

$\alpha$  parametresi BAND ve  $\beta$  parametresine bağlı olarak hesaplanabilir.

$$\alpha = \frac{\beta}{|BAND|^2} \quad (3.13)$$

Uygulamalarda  $10 \leq \alpha \leq 50$  ve  $\beta = 0.25$  olarak alınabilir [106,34].

(3.8) fonksiyonu ile pencerelenen sismik spektrumun ters Fourier dönüşümü aynı fazlı süzgeçlenmiş sinyali verir. Zaman fonksiyonu bilgisi anlık spektral genliklerin  $A_n(t)$  ve fazların  $Q_n(t)$  değerini belirlemek için gereklidir:

$$A_n(t) \exp[iQ_n(t)] = h_n(t) + iq_n(t) \quad (3.14)$$

Faz ve zaman fonksiyonları  $h_n(t)$  ve  $q_n(t)$  ile gösterilir. Spektrum  $Q_n(\omega)$ , faz spektrumundan kolayca bulunabilir:

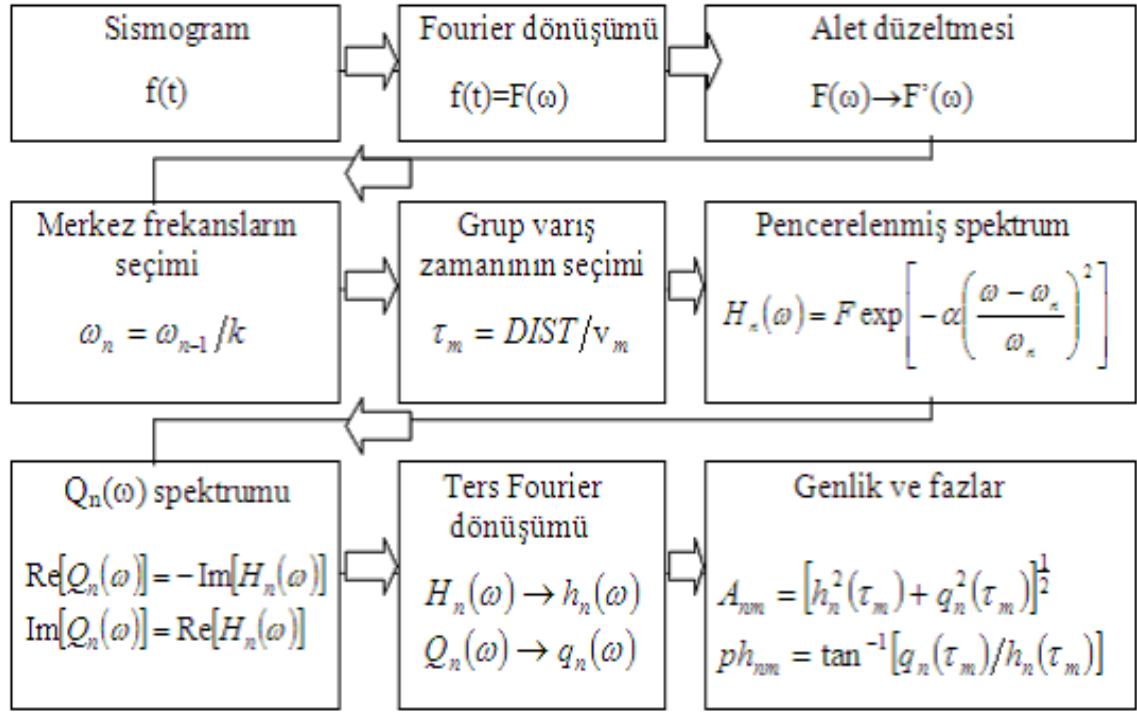
$$Q_n(\omega) = H_n(\omega) \exp[i\pi/2] \quad (3.15)$$

Ters dönüşümden sonra anlık genlik ve fazlar;

$$A_n(t) = [h_n^2(t) + iq_n^2(t)]^{1/2} \quad (3.16)$$

$$\varphi_n(t) = \tan^{-1} \left[ \frac{q_n(t)}{h_n(t)} \right] \quad (3.17)$$

şeklini alır [97]. Anlık faz ve genlik kavramı, grup varış zamanının ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan ve grafiksel bir yöntem olan doruk-çukur yönteminin ana ilkesidir. Burada frekans; dispersiyona uğramış dalga dizisinin ardışık doruk, sıfır ve çukurları arasındaki zaman aralığı ölçülerek belirlenir [34].

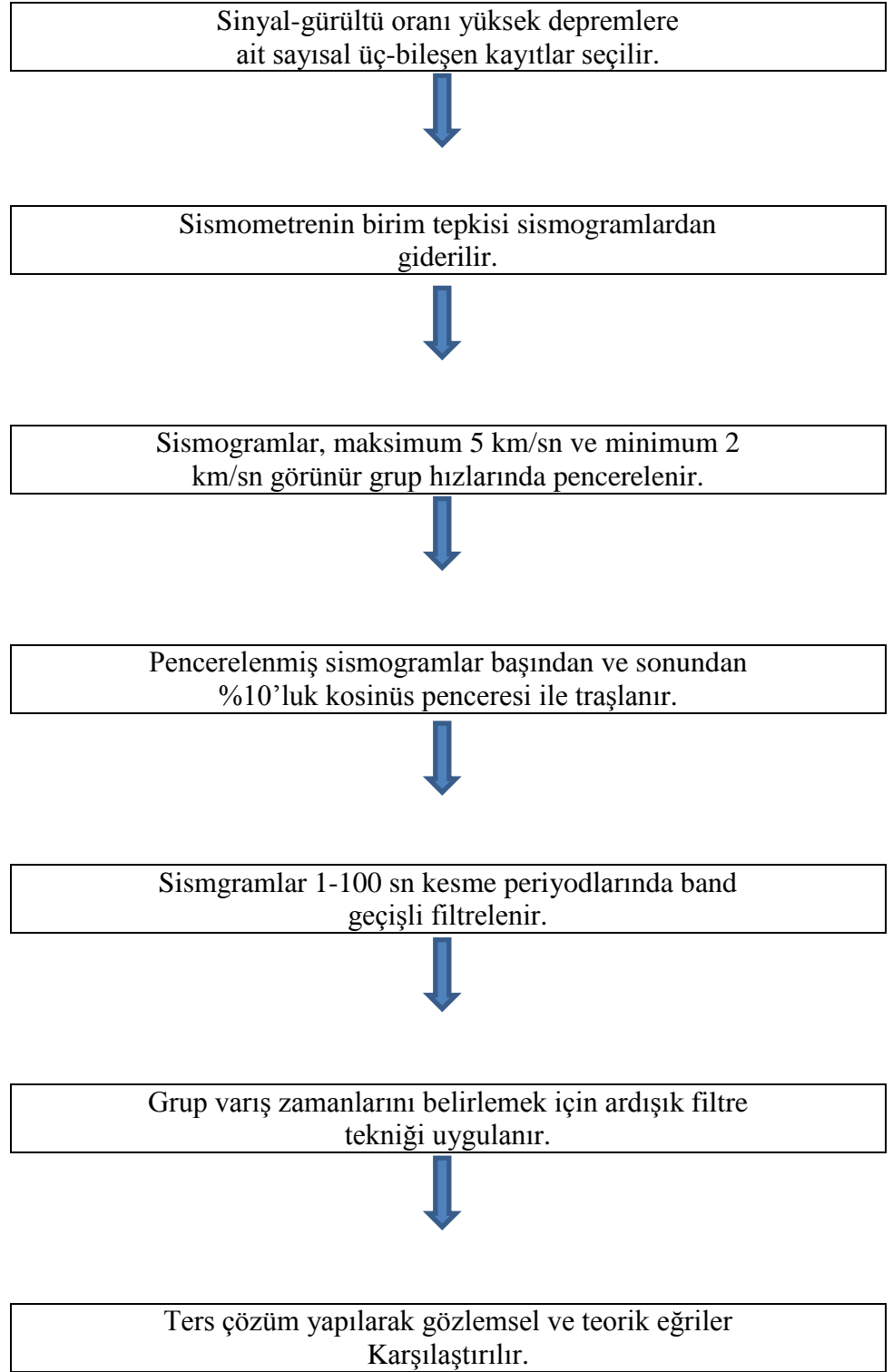


Şekil 3.4. Ardışık süzgeç yönteminin akış çizelgesi [100].

1. Eşit aralıklı örneklenmiş sismogram bilgisayara girilerek, gürültü ve doğrusal eğim giderilir. Örnekleme aralığı sismogramda bulunan çok yüksek frekanslarla katlanmayı önlemek için yeterli olmalıdır.
2. Gözlenen zaman serileri uygun sayıdaki sıfır ilave edilerek ikinin uygun bir kuvveti için genişletilir. Genişletilen uzunluk gerekli frekans ayrırlılığine göre saptanır.
3. Bu aşamada alet tepkisinin gerçel ve sanal kısımları için düzeltme yapılarak, kompleks ortamda faz ve genliğin aletsel değişimleri giderilebilir.
4. Sabit bir oranla ilişkilendirilen merkez frekanslar sonraki adımlarda kullanılacak süzgeçler için belirlenir. Zaman serilerinin uzunluğu ve örnekleme oranı Fourier serilerinden elde edilen harmonik bileşenlerin frekansını belirler.
5. Grup hızının önceden seçilmiş değeri için zaman aralığı belirlenir.

6. Süzgeçleme geçerli merkez frekans civarında simetrik olan bir süzgeç fonksiyonu ile sismik spektrumun pencerelemesi şeklinde elde edilir.
7. Spektrum  $Q_n(\omega)$  , anlık spektral genlik ve fazların hesaplanması için düzenlenir.
8. Faz ve spektrumun ters Fourier dönüşümü ikinci adımdaki hızlı Fourier dönüşümü için kullanılan algoritma ile hesaplanır.
9. Anlık spektral genlik ve fazlar, grup varış zamanının her biri için hesaplanır [97].

Bu çalışmada düşey bileşenden elde edilen Rayleigh dalgası verisi kullanılmıştır. Gözlemsel grup hızları, ardışık süzgeç tekniği kullanan, “*Computer Programs In Seismology*” bilgisayar program paketi (Herrmann 1987) ile hesaplanmıştır. Gözlemsel grup hızları hesaplanmasından önce, kayıtlardan sismometrenin tepkisi ayırt edilmiş ve sonra kayıtlara görünür grup hızı sınırları maksimum 5 km/sn ve minimum 2 km/sn olan %10'luk cosinüs zaman penceresi uygulanmıştır. Ayrıca sinyaller sinyal gürültü iyileşmesine bakmak için 1-100 sn kesme periyodlarında band-geçişli filtre edilmiştir.



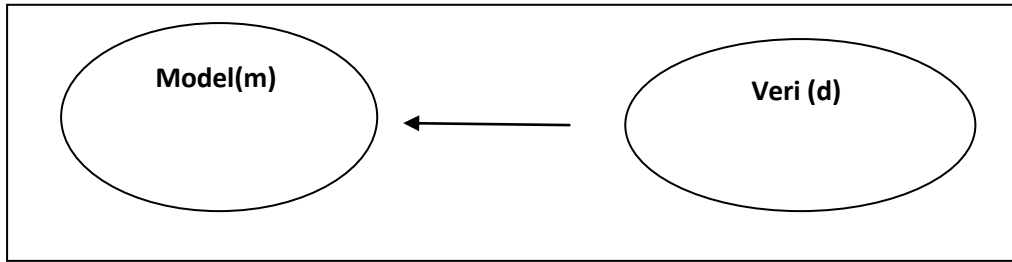
Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan yüzey dalgalarına uygulanan veri-işlem aşamalarını gösteren akış diyagramı.

### 3.3 Yüzeş Dalgalarının Grup Hızlarının Ters Çözümü

#### 3.3.1. Ters Çözüm

Temel ve mühendislik bilimlerde bir fiziksel sistem içerisinde belirli uzaklık veya zaman aralıklarında yapılan çeşitli ölçümlerden bir dizi sayısal veri elde edilmektedir. Bu verilerin kaynağına inilerek, verilere neden olan değişkenlerin bulunması işlemi temelde bir ters problem çözümdür.

Jeofizik biliminde yerin kendisi bir fiziksel sistemi, bu sistem içerisindeki değişkenler ise yer içindeki bilinmeyenleri temsil eder. Burada amaç, sistemin bir yanıtı olarak ölçülmüş olan jeofizik verilere neden olan "problemi"; diğer bir deyişle verilere neden olan "bilinmeyenleri" tanımlayabilmektir. Örneğin arama jeofiziğinin doğal potansiyel alan yöntemi olan gravite yöntemiyle ölçülen gravite anomalilerine, farklı yoğunluk, boyut ve derinlikteki kayaçlar neden olmaktadır. Bu durumda gözlenen anomali, yerin "doğal yanıtı" olmakta; bu yanıtın kaynağı olan yeraltı yapıları ise "problemi" temsil etmektedir. Dikkat edilirse, yanıtın hareketle problemin tanımlanmaya çalışılması "ters" bir işleme karşılık gelir. Benzer şekilde elektrik öz direnç ve sismik yöntemler gibi yapay kaynaklı yöntemlerde, yer yapay olarak üretilen sinyallerle uyarılmakta ve yerin bu sinyallere karşı gösterdiği tepki, "yanıt" olarak kaydedilmektedir. Ters çözüm modelleme işleminde, yanıtı neden olan kaynak modellenmektedir. Sonuç olarak ters çözüm, veri ortamından bilinmeyen model ortamına bir geçiş işlemidir [102].



Şekil 3.6. Genel Olarak ters çözüm problemi[102].

Jeofizikte ters çözüm, doğrusal ve doğrusal olmayan ters çözüm olarak iki kısımda incelenir. "doğrusal" ve "doğrusal olmama" kavramları, model parametreleri ile gözlem verileri arasında ilişkiye bağlı olarak tanımlanan kavramlardır. Ters çözümün jeofizik modellemede çeşitli uygulama alanları bulunmaktadır. Bunlardan bazıları, veri



çakıştırma, sayısal filtre oluşturma, sismogramların dekonvolüsyonu, deprem lokasyon kestirimi, sismik tomografi ve arama amaçlı uygulamalardır [102].

### 3.3.2. Doğrusal ters çözüm

Doğrusal ters çözümde bilinmeyen parametreler modelin fiziksel parametreleri (yoğunluk, süseptibilite, sismik hız, vs) olabildiği gibi, bazen bir model denklemin katsayıları (veri çakıştırma) veya fiziksel bir olay tanımlayan fonksiyonel bir ilişkinin büyüklükleri olabilir (sayısal filtreler). Model parametreler ile gözlem verileri arasındaki ilişki;

$$G(m) = d \quad (3.18)$$

sürekli bir fonksiyonla tanımlanır. (3.18) bağıntısıyla verilen sürekli bir doğrusal sistem içerisinde G terimi her zaman doğrusal bir integral operatörüdür. Bu integral a ve b aralığında tanımlı bir sistem için,

$$d(s) = \int_a^b g(s, x)m(x)dx \quad a < s < b \quad (3.19)$$

eşitliği ile verilir. Burada  $d(s)$  gözlenen verileri,  $g(s,x)$  ise bir çekirdek fonksiyonu temsil eder her ikisi de "bilinen" fonksiyonlardır. "Bilinmeyen" ise modelin fiziksel parametrelerini temsil eden  $m(x)$  fonksiyonudur. (3.19) bağıntısı, birinci türden Fredholm integral bağıntısını temsil eder [103].

Birinci türden Fredholm integral bağıntılarına jeofizikte oldukça sık rastlanır. (3.19) eşitliğinde, g'nin kayma ile değişmez olması durumunda çekirdek fonksiyonu yalnızca s-x değişkenine bağlı olur. Bu durumda,

$$d(s) = \int_{-\infty}^{\infty} g(s - x)m(x)dx \quad (3.20)$$

eşitliği yazılabilir. Böylece (3.20) bağıntısı, aynı zamanda bir konvolüsyon integralini temsil eder. Konvolüsyon önemli bir matematiksel kavramdır ve birçok alanda kuramsal gelişmelerin başlangıç noktasını teşkil eder [102].

### 3.3.3. Ayırıklaştırma ve ayırık verilerin doğrusal ters çözümü

Jeofizik gözlemlerden yer içinin ideal çözümü, ölçümlerin ancak  $(-\infty, \infty)$  aralığında yapılması durumunda geçerlidir. Bununla beraber jeofizik gözlemler her zaman sonlu sayıdadır ve ters çözüm işlemi ayırık veriler üzerinden yapılmaktadır. Bu durumda (3.19) bağıntısının ayırık biçimi elde edilmektedir. Buna göre gözlem verileri  $d$ 'nin  $S_1, S_2, \dots, S_n$  gözlem noktalarında değerleri biliniyorsa (3.19) bağıntısı,

$$d(s_i) = \int_a^b g(s_i, x)m(x)dx \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3.21)$$

olarak yazılır. Burada  $n$  gözlem sayısıdır. (3.21) bağıntısına göre  $m(x)$  çözümlerinin bulunabilmesi için integral bağıntısının  $[a, b]$  aralığında ayırıklaştırılması gerekir. İntegral bağıntılarının ayırık hale getirilmesinde kullanılan yöntemlerden biri orta nokta kuralıdır. Sürekli bir  $f(x)$  fonksiyonu  $[a, b]$  aralığında  $m$  adet alt aralığa bölünür ve her bir aralığın ortasındaki  $x_1, x_2, \dots, x_m$  noktaları belirlenir. Bu alt aralıkların uzunluğu,

$$\Delta_x = \frac{b - a}{m} \quad (3.22)$$

olmak üzere ayırık noktalar,

$$X_j = a + \frac{\Delta_x}{2} + (j - 1)\Delta_x \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (3.23)$$

eşitliğinden bulunabilir. Ayırık  $x_j$  veri noktaları için,

$$\int_a^b g(s_i, x)m(x)dx \approx \sum_{j=1}^m g_i(x_j) m(x_j)\Delta_x \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3.24)$$

şeklinde yazılabilir. Buradan (3.21) bağıntısının ayırık şekli,

$$d_i = \sum_{j=1}^m g_i(x_j) \Delta_x \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3.25)$$

eşitliğine dönüşür. Buradan kısaca,

$$G_{ij} = g_i(x_j)\Delta_x \quad i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m \quad (3.26)$$

ve

$$m_j = m(x_j) \quad j=1, 2, \dots, m \quad (3.27)$$

eşitlikleri yazılırsa,

$$d_i = \sum_{j=1}^m G_{ij} m_j \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3.28)$$

elde edilir. (3.28)'in açık bir şekli,

$$\begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} & \dots & G_{1m} \\ G_{21} & G_{22} & \dots & G_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ G_{n1} & G_{n2} & \dots & G_{nm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \\ \cdot \\ m_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \cdot \\ d_n \end{bmatrix} \quad (3.29)$$

olacaktır. Bunun simgesel matris gösterimi,

$$Gm=d \quad (3.30)$$

olarak yazılır. Burada  $G$  ve  $d$  bilindiğinden  $m$  hesaplanabilir. Bu durumda eğer  $G$  bir kare ve tersi alınabilen bir matris ise bilinmeyenler,

$$m = G^{-1}d \quad (3.31)$$

bulunabilir. Sonuç olarak (3.18) eşitliği ile verilen sürekli verilerin doğrusal ters çözümü, ayrıklaştırma yolu ile elde edilen (3.31) eşitliğine göre yapılmaktadır [102].

### 3.3.4. Enküçük kareler yöntemi ile doğrusal çözüm

Ayrık veriler için doğrusal ters problem çözümünde her bir gözlem noktasında model parametreleri ( $m$ ) ve hesaplanan veriler ( $d_{hes}$ ) arasında,

$$d_{hes} = Gm \quad (3.32)$$

olarak tanımlanan doğrusal bir ilişki vardır. Gözlenen ve hesaplanan veriler arasında her zaman,

$$d_{göz} - d_{hes} = e \quad (3.33)$$

olarak tanımlanan hatalar bulunmaktadır. Bu durumda,

$$e = d_{göz} - Gm \quad (3.34)$$

eşitliği yazılır. Enküçük kareler duyarlılığında  $e$  vektörünün uzunluğu, bu vektörün bileşenlerinin karelerinin toplamına eşit olacağından toplam karesel hata,

$$E = \sum_{i=1}^n e_i^2 = e^T e \quad (3.35)$$

olarak yazılır. (3.34) bağıntısı (3.35)'de yerine yazılırsa,

$$E = (d - Gm)^T (d - Gm) = (d^T - m^T G^T)(d - Gm) = d^T d - d^T Gm - m^T G^T d + m^T G^T Gm \quad (3.36)$$

bulunur. Burada  $E$ 'nin 'enküçük' olması için  $m$ 'ye göre türevinin sıfıra eşitlenmesi gerekir. Buna göre  $E$  hata fonksiyonu  $m^T$ 'nin bir fonksiyonu olarak ele alalım.  $E(m^T)$ 'nin  $m$ 'ye göre türevi alınıp sıfıra eşitlenirse,

$$\frac{\partial E(m^T)}{\partial m} = \frac{\partial}{\partial m} (m^T G^T G m - m^T G^T d - d^T G m + d^T d) = 0 \quad (3.37)$$

eşitliği yazılır. Burada,

$$\frac{\partial}{\partial m} m^T = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial m_1} & \frac{\partial}{\partial m_2} & \dots & \frac{\partial}{\partial m_m} \end{bmatrix} [m_1 \quad m_2 \quad \dots \quad m_m] = I \quad (3.38)$$

şeklinde çarpma işlemi birim matrise eşit olmaktadır. Bu işlemin iki vektörün dış çarpımı olduğuna dikkat edilmelidir. Böylece (3.37)' den

$$G^T G m = G^T d \quad (3.39)$$

eşitliği elde edilir. Buradan  $m$  çekilirse,

$$m = (G^T G)^{-1} G^T d \quad (3.40)$$

elde edilir. Böylece hata vektörünün en küçük olmasını sağlayan parametre çözümü hesaplanabilir. Bu çözüme *Genelleştirilmiş Ters Çözüm veya Gauss-Newton Çözümü yada Sönümsüz Enküçük Kareler Çözümü* adı verilir. (3.40) bağıntısında eşitliğin sağ tarafında  $d$  teriminin yanındaki ifadelerin tümü,

$$G_L^{-1} = (G^T G)^{-1} G^T \quad (3.41)$$

şeklinde *Lanczos* tersi olarak tanımlanır. Bu durumda (3.40) için kısaca

$$m = G_L^{-1} d \quad (3.42)$$

eşitliği yazılabilir [102].

## 4. BOLÜM

### BULGULAR

Hem Love hem de Rayleigh dalgaları hız dispersiyonu veya kısaca dispersiyon olarak ifade edilen önemli bir özellik sergilerler. Dispersiyon gösteren yüzey dalgalarının hız yayılımları P ve S dalgalarında olduğu gibi periyodik değildir, fakat hız artan dalga periyodu ile artar. [86]. Yüzey dalgalarının dispersiyon eğrilerinden yararlanılarak yer içi yapısı saptanabilir. Bir istasyonda kayıt edilen yüzey dalgası kaydı kullanılarak grup hızı dispersiyon eğrileri hesaplanabilir. Daha sonra bu eğrilerin ters çözümlemesi yapılmak suretiyle dalganın kaynak istasyon arasında kat ettiği yörüngeye ait yapı belirlenir [34]. Depremlerden alet etkisini ve geometrik yayılım etkisini giderdikten sonra ardışık süzgeç tekniğini kullanarak gözlemsel grup hızı değerleri elde edilmiştir. Gözlemsel grup hızı eğrilerinin elde edilmesinden sonraki adım, bu eğrilerin ters çözümü yapılarak, bu eğriyi veren yer yapısının bulunmasıdır. Ters çözüm işleminde Surf96 adlı program kullanılmıştır [104]. Surf96, hem ana mod hem de yüksek mod yüzey dalgası dispersiyon eğrilerinin ters çözümünün yapılmasını sağlar. Bu programda seçime bağlı olarak ya stokastik (Sönümlü en küçük kareler) ya da Diferansiyel ters çözüm yöntemi kullanılabilir. Bu programın giriş verileri şunlardır:

1. Periyoda göre gözlemsel Rayleigh veya Love dalgası grup hızı eğrileri,
2. Yatay tabakalı başlangıç yer modeli (Tabaka kalınlığı, S-dalga hızı, Poisson oranı).

Program veriler girildikten sonra tekrarlı olarak gözlenen grup hızı eğrisine uyan yer modelini ve dispersiyon eğrisini hesaplamaktadır. Her adımda orijinal dispersiyon eğrisine ne ölçüde yaklaşıldığını belirlemek için program menüsünde bulunan seçenek yardımı ile programı her bir çözüm için yeniden çalıştırmak mümkündür. Programda, gözlemsel dispersiyon eğrisi ile modelden hesaplanan dispersiyon eğrisi arasında bir uyum olup olmadığını kontrol etmek için hata değerlerine (RMS) bakmak gereklidir. Eğer gözlemsel dispersiyon eğrisine yaklaşıma yerine bir iraksama oluyorsa hata değeri artacaktır. Bu programın çalıştırılması sonucunda elde edilen çıkış verileri:

1. Periyoda göre gözlemsel grup hızı eğrisi ile modelden hesaplanan teorik grup hızı eğrisi,
2. Gözlemsel grup hızı ile çakışan en uygun teorik grup hızı eğrisini veren tabakalı yer modeli elde edilir [93].

Bu çalışmada Anadolu'nun kabuk ve üst manto yapısının belirlenmesi amacıyla, Tekirdağ (SART), İstanbul (ELBA), Yalova (ESK, KLC), Kocaeli (GBZ), Samsun (HAVZ, SAMS), Çankırı (ILGA), Trabzon (MACK), Artvin (DBAD, DBOC, DDEM, DAGI), Ağrı (TUTA, DYDN), Erzurum (KOPT, EUZM), Gümüşhane (KELT), Muş (EKAR), Ankara (BBAL, ODTU), Konya (KDHN, KMER, KKUL, KONT), Kırşehir (CDAG), Karaman (ERMK) ve Antalya (GAZI, KORT) istasyonlarında kayıt edilmiş, Rayleigh dalgaları grup hızı eğrilerine ters çözüm yöntemi uygulanarak, her bir deprem ile istasyonlar arası S-dalgası hızı belirlenmeye çalışılmıştır. Belirlenen S-dalgası hız yapıları ile Anadolu plakasına ait karmaşık tektonik özelliklerle ve önceki jeofiziksel çalışmalarla ilişkileri incelenmiştir.

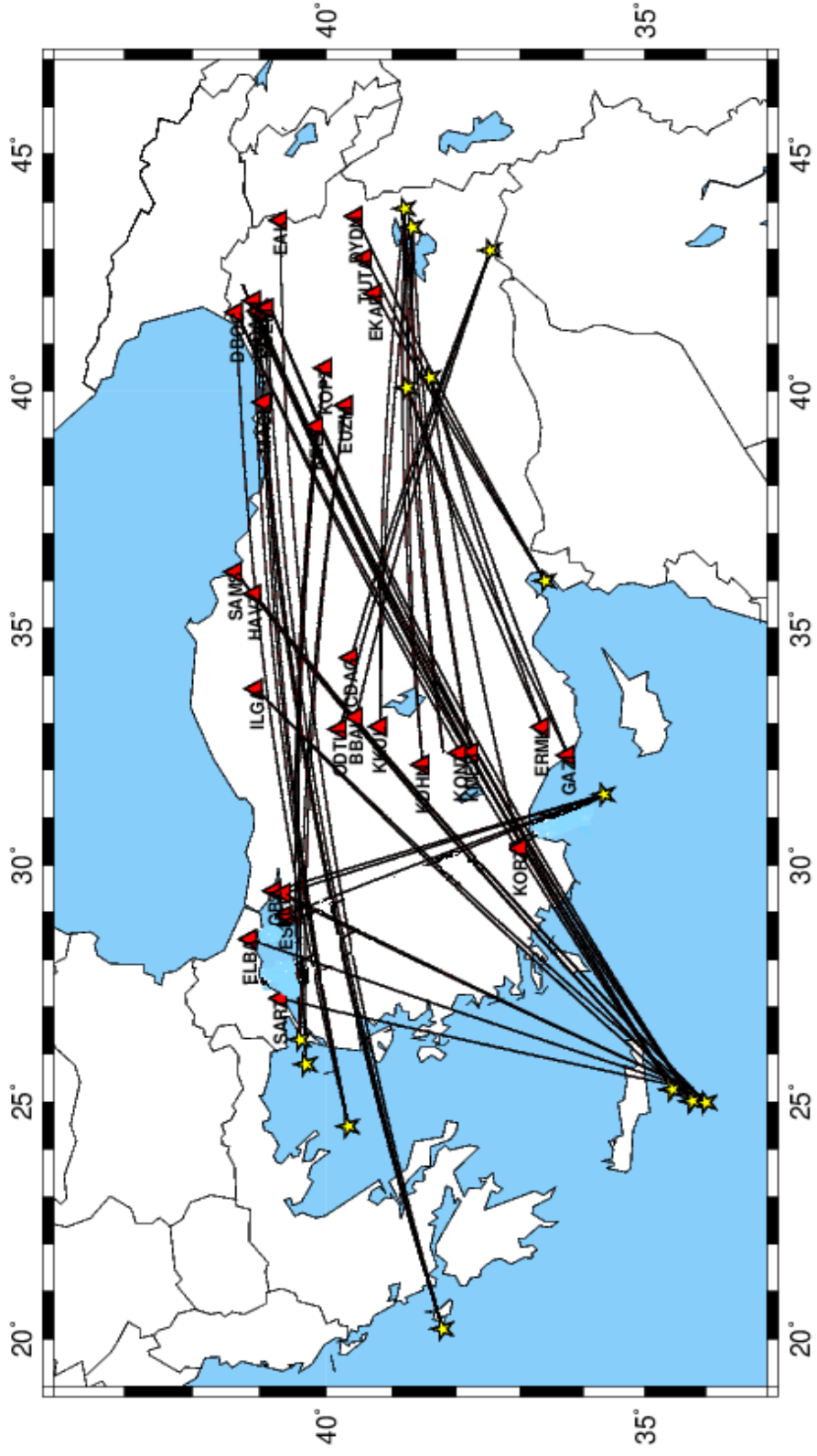
#### **4.1. Çalışmada Kullanılan Depremlere Ait Bilgiler**

Bu çalışmada tek istasyon yüzey dalgası ters çözüm yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem için gerekli olan grup hızı eğrileri 29 farklı istasyonda kaydedilmiş depremler için elde edilmiştir. Sinyal-gürültü oranı yüksek magnitüdüleri (büyüklük) 5.0-6.7 arasında, derinlikleri 5.00 - 29 km arasında değişen 15 adet deprem verisi seçilmiştir. Bu depremler A, B, C, D, E, F, G, H, K olarak 9 ayrı şekilde gruplanarak çözüm yapılmıştır. Seçilen depremlere ait kaynak parametreleri Tablo 4.1' de verilmiştir. Bu kaynak parametreleri Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı Deprem Dairesi, Türkiye Deprem Veri Merkezi veri tabanından alınmıştır. Çalışmada kullanılan istasyonlar ve depremlerin lokasyonları Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Çalışmada kullanılan depremlere ait kaynak parametreleri.

GRUP	NO	TARİH Gün.Ay.Yıl	ZAMAN	EN.	BOY.	DERİNLİK (Km)	BÜYÜKLÜK	İSTASYON
<b>A Grubu Depremler</b>	<b>I</b>	28.03.2008	00:16:12	34.55	25.26	9.25	5.7	Dbad, Dboc, Dagi, Ddem
	<b>II</b>	15.06.2013	16:11:53	34.22	25.01	19.54	5.9	Dbad, Dboc, Dagi, Ddem
<b>B Grubu Depremler</b>	<b>I</b>	23.10.2011	10:41:20	38.68	43.46	19.02	6.7	Kdhn, Kmer Kkul, Kont
	<b>II</b>	18.11.2011	17:39:39	38.80	43.85	8.0	5.2	Kdhn, Kmer Kkul, Kont
<b>C Grubu Depremler</b>	<b>I</b>	30.07.2013	05:33:07	40.30	25.79	20.01	5.3	Kopt, Euzm, Kelt
	<b>II</b>	03.11.2010	02:51:26	40.39	26.31	28.9	5.1	Kopt, Euzm, Kelt
<b>D Grubu Depremler</b>	<b>I</b>	28.03.2008	00:16:12	34.55	25.26	9.25	5.7	Klc, Elba, Gbz, Sart
	<b>II</b>	22.12.2009	06:06:20	35.66	31.49	14.54	5.6	Gbz, Esk, Klc
<b>E Grubu Depremler</b>	<b>I</b>	03.08.2008	00:39:16	39.66	24.48	17.77	5	Mack,Dboc, Dagi, Ddem
<b>F Grubu Depremler</b>	<b>I</b>	05.08.2012	20:37:21	37.46	42.97	12.94	5.3	Bbal, Odtu, Cdag
<b>G Grubu Depremler</b>	<b>I</b>	14.11.2010	23:08:26	36.60	35.99	24.17	5.1	Ekar, Tuta, Dydn
<b>H Grubu Depremler</b>	<b>I</b>	08.03.2010	02:32:31	38.76	40.07	5.01	5.8	Ermk, Gazi
	<b>II</b>	24.03.2010	14:11:30	38.77	40.09	22.57	5	Ermk, Gazi, Kort
<b>K Grubu Depremler</b>	<b>I</b>	15.06.2013	16:11:53	34.22	25.01	19.54	5.9	Havz,Sams, Ilga
	<b>II</b>	16.06.2013	21:39:58	34.10	24.98	17.52	5.7	Havz,Sams, Ilga





Şekil 4.1. Çalışmada kullanılan istasyonlar ile depremlerin lokasyonları ve ışın yolu gösterimi. Kırmızı üçgenler istasyonları gösterirken sarı yıldızlar depremleri göstermektedir.

## 4.2. Yapılan İşlemler

Her grup içinde yer alan depremlerin gözlemsel grup hızlarında görülen saçılmada, deprem-kaynak fazı ve oluş zamanının saptanmasında yapılabilecek olası hatalarda etkili olabilir. Yer altındaki yanal yapısal düzensizlikler ve yüksek modların temel mod ile girişimi saçılmanın nedenleri arasındadır [76]. Bu nedenle hazırlanan her deprem grubunda çözüm yapılırken, ortalama grup hızı eğrilerinde anormal saçlımlar olan grup hızı eğrileri dikkate alınmamıştır. Böylece yüzey dalgası ters çözümünde grup hızlarının saçılmasından dolayı hatalı sonuçların elde edilmesi önlenmeye çalışılmıştır.

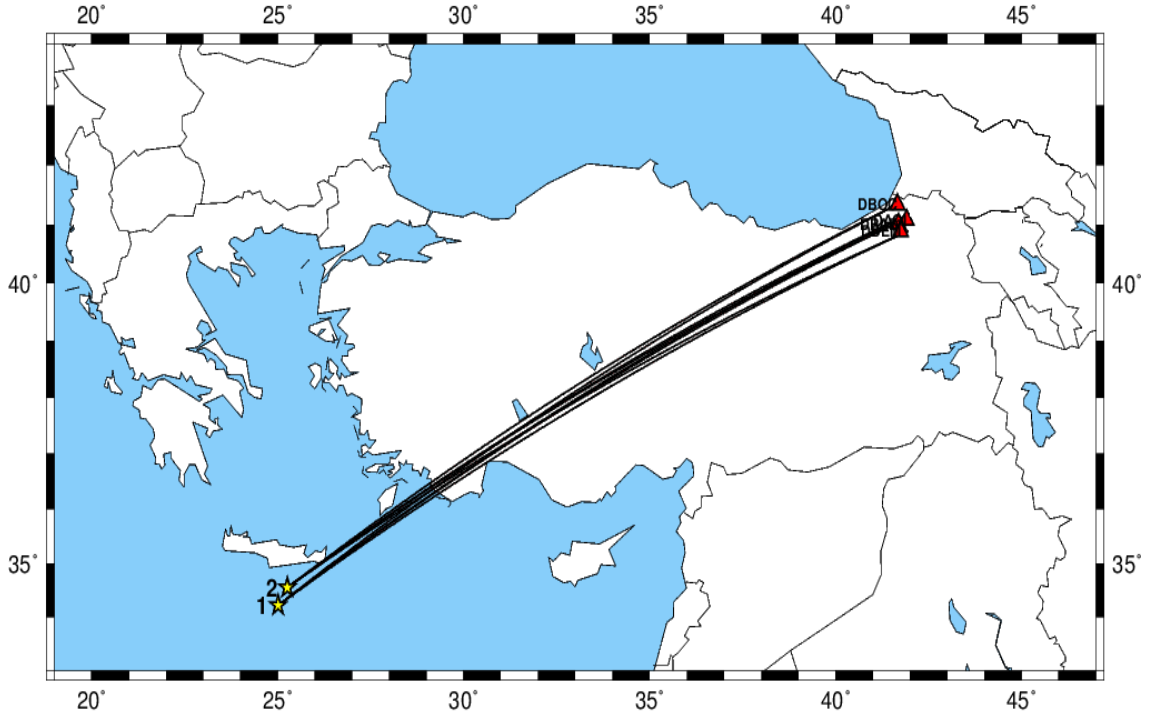
Bu çalışma için gerekli olan grup hızı eğrileri, 29 farklı istasyonda kaydedilmiş depremlerden elde edilmiştir. Bu istasyonlarda kayıt edilen 15 adet depremin Rayleigh yüzey dalgası kayıtları analiz edilerek istasyon-episantr arasındaki yapı belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma A, B, C, D, E, F, G, H, K şeklinde gruplanmış dokuz ayrı deprem grubundan oluşmaktadır.

### 4.2.1. A Grubu depremlerin çözüm

A Grubunda I ve II numaralı depremlerin çözümü için kullanılan istasyonlar ve depremlerin lokasyonları Şekil 4.2' de, I ve II numaralı depremlere ait bilgiler ise Tablo 4.2' de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. A Grubu depremlere ait parametreler

GRUP	NO	TARİH Gün.Ay.Yıl	ZAMAN	EN.	BOY.	DERİNLİK (Km)	BÜYÜKLÜK	İSTASYON
<b>A Grubu Depremler</b>	<b>I</b>	28.03.2008	00:16:12	34.55	25.26	9.25	5.7	Dbad, Dboc, Dagi, Ddem
	<b>II</b>	15.06.2013	16:11:53	34.22	25.01	19.54	5.9	Dbad, Dboc, Dagi, Ddem

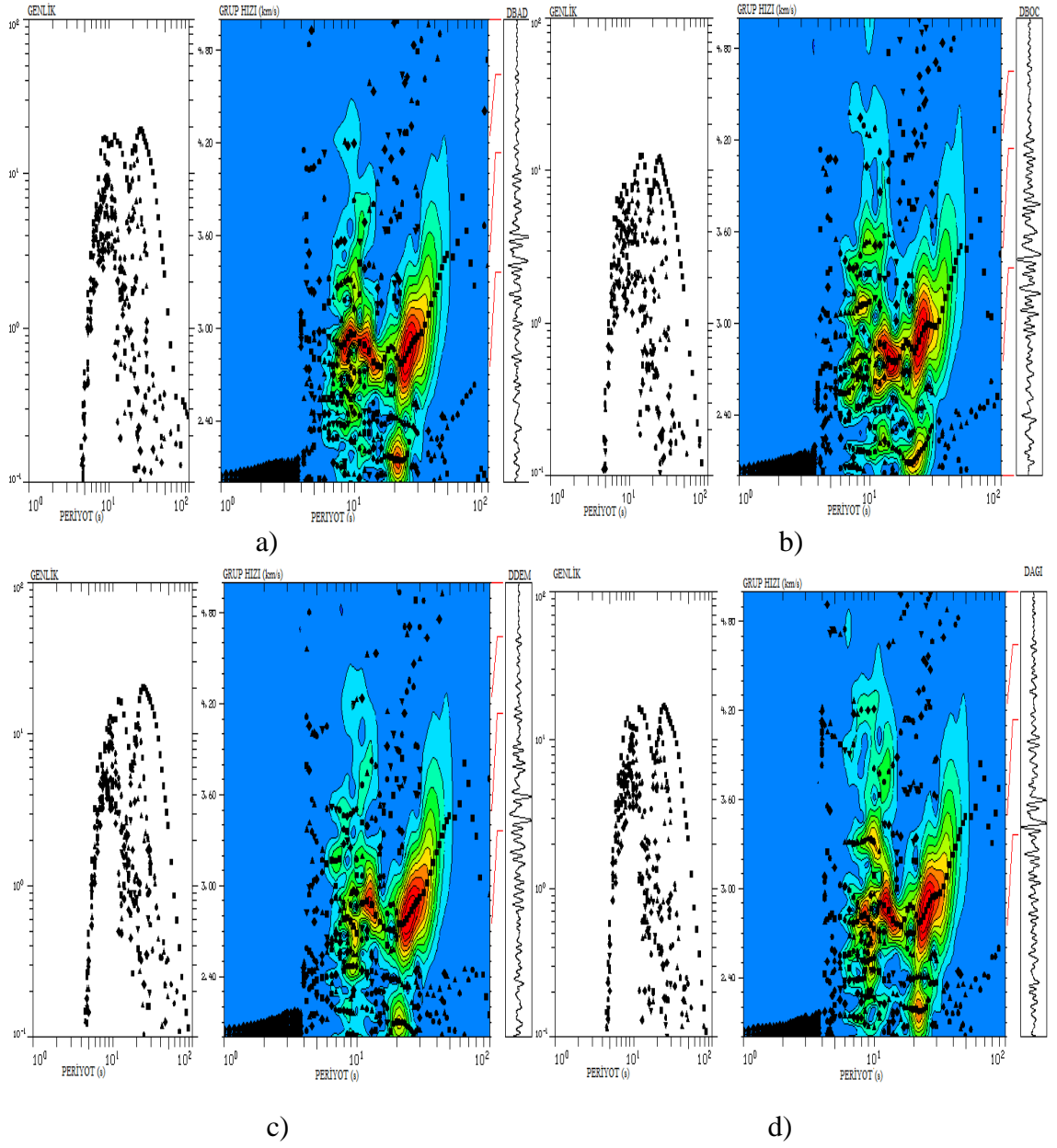


Şekil 4.2. I ve II (A Grubu) numaralı depremler için kullanılan istasyonlar ile depremlerin lokasyonu ve ışın yolu gösterimi.

#### **A Grubu; I numaralı depremin çözümü**

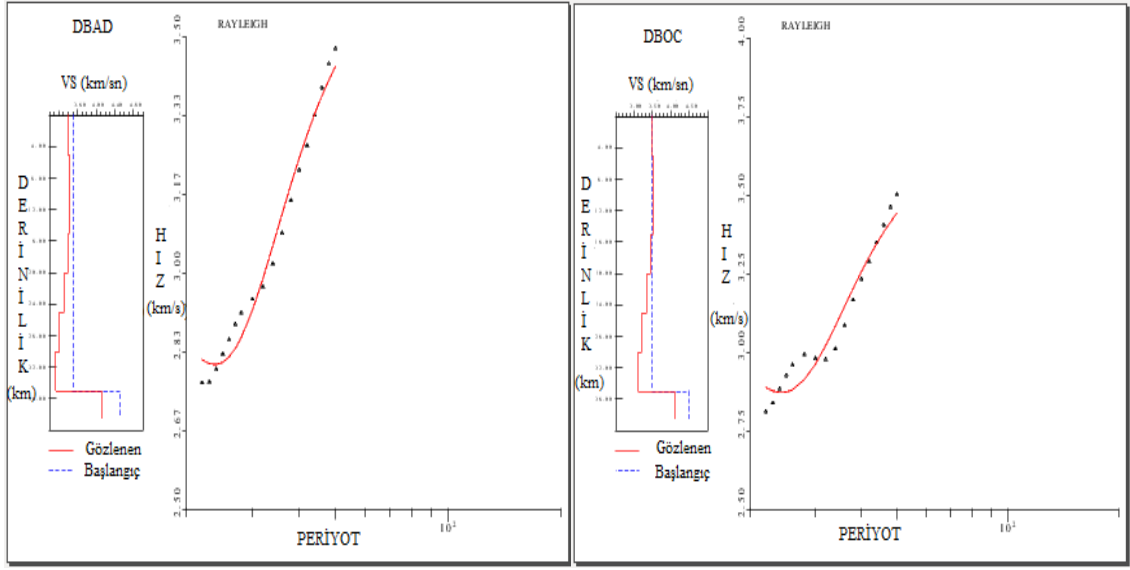
Elimizdeki veriye ardışık süzgeç tekniği (multiple filter technique) uygulanarak gözlemsel grup hızı değerleri hesaplanmıştır. Şekil 4.3’ de 28 Mart 2008’de Akdeniz açıklarında meydana gelmiş (I Numaralı deprem) depremin, Artvin il sınırları içinde bulunan DBAD, DBOC, DDEM, DAGI, istasyonlarında kayıt edilmiş ana mod ve yüksek mod Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları görülmektedir.

Tablo 4.2.de gösterilen I numaralı depremin DBAD, DBOC, DDEM, DAGI, istasyonlarında kaydedilen Rayleigh dalgası kayıtları analizlerde kullanılmıştır. Analiz sonucunda aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki 4 farklı istasyonun grup hızı eğrilerinin uyumlu olduğu (Şekil 4.3) görülmüştür. Grup hızı eğrileri ortalama olarak 20-60 sn periyot aralığında olup, grup hızı değerlerinin de 2.80-3.60 km/sn arasında değiştiği görülmektedir.



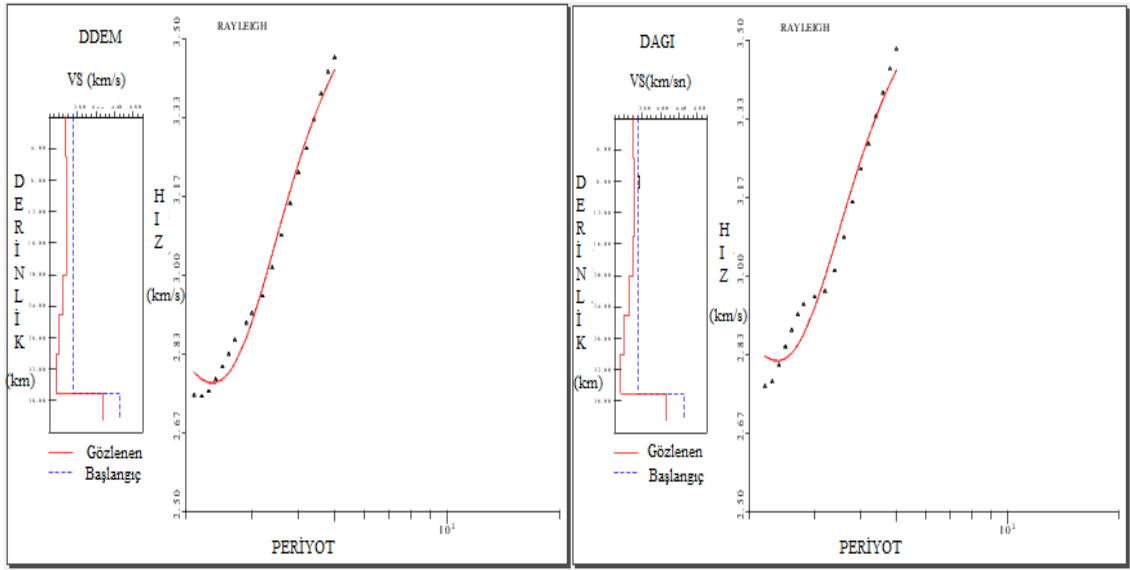
Şekil 4.3. a) DBAD, b) DBOC, c) DDEM, d) DAGI istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları (I Numaralı Deprem).

4 farklı istasyonun her biri için, Rayleigh dalgası kayıtlarından elde edilen grup hızı eğrilerinden ters çözüme gidilmiştir. Şekil 4.4’de ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrileri görülmektedir. Gözlemsel ve teorik dispersiyon eğrileri arasındaki uyumun oldukça iyi olduğu şekillerin karşılaştırılmasından anlaşılmaktadır.



a)

b)

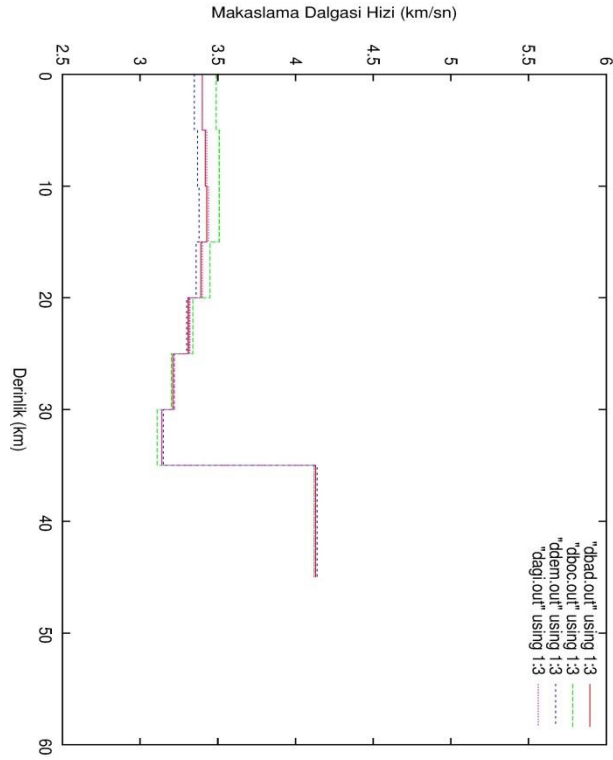


c)

d)

Şekil 4.4. a) DBAD, b) DBOC, c) DDEM, d) DAGI istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(I numaralı deprem).

Şekil 4.5’de Rayleigh dalgası grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen kabuk ve üst- manto S dalga hızının derinlik ile değişimi verilmiştir.



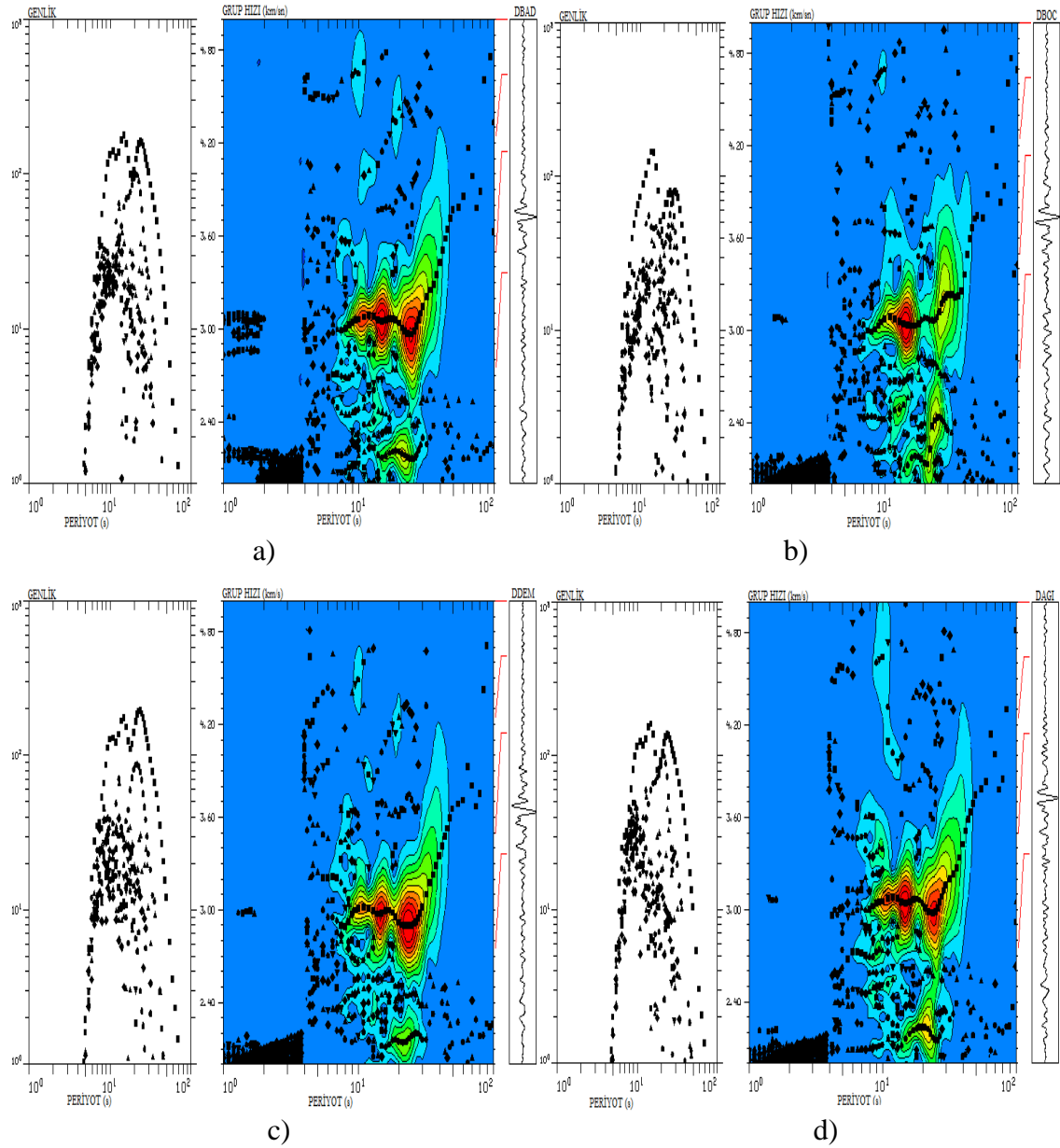
Şekil 4.5. DBAD, DBOC, DDEM, DAGI istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalgası hızının derinlik ile değişimi.

Şekil 4.5’de görüldüğü üzere aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki dört farklı istasyonun makaslama dalgası hızının derinlikle değişimi uyumludur. Ortalama olarak ilk 10 km’de hızlar 3.40- 3.50 km/sn, hız azalımı ile 10 ile 30 km arasındaki hızlar 3.20- 3.30 km/sn arasında, 30 ile 35 km arasındaki hızlar ise 4.10-4.15 km/sn arasında değişmektedir.

### **A Grubu; II numaralı depremin çözümü**

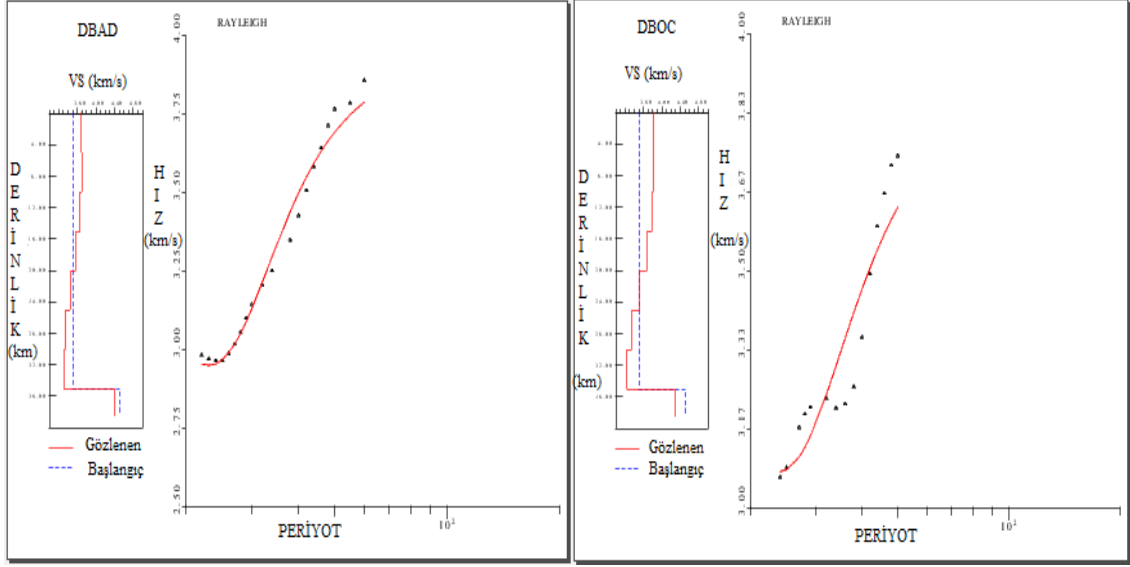
Elimizdeki veriye ardışık süzgeç tekniği (multiple filter technique) uygulanarak gözlemsel grup hızı değerleri hesaplanmıştır. Şekil 4.6’ da 15 Haziran 2013’de Akdeniz açıklarında olmuş (II Numaralı deprem) depremin, Artvin il sınırları içinde bulunan DBAD, DBOC, DDEM, DAGI, istasyonlarında kayıt edilmiş ana mod ve yüksek mod Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları görülmektedir.

Tablo 4.2’ de gösterilen II numaralı depremin DBAD, DBOC, DDEM, DAGI istasyonlarında kaydedilen Rayleigh dalgası kayıtları analizlerde kullanılmıştır. Analiz sonucunda aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki 4 farklı istasyonun grup hızı eğrilerinin uyumlu olduğu (Şekil 4.6) görülmüştür. Grup hızı eğrileri ortalama olarak 20-65 sn periyot aralığında olup, grup hızı değerlerinin de 2.90-3.80 km/sn arasında değiştiği görülmektedir.



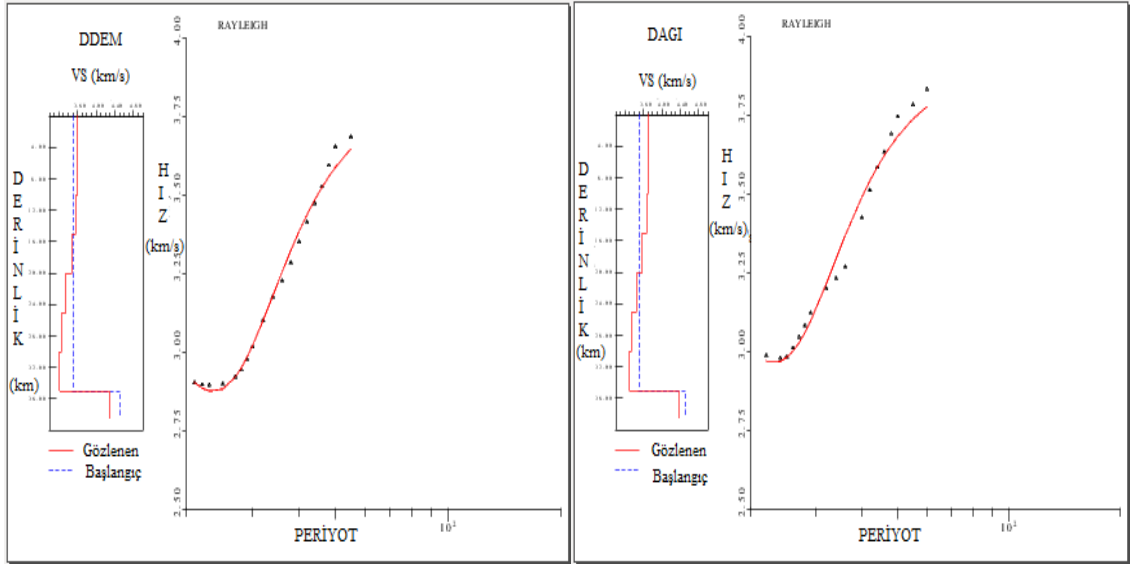
Şekil 4.6. a) DBAD, b) DBOC, c) DDEM, d) DAGI istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(II Numaralı Deprem).

II numaralı depremin çözümünde de I numaralı depremde olduğu gibi 4 farklı istasyonun her biri için, Rayleigh dalgası kayıtlarından elde edilen grup hızı eğrilerinden ters çözüme gidilmiştir. Şekil 4.7’de ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrileri görülmektedir. Gözlemsel ve teorik dispersiyon eğrileri arasındaki uyumun oldukça iyi olduğu şekillerin karşılaştırılmasından anlaşılmaktadır.



a)

b)

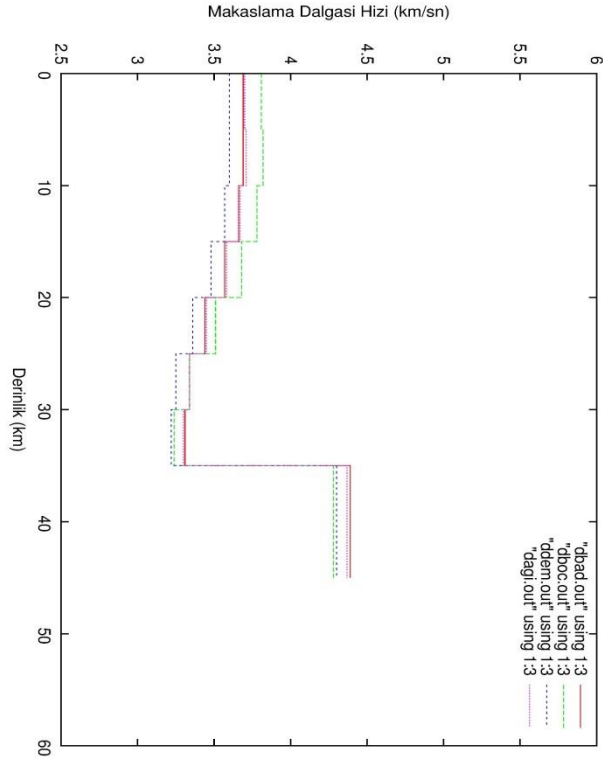


c)

d)

Şekil 4.7. a) DBAD, b) DBOC, c) DDEM, d) DAGI istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(II numaralı deprem).





Şekil 4.8. DBAD, DBOC, DDEM, DAGI istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalgası hızının derinlikle değişimi(II numaralı deprem).

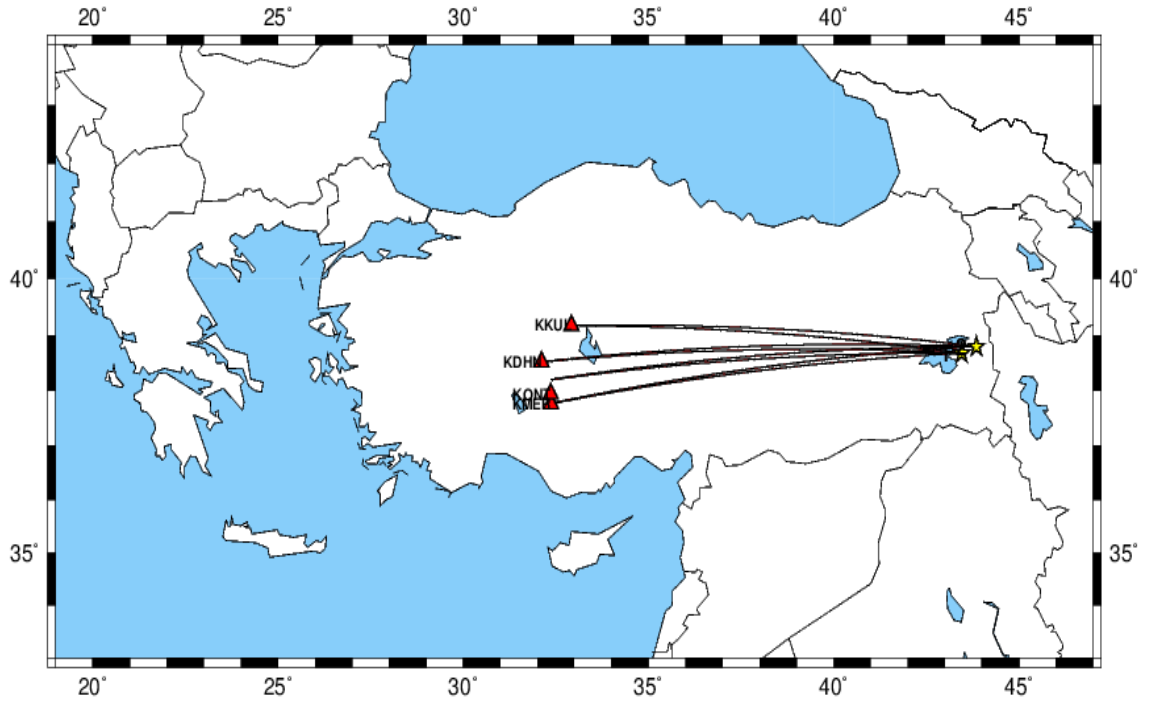
Şekil 4.8'de görüldüğü üzere aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki dört farklı istasyonun makaslama dalgası hızının derinlikle değişimi uyumludur. Ortalama olarak ilk 10 km'de hızlar 3.60-3.80 km/sn, hız azalımı ile 10 ile 30 km arasındaki hızlar 3.30-3.40 km/sn arasında, 30 ile 35 km arasındaki hızlar ise 4.30-4.50 km/sn arasında değişmektedir.

#### 4.2.2. B Grubu depremlerin çözüm

B Grubu'nun I ve II numaralı depremlerin çözümü için kullanılan istasyonlar ve depremlerin lokasyonları Şekil 4.9' da, I ve II numaralı depremlere ait bilgiler ise Tablo 4.3' de gösterilmiştir.

Tablo 4.3. B Grubu depremlere ait parametreler

GRUP	NO	TARİH Gün.Ay.Yıl	ZAMAN	EN.	BOY.	DERİNLİK (Km)	BÜYÜKLÜK	İSTASYON
<b>B Grubu Depremler</b>	<b>I</b>	23.10.2011	10:41:20	38.68	43.46	19.02	6.7	Kdhn, Kmer Kkul, Kont
	<b>II</b>	18.11.2011	17:39:39	38.80	43.85	8.0	5.2	Kdhn, Kmer Kkul, Kont

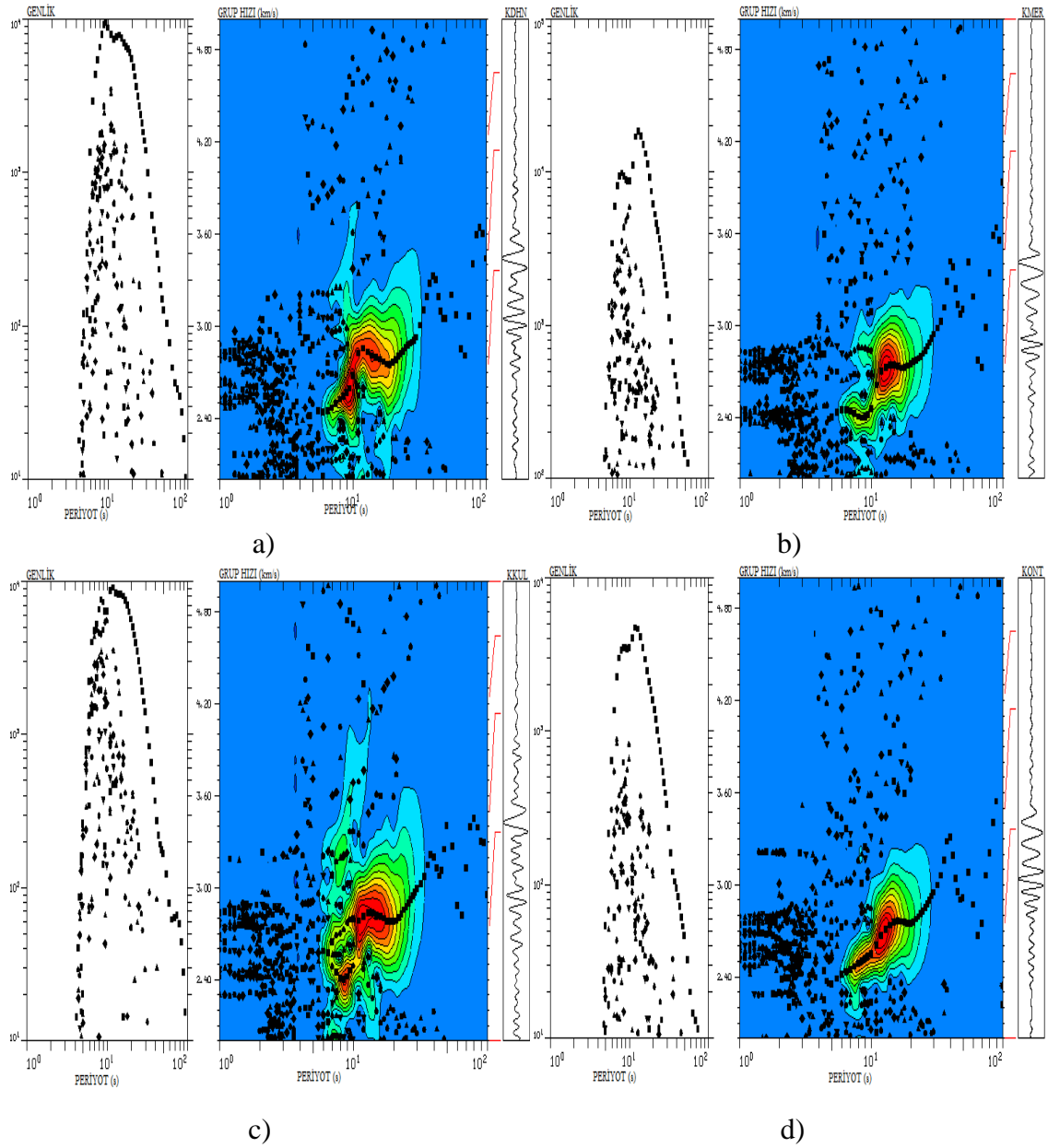


Şekil 4.9. I ve II (B Grubu) numaralı depremler için kullanılan istasyonlar ile depremlerin lokasyonu ve ışın yolu gösterimi.

### **B Grubu; I numaralı depremin çözümü**

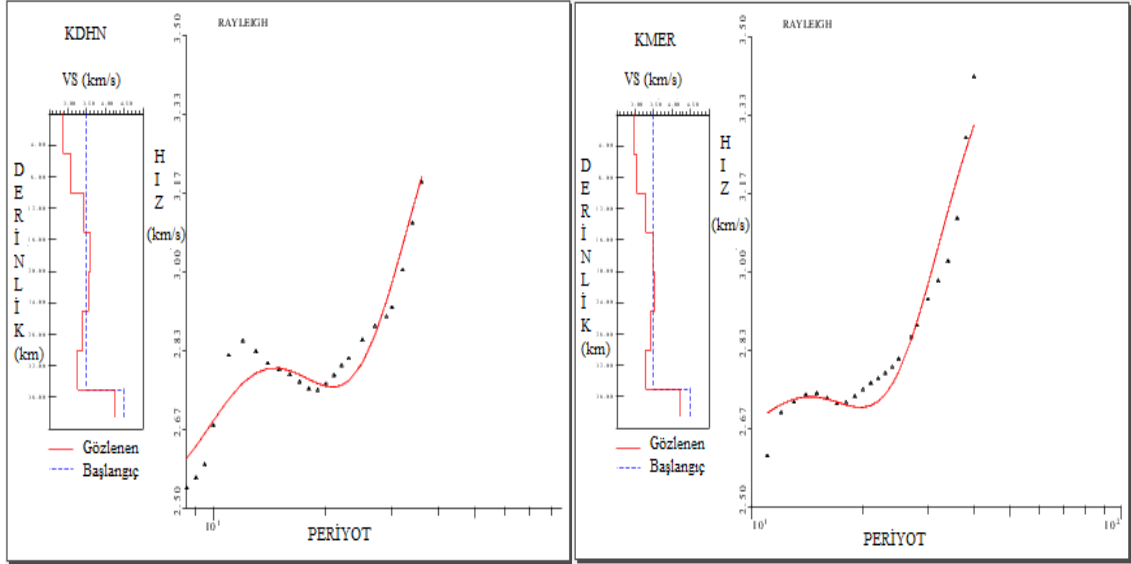
Elimizdeki veriye ardışık süzgeç tekniği (multiple filter technique) uygulanarak gözlemsel grup hızı değerleri hesaplanmıştır. Şekil 4.10' da 23 Ekim 2011'de Van'da meydana gelmiş (I Numaralı deprem) depremin, Konya il sınırları içinde bulunan KDHN, KMER, KKUL, KONT istasyonlarında kayıt edilmiş ana mod ve yüksek mod Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları görülmektedir.

Tablo 4.3’ de gösterilen I numaralı depremin KDHN, KMER, KKUL, KONT istasyonlarında kaydedilen Rayleigh dalgası kayıtları analizlerde kullanılmıştır. Analiz sonucunda aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki 4 farklı istasyonun grup hızı eğrilerinin uyumlu olduğu (Şekil 4.10) görülmüştür. Grup hızı eğrileri ortalama olarak 6-40 sn periyot aralığında olup, grup hızı değerlerinin de 2.40-3.10 km/sn arasında değiştiği görülmektedir.



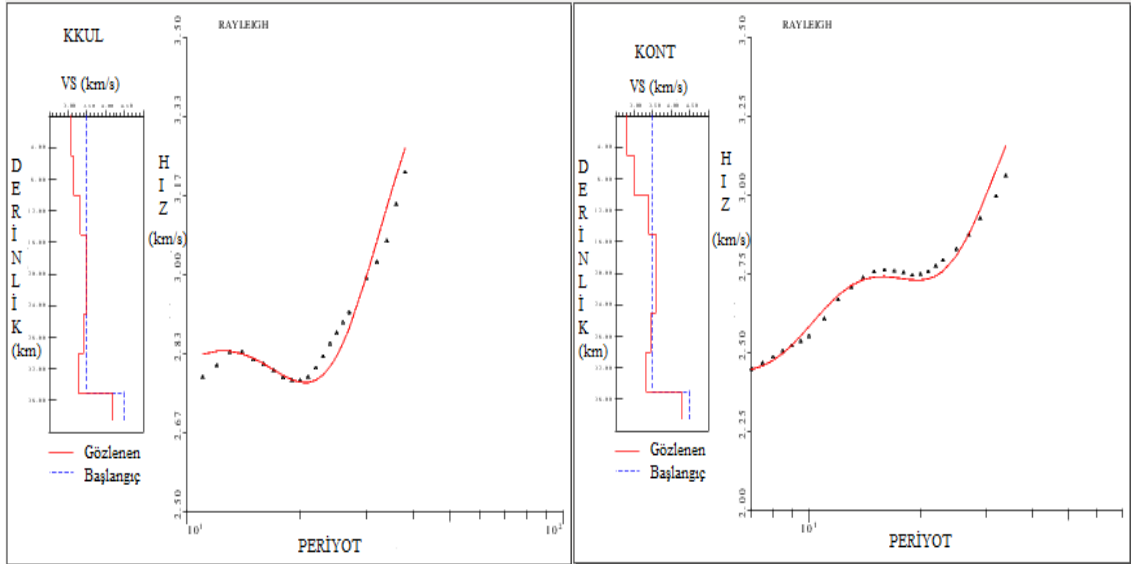
Şekil 4.10. a) KDHN, b) KMER, c) KKUL, d) KONT istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları.

4 farklı istasyonunun her biri için, Rayleigh dalgası kayıtlarından elde edilen grup hızı eğrilerinden ters çözüme gidilmiştir. Şekil 4.11’de ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrileri görülmektedir. Gözlemsel ve teorik dispersiyon eğrileri arasındaki uyumun iyi olduğu şekillerin karşılaştırılmasından anlaşılmaktadır.



a)

b)

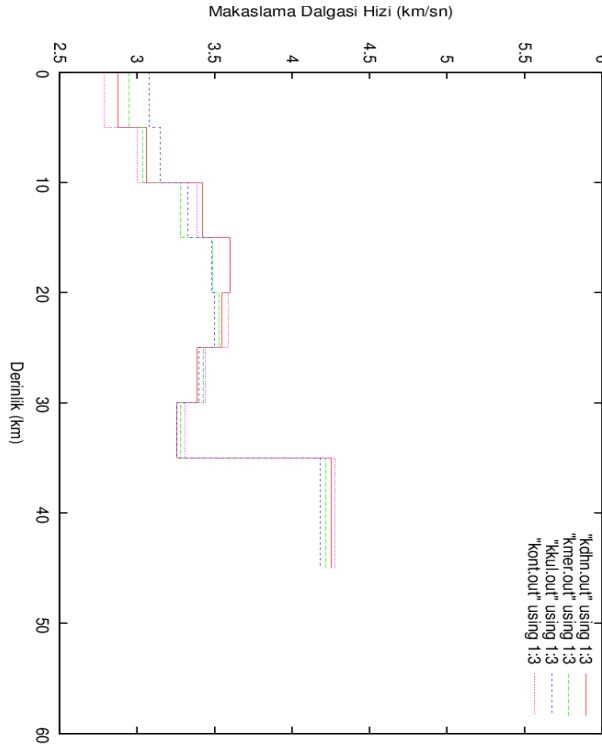


c)

d)

Şekil 4.11. a) KDHN, b) KMER, c) KKUL, d) KONT istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(I numaralı deprem).

Şekil 4.12’de, Rayleigh dalgası grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen kabuk ve üst- manto S dalga hızının derinlik ile değişimi verilmiştir.



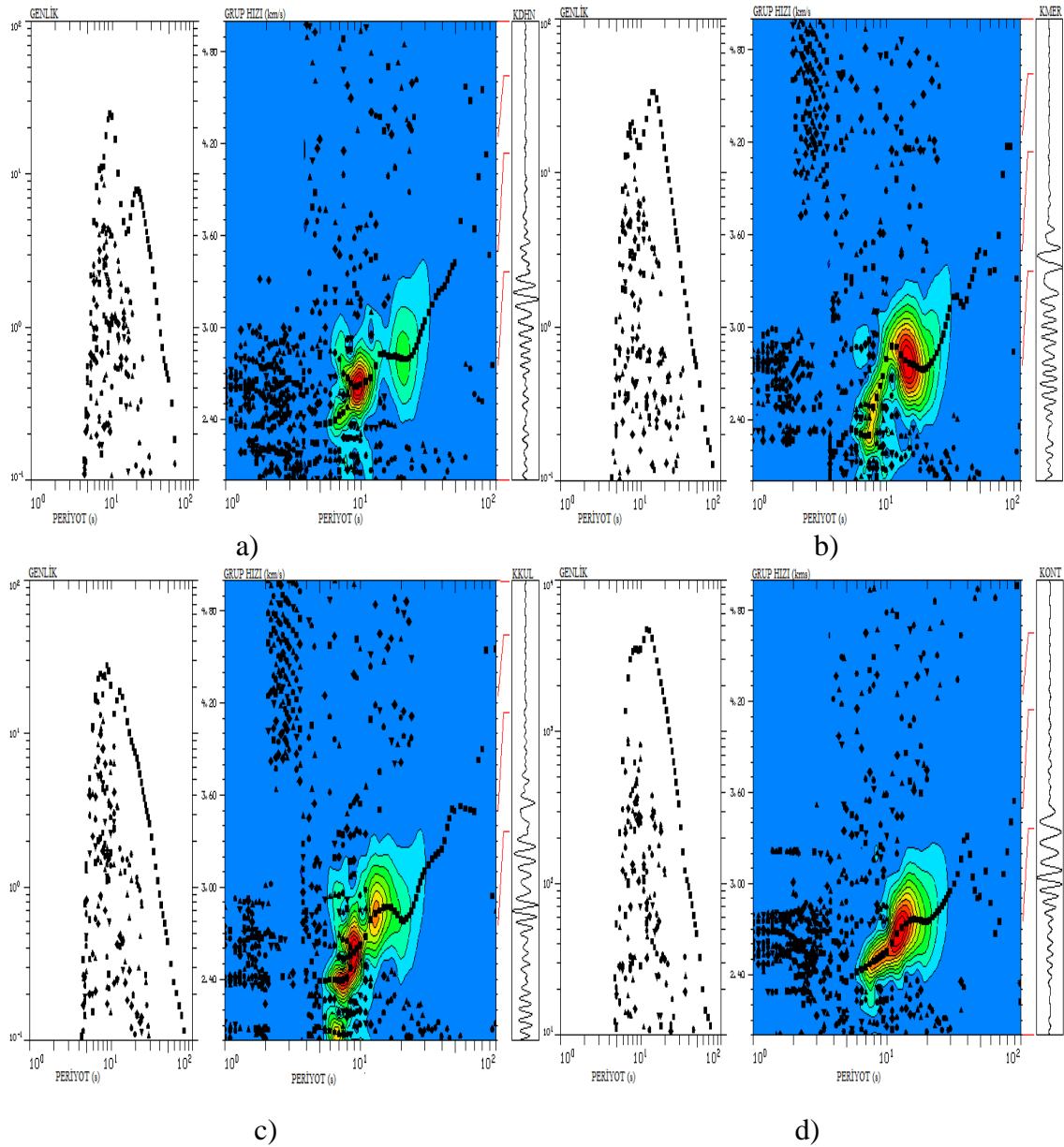
Şekil 4.12. KDHN, KMER, KKUL, KONT istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.

Şekil 4.12’de görüldüğü üzere aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki dört farklı istasyonun makaslama dalgası hızının derinlikle değişimi uyumludur. Ortalama olarak ilk 10 km’de hızlar 2.90 - 3.10 km/sn, 10 ile 30 km arasındaki hızlar 3.30- 3.40 km/sn arasında, 30 ile 35 km arasındaki hızlar ise 4.20-4.30 km/sn arasında değişmektedir.

### **B Grubu; II numaralı depremin çözümü**

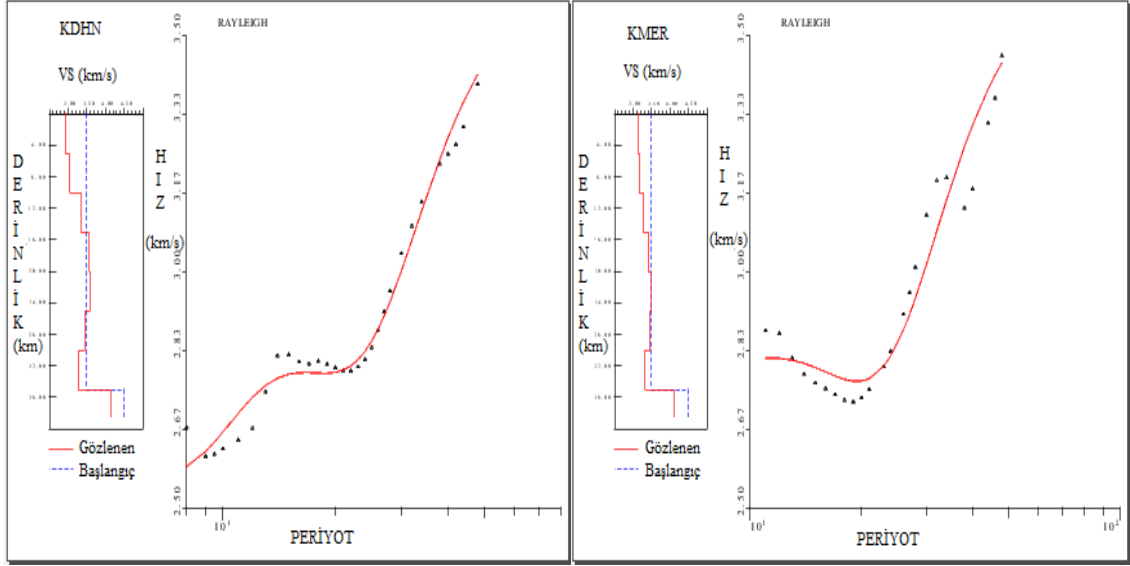
Elimizdeki veriye ardışık süzgeç tekniği (multiple filter technique) uygulanarak gözlemsel grup hızı değerleri hesaplanmıştır. Şekil 4.13’ de 18 Kasım 2011’de Van’da meydana gelmiş (II Numaralı deprem) depremin, Konya il sınırları içinde bulunan KDHN, KMER, KKUL, KONT istasyonlarında kayıt edilmiş ana mod ve yüksek mod Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları görülmektedir.

Tablo 4.3’ de gösterilen II numaralı depremin KDHN, KMER, KKUL, KONT istasyonlarında kaydedilen Rayleigh dalgası kayıtları analizlerde kullanılmıştır. Analiz sonucunda aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki 4 farklı istasyonun grup hızı eğrilerinin uyumlu olduğu (Şekil 4.13) görülmüştür. Grup hızı eğrileri ortalama olarak 6-50 sn periyot aralığında olup, grup hızı değerlerinin de 2.60-3.20 km/sn arasında değiştiği görülmektedir.



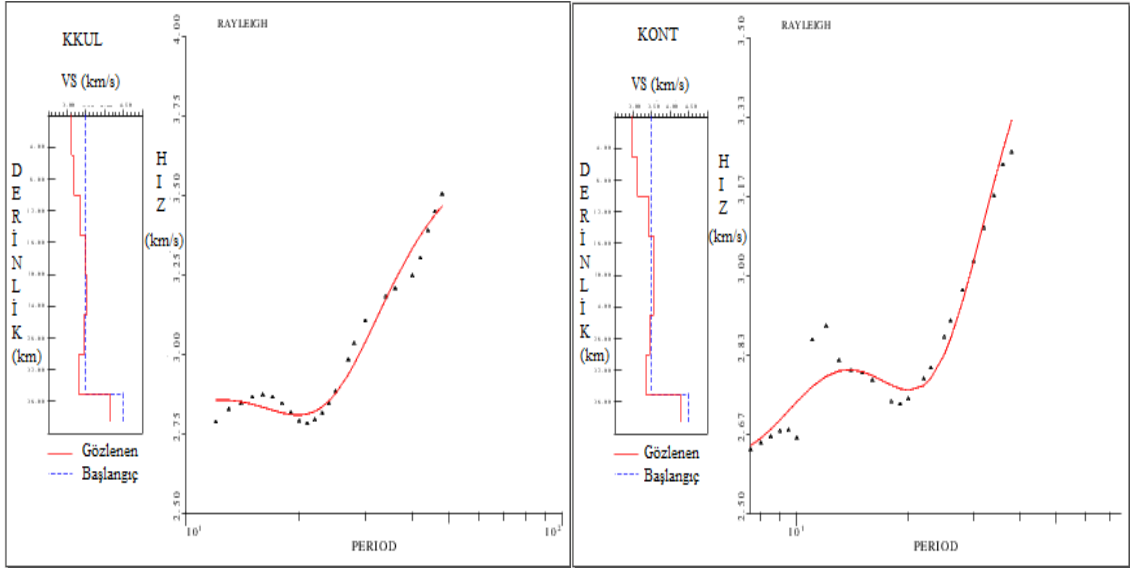
Şekil 4.13. a) KDHN, b) KMER, c) KKUL, d) KONT istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(II numaralı deprem).

4 farklı istasyonunun her biri için, Rayleigh dalgası kayıtlarından elde edilen grup hızı eğrilerinden ters çözüme gidilmiştir. Şekil 4.14'de ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrileri görülmektedir. Gözlemsel ve teorik dispersiyon eğrileri arasındaki uyumun iyi olduğu şekillerin karşılaştırılmasından anlaşılmaktadır.



a)

b)

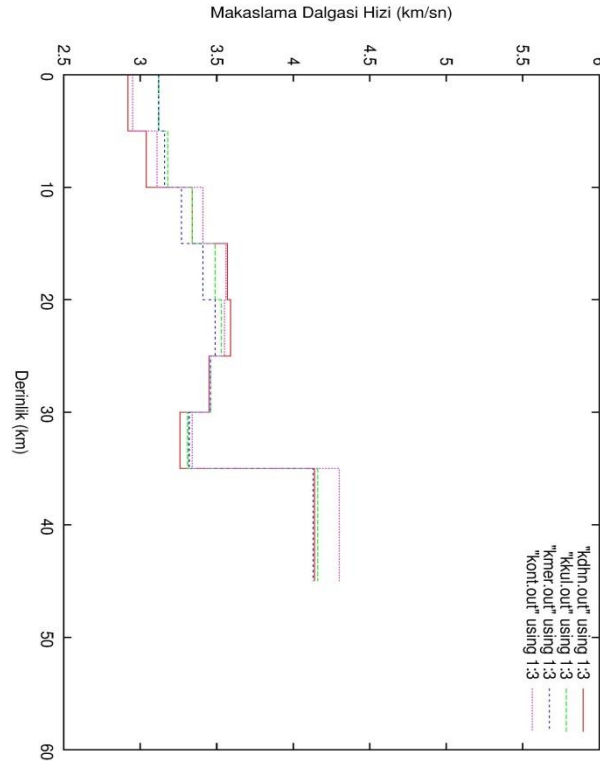


c)

d)

Şekil 4.14. a) KDHN, b) KMER, c) KKUL, d) KONT istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(II numaralı deprem).

Şekil 4.15’de, Rayleigh dalgası grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen kabuk ve üst- manto S dalga hızının derinlik ile değişimi verilmiştir.



Şekil 4.15. KDHN, KMER, KKUL, KONT istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.

Şekil 4.15’de görüldüğü üzere aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki dört farklı istasyonun makaslama dalgası hızının derinlikle değişimi uyumludur. Ortalama olarak ilk 10 km’de hızlar 3.00 - 3.20 km/sn, 10 ile 30 km arasındaki hızlar 3.30- 3.90 km/sn arasında, 30 ile 35 km arasındaki hızlar ise 4.10-4.30 km/sn arasında değişmektedir.

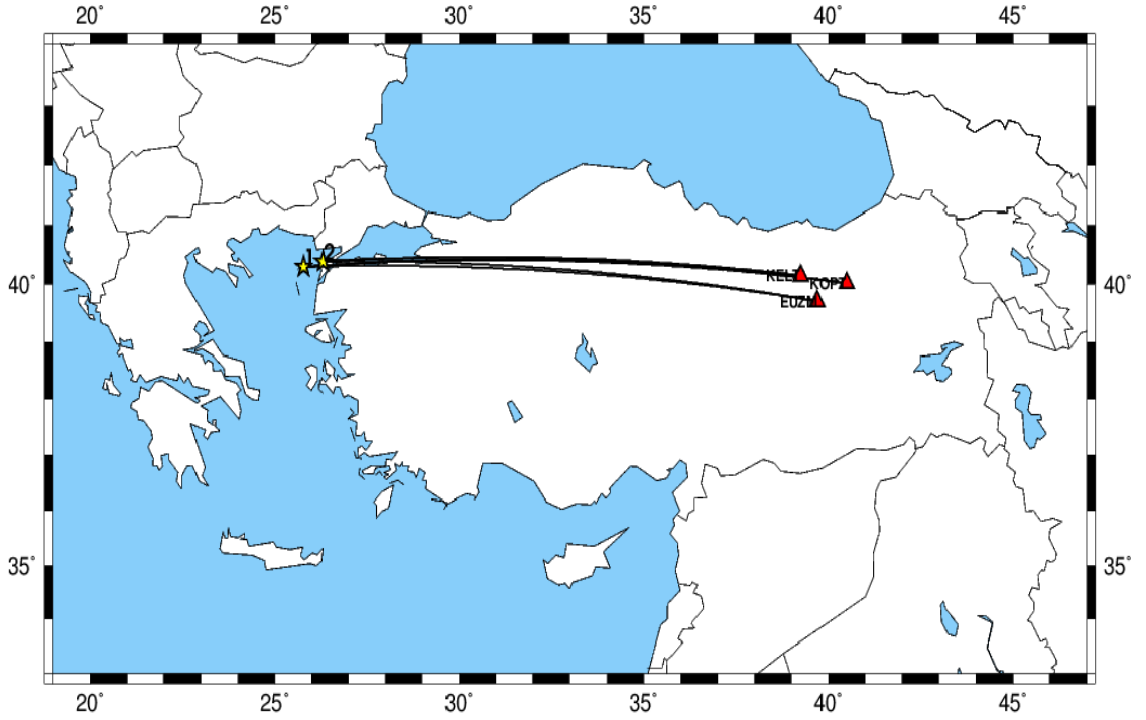
#### 4.2.3. C Grubu depremlerin çözüm

C Grubu’nun I ve II numaralı depremlerin çözümü için kullanılan istasyonlar ve depremlerin lokasyonları Şekil 4.16’ da, I ve II numaralı depremlere ait bilgiler ise Tablo 4.4 de gösterilmiştir.



Tablo 4.4. C Grubu depremlere ait parametreler

GRUP	NO	TARİH Gün.Ay.Yıl	ZAMAN	EN.	BOY.	DERİNLİK (Km)	BÜYÜKLÜK	İSTASYON
<b>C Grubu Depremler</b>	<b>I</b>	30.07.2013	05:33:07	40.30	25.79	20.01	5.3	Kopt, Euzm, Kelt
	<b>II</b>	03.11.2010	02:51:26	40.39	26.31	28.9	5.1	Kopt, Euzm, Kelt

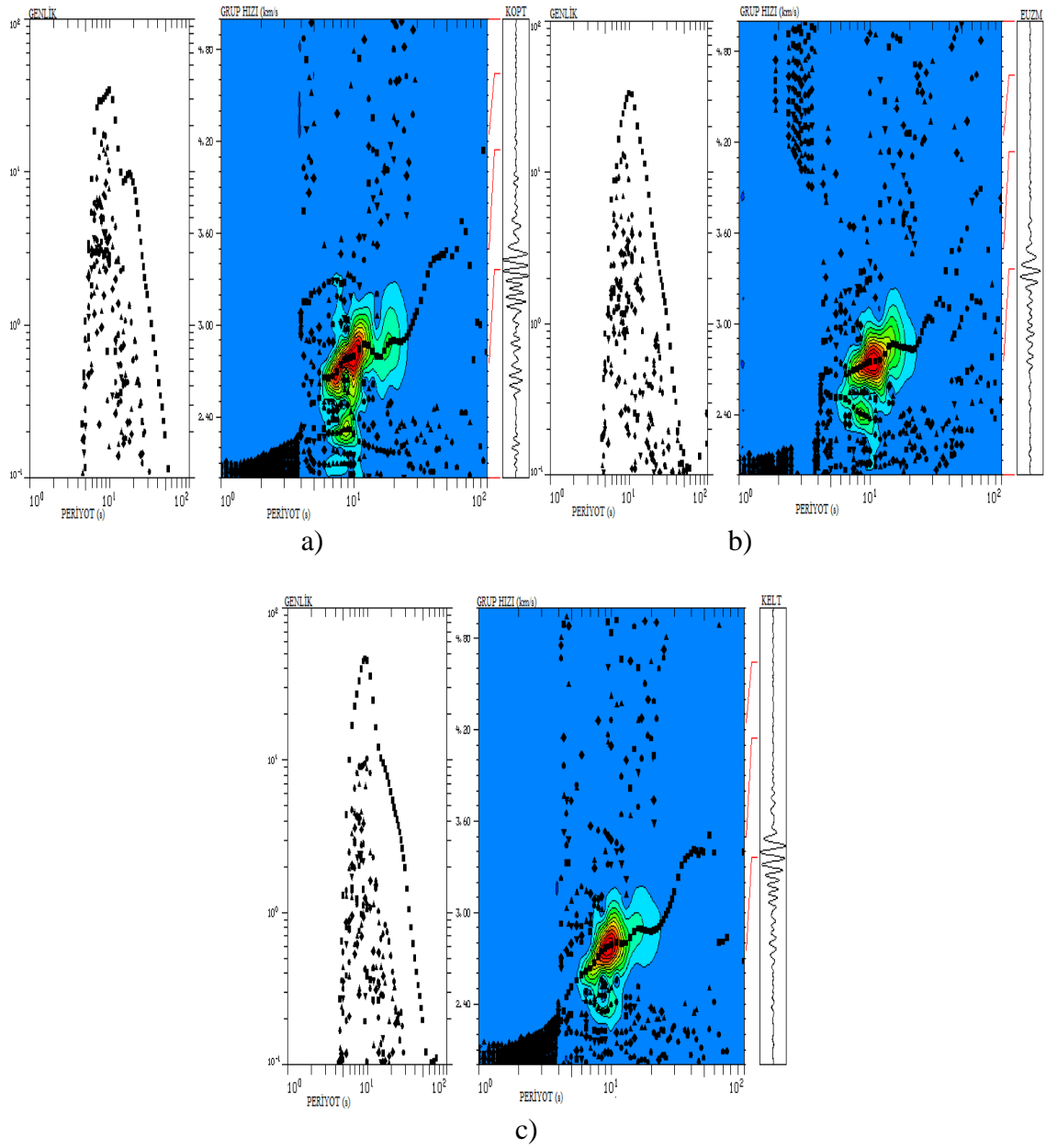


Şekil 4.16. I ve II (C Grubu) numaralı depremler için kullanılan istasyonlar ile depremlerin lokasyonu ve ışın yolu gösterimi.

### **C Grubu; I numaralı depremin çözümü**

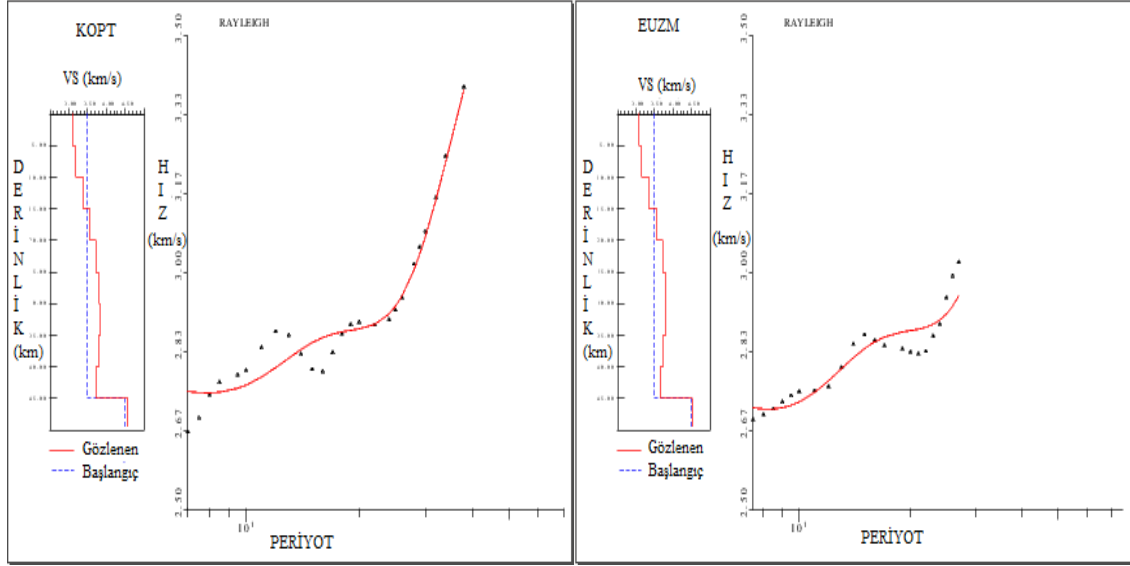
Elimizdeki veriye ardışık süzgeç tekniği (multiple filter technique) uygulanarak gözlemsel grup hızı değerleri hesaplanmıştır. Şekil 4.17’ de 30 Temmuz 2013’de Saros Körfezinde meydana gelmiş (I Numaralı deprem) depremin, Erzurum ve Gümüşhane il sınırları içinde bulunan KOPT, EUZM ve KELT istasyonlarında kayıt edilmiş ana mod ve yüksek mod Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları görülmektedir.

Tablo 4.4.de gösterilen I numaralı depremin KOPT, EUZM, ve KELT istasyonlarında kaydedilen Rayleigh dalgası kayıtları analizlerde kullanılmıştır. Analiz sonucunda aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki 3 farklı istasyonun grup hızı eğrilerinin uyumlu olduğu (Şekil 4.17) görülmüştür. Grup hızı eğrileri ortalama olarak 6-50 sn periyot aralığında olup, grup hızı değerlerinin de 2.70-3.40 km/sn arasında değiştiği görülmektedir.



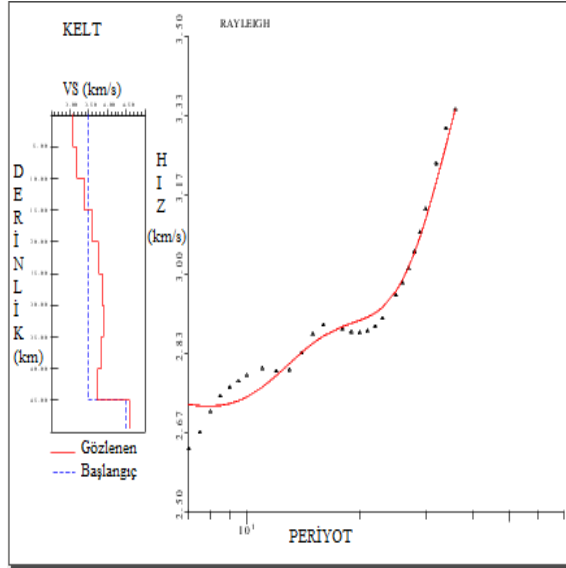
Şekil 4.17. a) KOPT, b) EUZM, c) KELT istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(I numaralı deprem).

3 farklı istasyonunun her biri için, Rayleigh dalgası kayıtlarından elde edilen grup hızı eğrilerinden ters çözüme gidilmiştir. Şekil 4.18'de ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrileri görülmektedir. Gözlemsel ve teorik dispersiyon eğrileri arasındaki uyumun iyi olduğu şekillerin karşılaştırılmasından anlaşılmaktadır.



a)

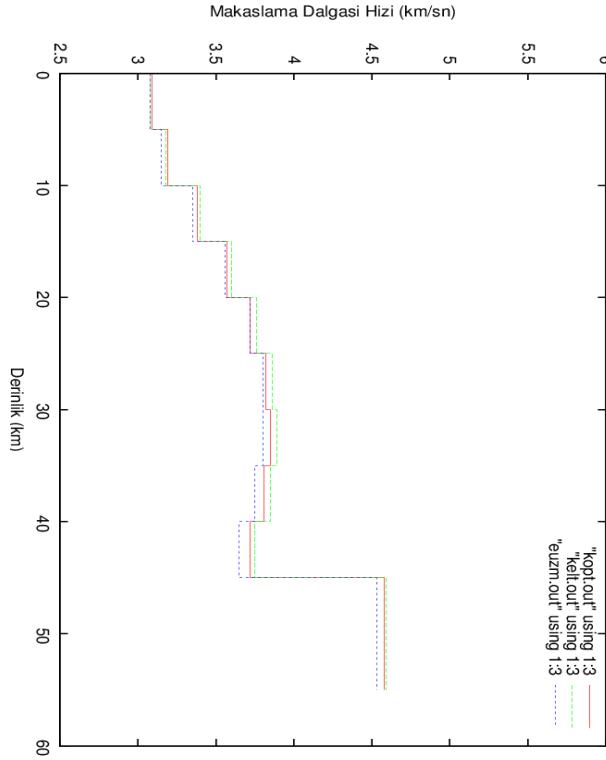
b)



c)

Şekil 4.18. a) KOPT, b) EUZM, c) KELT istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(I numaralı deprem).

Şekil 4.19’da, Rayleigh dalgası grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen kabuk ve üst- manto S dalga hızının derinlik ile değişimi verilmiştir.



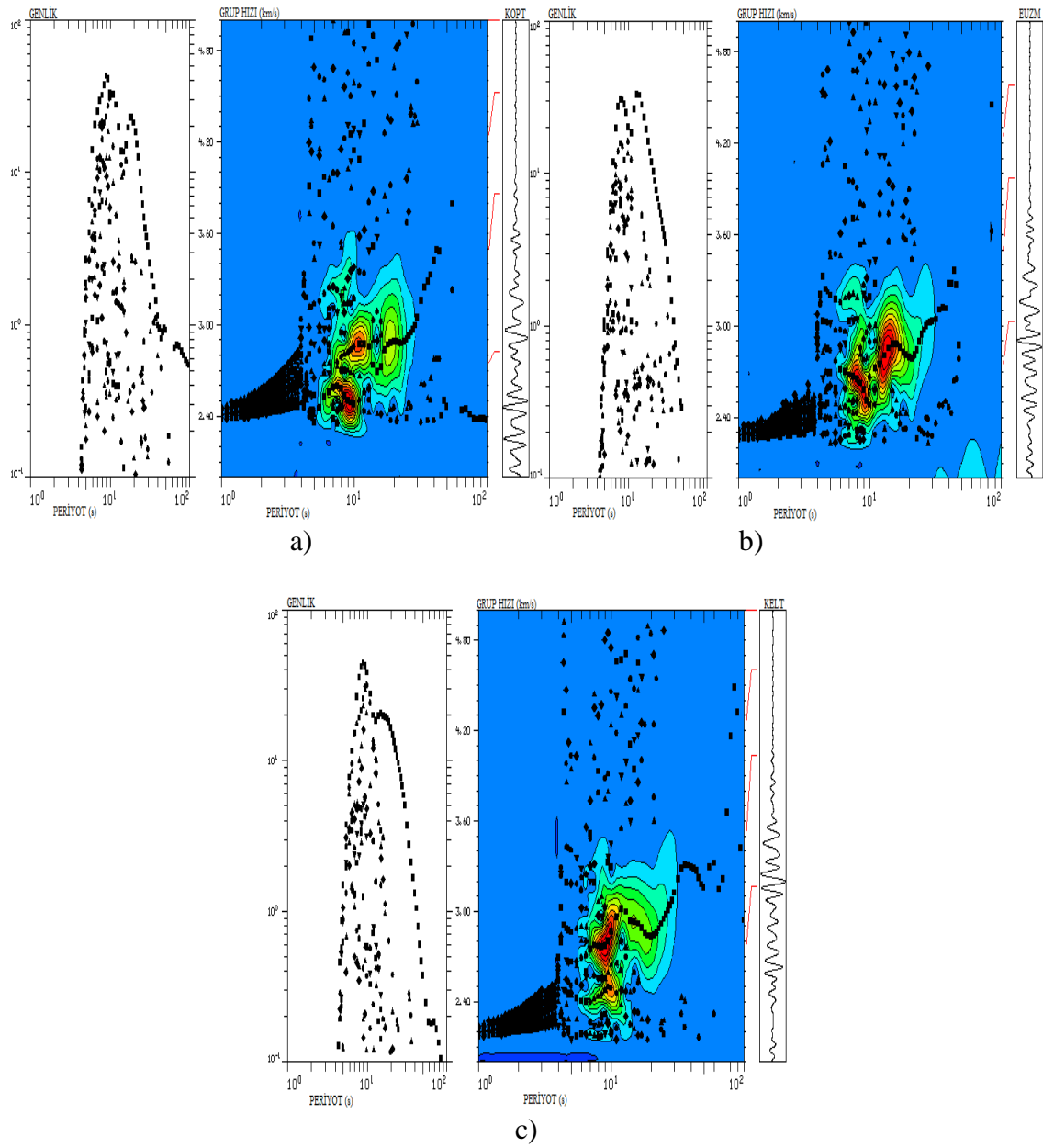
Şekil 4.19. KOPT, EUZM, KELT istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.

Şekil 4.19’de görüldüğü üzere aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki üç farklı istasyonun makaslama dalgası hızının derinlikle değişimi uyumludur. Ortalama olarak ilk 10 km’de hızlar 3.20 - 3.30 km/sn, 10 ile 30 km arasındaki hızlar 3.70- 3.80 km/sn arasında, 30 ile 45 km arasındaki hızlar ise 4.50-4.60 km/sn arasında değişmektedir.

### **C Grubu; II numaralı depremin çözümü**

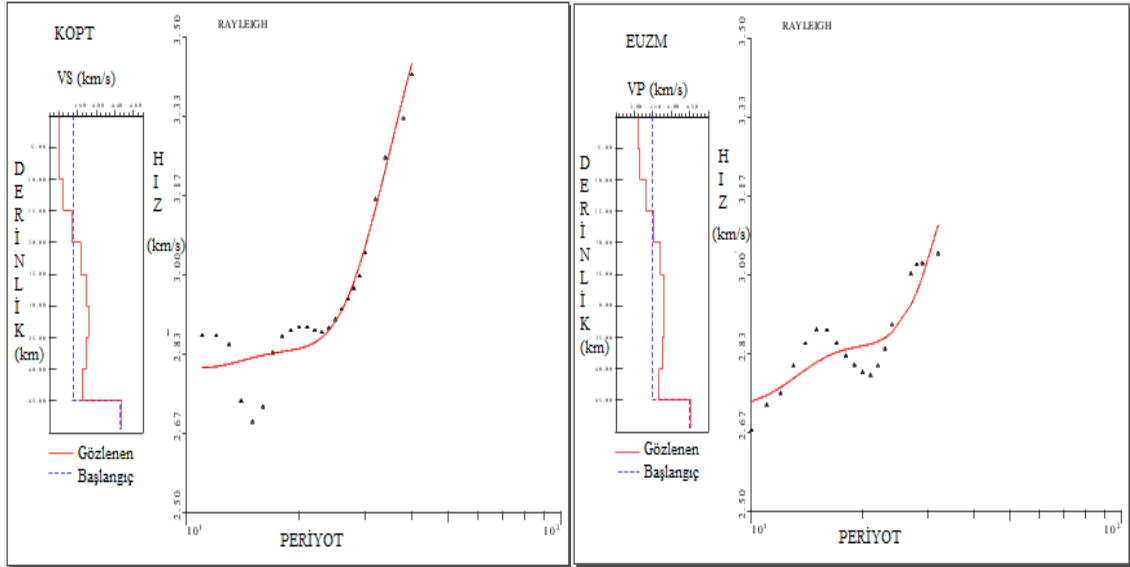
Elimizdeki veriye ardışık süzgeç tekniği (multiple filter technique) uygulanarak gözlemsel grup hızı değerleri hesaplanmıştır. Şekil 4.20’ de 3 Kasım 2013’de Saros Körfezinde meydana gelmiş (II Numaralı deprem) depremin, Erzurum ve Gümüşhane il sınırları içinde bulunan KOPT, EUZM ve KELT istasyonlarında kayıt edilmiş ana mod ve yüksek mod Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları görülmektedir.

Tablo 4.4.de gösterilen II numaralı depremin KOPT, EUZM, ve KELT istasyonlarında kaydedilen Rayleigh dalgası kayıtları analizlerde kullanılmıştır. Analiz sonucunda aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki 3 farklı istasyonun grup hızı eğrilerinin uyumlu olduğu (Şekil 4.20) görülmüştür. Grup hızı eğrileri ortalama olarak 7-50 sn periyot aralığında olup, grup hızı değerlerinin de 2.70-3.40 km/sn arasında değiştiği görülmektedir.



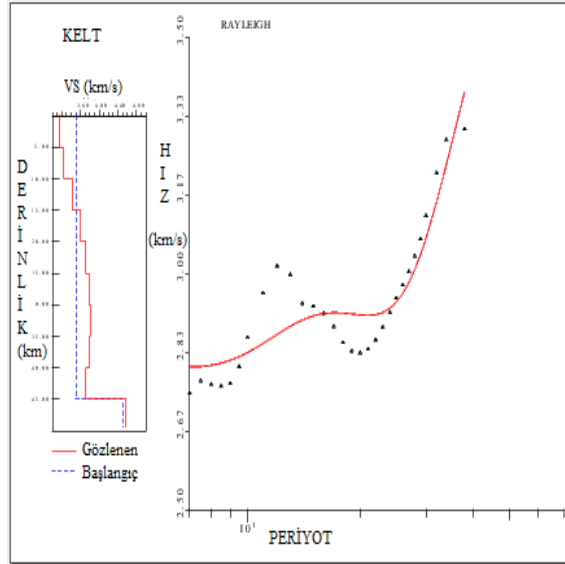
Şekil 4.20. a) KOPT, b) EUZM, c) KELT istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(II numaralı deprem).

3 farklı istasyonunun her biri için, Rayleigh dalgası kayıtlarından elde edilen grup hızı eğrilerinden ters çözüme gidilmiştir. Şekil 4.21'de ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrileri görülmektedir. Gözlemsel ve teorik dispersiyon eğrileri arasındaki uyumun iyi olduğu şekillerin karşılaştırılmasından anlaşılmaktadır.



a)

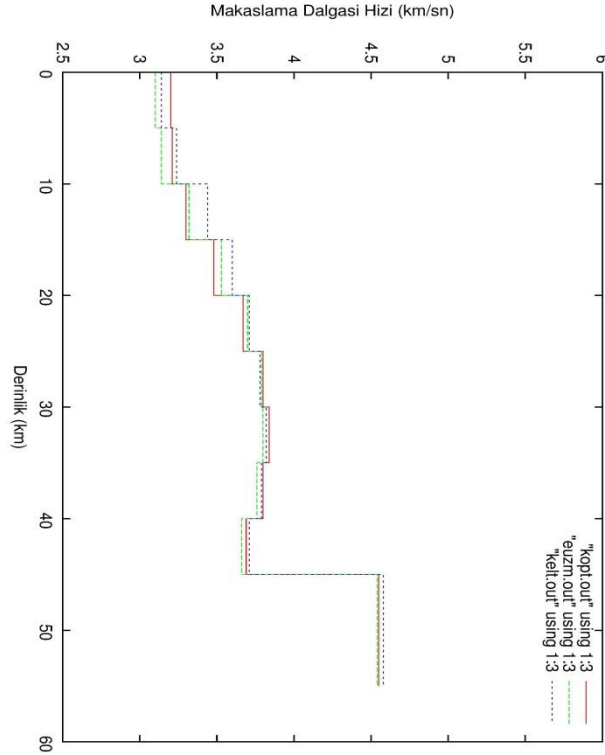
b)



c)

Şekil 4.21. a) KOPT, b) EUZM, c) KELT istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(II numaralı deprem).

Şekil 4.22’de, Rayleigh daldası grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen kabuk ve üst- manto S dalga hızının derinlik ile değişimi verilmiştir.



Şekil 4.22. KOPT, EUZM, KELT istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.

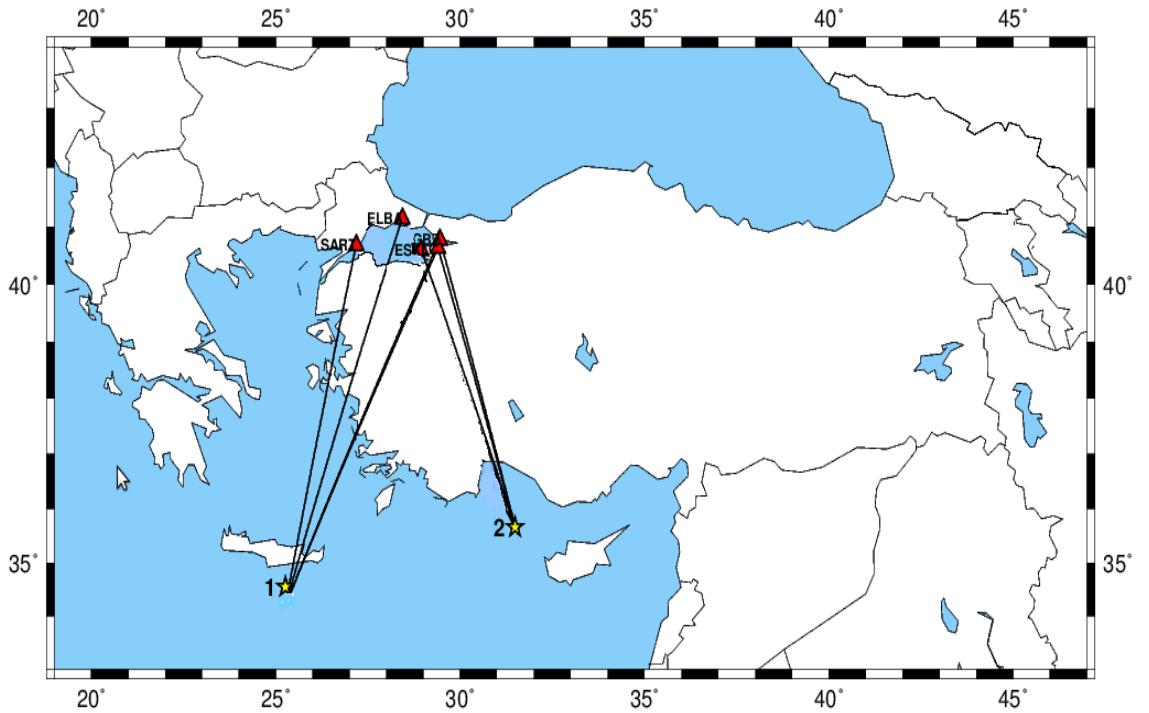
Şekil 4.22’de görüldüğü üzere aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki üç farklı istasyonun makaslama dalgası hızının derinlikle değişimi uyumludur. Ortalama olarak ilk 10 km’de hızlar 3.10 - 3.40 km/sn, 10 ile 30 km arasındaki hızlar 3.70- 3.80 km/sn arasında, 30 ile 45 km arasındaki hızlar ise 4.50-4.60 km/sn arasında değişmektedir.

#### 4.2.4. D Grubu depremlerin çözüm

D Grubu’nun I ve II numaralı depremlerin çözümü için kullanılan istasyonlar ve depremlerin lokasyonları Şekil 4.23’ de, I ve II numaralı depremlere ait bilgiler ise Tablo 4.5’ de gösterilmiştir.

Tablo 4.5. D Grubu depremlere ait parametreler

GRUP	NO	TARİH Gün.Ay.Yıl	ZAMAN	EN.	BOY.	DERİNLİK (Km)	BÜYÜKLÜK	İSTASYON
<b>D Grubu Depremler</b>	<b>I</b>	28.03.2008	00:16:12	34.55	25.26	9.25	5.7	Klc, Elba, Gbz, Sart
	<b>II</b>	22.12.2009	06.06.20	35.66	31.49	14.54	5.6	Gbz, Esk, Klc



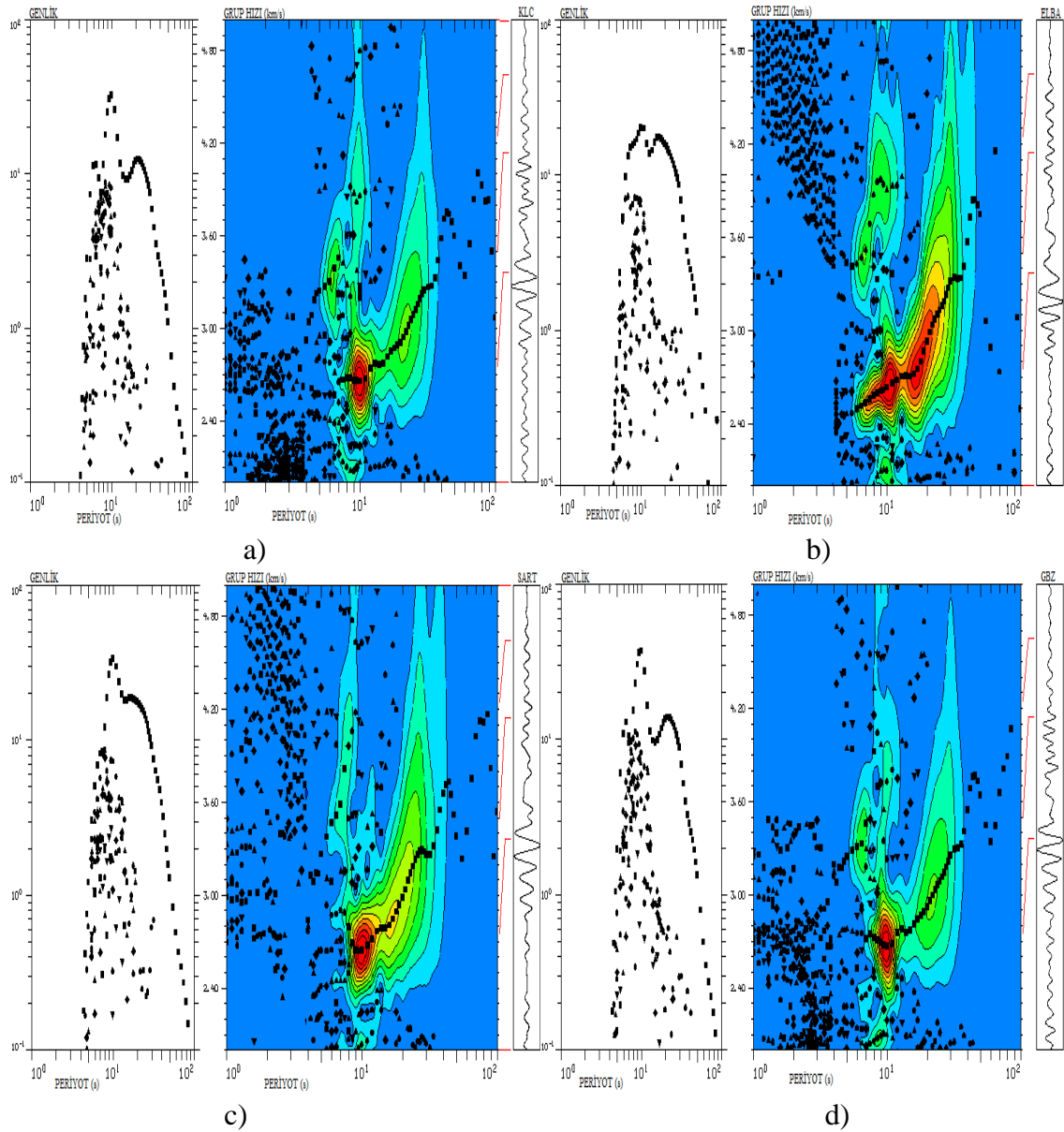
Şekil 4.23. I ve II (D Grubu) numaralı depremler için kullanılan istasyonlar ile depremlerin lokasyonu ve ışın yolu gösterimi.

### **D Grubu; I numaralı depremin çözümü**

Elimizdeki veriye ardışık süzgeç tekniği (multiple filter technique) uygulanarak gözlemsel grup hızı değerleri hesaplanmıştır. Şekil 4.24' de 28 Mart 2008'de Girit Adası Açıklarında meydana gelmiş (I Numaralı deprem) depremin, Yalova, İstanbul, Tekirdağ ve Kocaeli il sınırları içinde bulunan sırasıyla, KLC, ELBA, SART ve GBZ istasyonlarında kayıt edilmiş ana mod ve yüksek mod Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları görülmektedir.

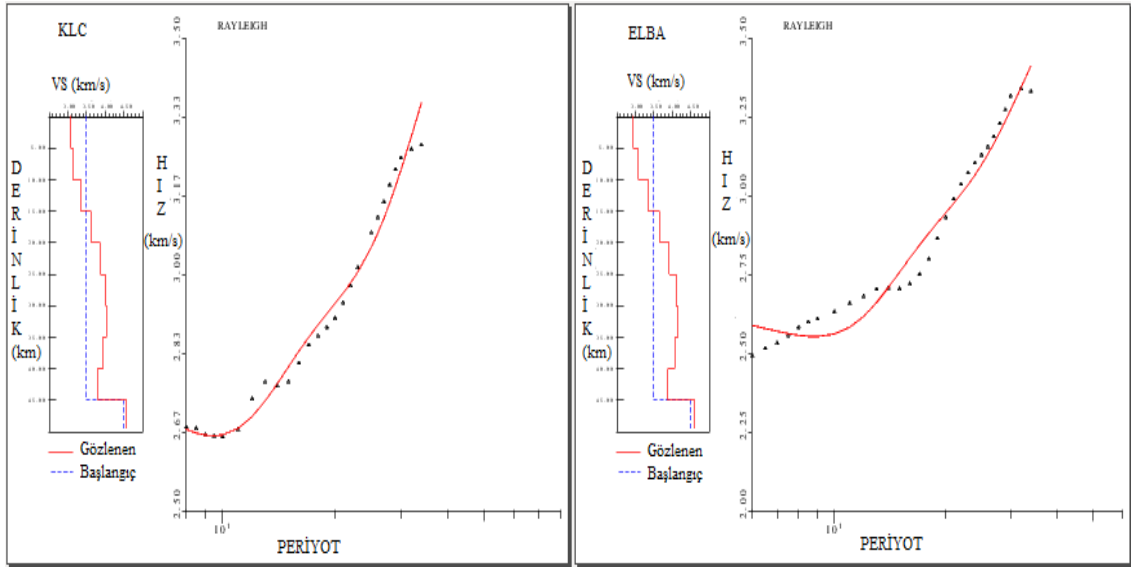


Tablo 4.5’ de gösterilen I numaralı depremin KLC, ELBA, SART ve GBZ istasyonlarında kaydedilen Rayleigh dalgası kayıtları analizlerde kullanılmıştır. Analiz sonucunda aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki 4 farklı istasyonun grup hızı eğrilerinin uyumlu olduğu (Şekil 4.24) görülmüştür. Grup hızı eğrileri ortalama olarak 7-50 sn periyot aralığında olup, grup hızı değerlerinin de 2.50-3.40 km/sn arasında değiştiği görülmektedir.



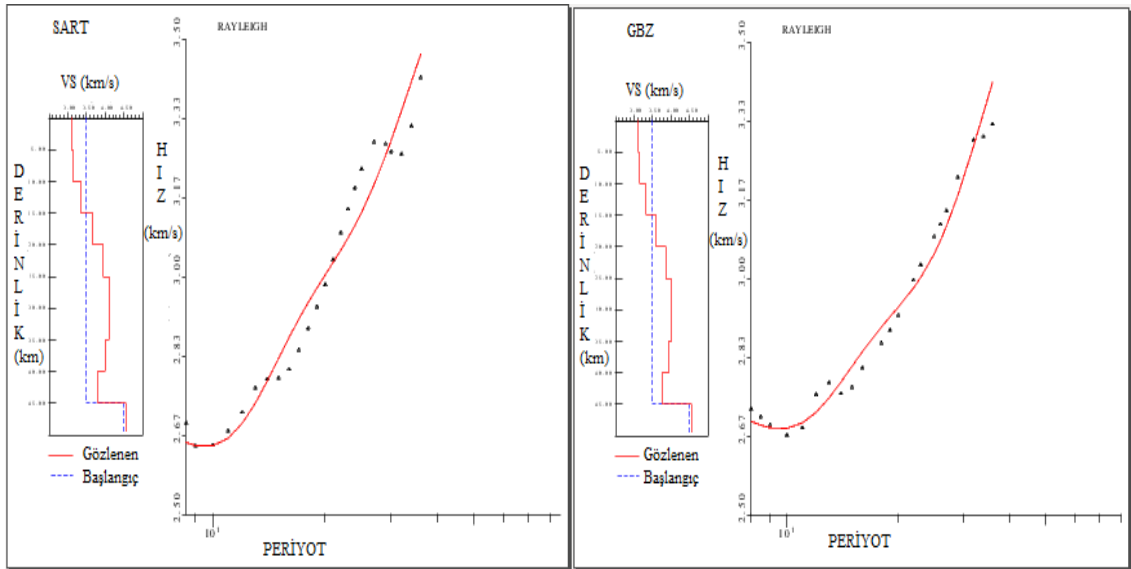
Şekil 4.24. a) KLC, b) ELBA, c) SART, d) GBZ istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(I numaralı deprem).

4 farklı istasyonunun her biri için, Rayleigh dalgası kayıtlarından elde edilen grup hızı eğrilerinden ters çözüme gidilmiştir. Şekil 4.25'de ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrileri görülmektedir. Gözlemsel ve teorik dispersiyon eğrileri arasındaki uyumun iyi olduğu şekillerin karşılaştırılmasından anlaşılmaktadır.



a)

b)

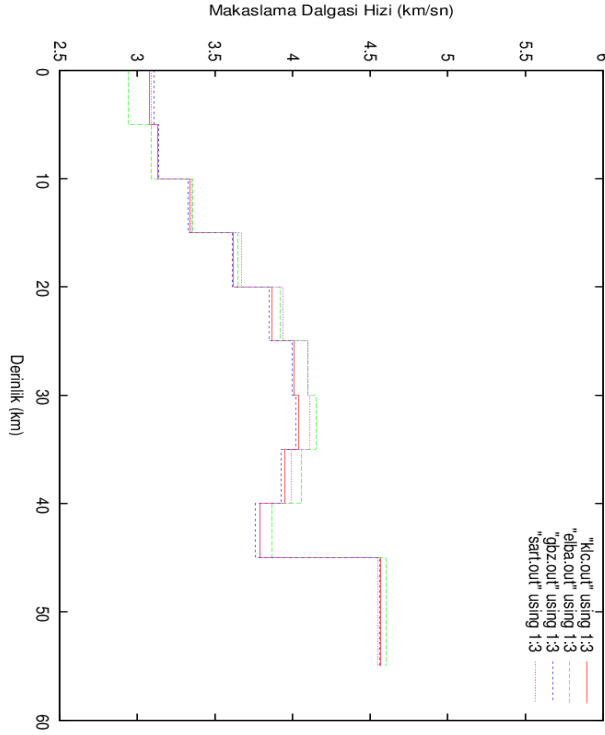


c)

d)

Şekil 4.25. a) KLC, b) ELBA, c) SART ve d) GBZ istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması (I numaralı deprem).

Şekil 4.26’de, Rayleigh dalgası grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen, kabuk ve üst- manto S dalga hızının derinlik ile değişimi verilmiştir.



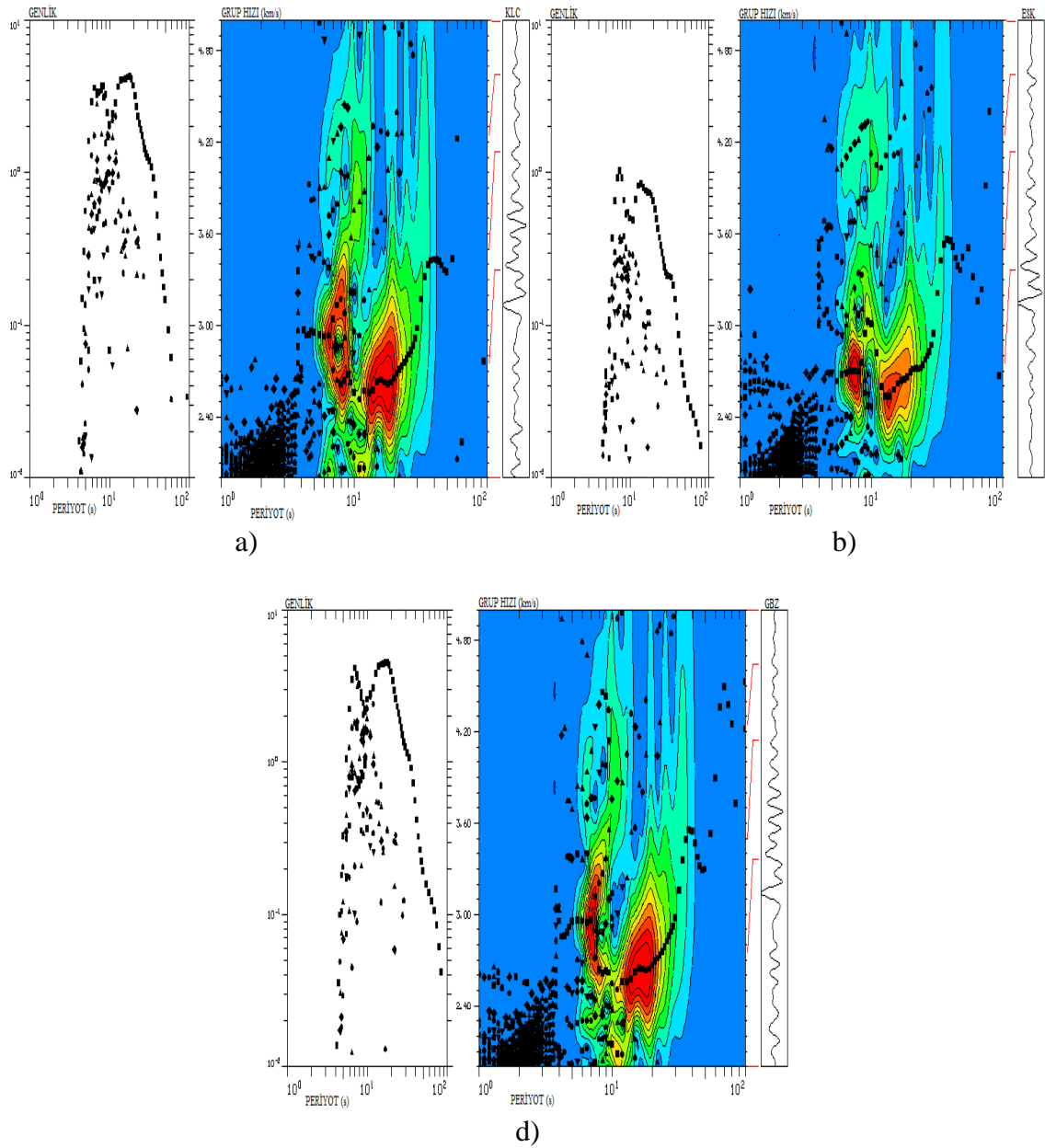
Şekil 4.26. KLC, ELBA, SART ve GBZ istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.

Şekil 4.26’de görüldüğü üzere aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki dört farklı istasyonun makaslama dalgası hızının derinlikle değişimi uyumludur. Ortalama olarak ilk 10 km’de hızlar 3.00 - 3.40 km/sn, 10 ile 30 km arasındaki hızlar 4.00- 4.10 km/sn arasında, 30 ile 45 km arasındaki hızlar ise 4.50-4.60 km/sn arasında değişmektedir.

### **D Grubu; II numaralı depremin çözümü**

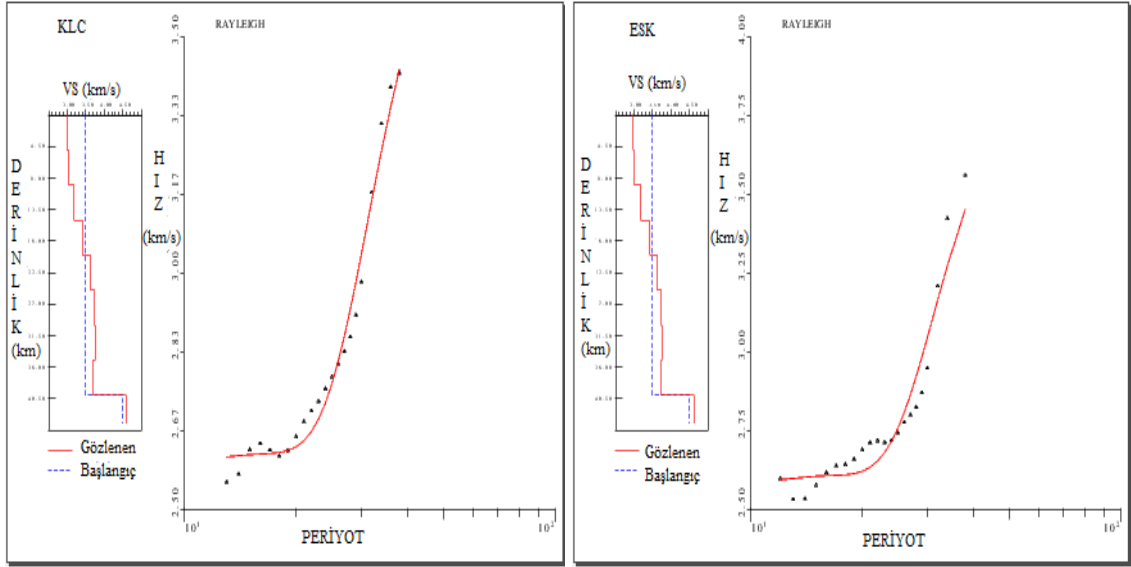
Elimizdeki veriye ardışık süzgeç tekniği (multiple filter technique) uygulanarak gözlemsel grup hızı değerleri hesaplanmıştır. Şekil 4.27’ de 22 Aralık 2009’da Akdeniz açıklarında meydana gelmiş (II Numaralı deprem) depremin, Yalova, İstanbul, Tekirdağ ve Kocaeli il sınırları içinde bulunan sırasıyla KLC, ESK ve GBZ istasyonlarında kayıt edilmiş ana mod ve yüksek mod Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları görülmektedir.

Tablo 4.5.de gösterilen II numaralı depremin KLC, ESK ve GBZ istasyonlarında kaydedilen Rayleigh dalgası kayıtları analizlerde kullanılmıştır. Analiz sonucunda aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki 3 farklı istasyonun grup hızı eğrilerinin uyumlu olduğu (Şekil 4.27) görülmüştür. Grup hızı eğrileri ortalama olarak 10-35 sn periyot aralığında olup, grup hızı değerlerinin de 2.50-3.50 km/sn arasında değiştiği görülmektedir.



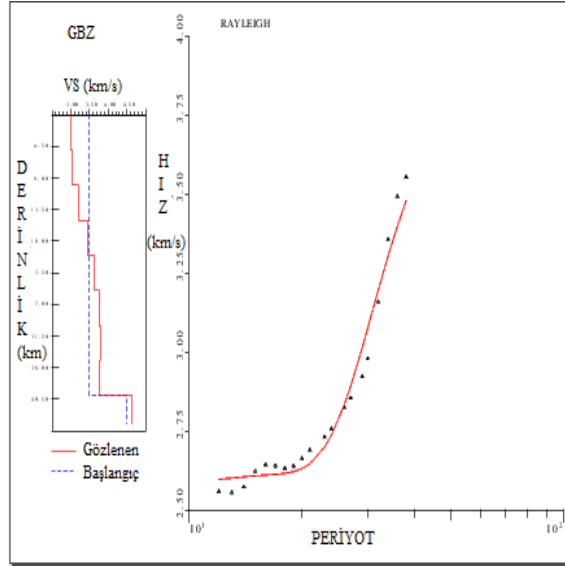
Şekil 4.27. a) KLC, b) ESK, c) GBZ istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(II numaralı deprem).

3 farklı istasyonunun her biri için, Rayleigh dalgası kayıtlarından elde edilen grup hızı eğrilerinden ters çözüme gidilmiştir. Şekil 4.28'de ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrileri görülmektedir. Gözlemsel ve teorik dispersiyon eğrileri arasındaki uyumun iyi olduğu şekillerin karşılaştırılmasından anlaşılmaktadır.



a)

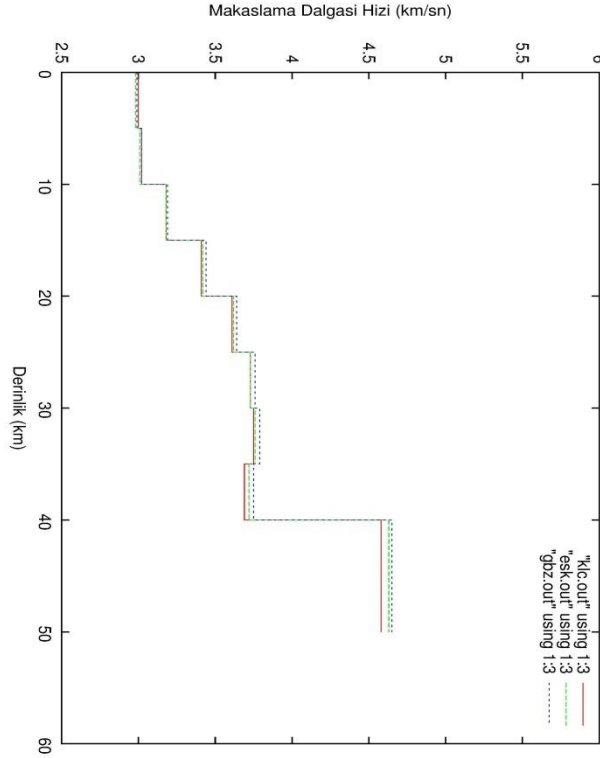
b)



c)

Şekil 4.28. a) KLC, b) ESK ve c) GBZ istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(II numaralı deprem).

Şekil 4.29’da, Rayleigh dalgası grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen, kabuk ve üst- manto S dalga hızının derinlik ile değişimi verilmiştir.



Şekil 4.29. KLC, ESK ve GBZ istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.

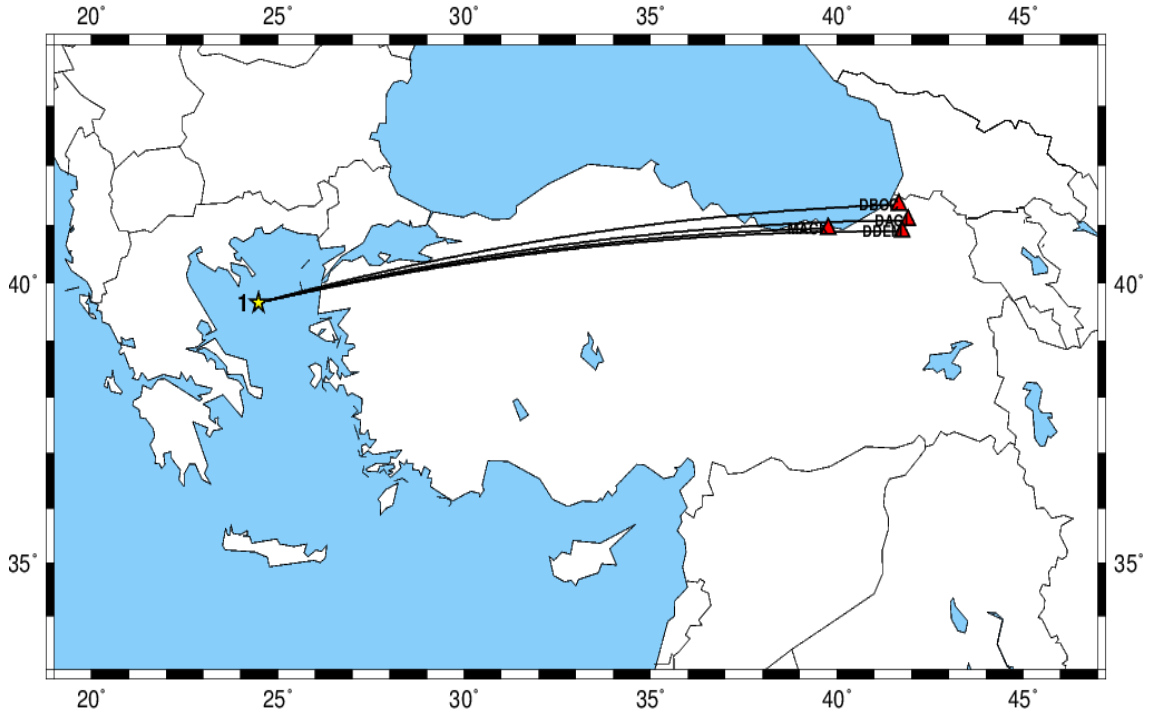
Şekil 4.29’da görüldüğü üzere aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki üç farklı istasyonun makaslama dalgası hızının derinlikle değişimi uyumludur. Ortalama olarak ilk 10 km’de hızlar 3.00 - 3.20 km/sn, 10 ile 30 km arasındaki hızlar 3.70- 3.80 km/sn arasında, 30 ile 40 km arasındaki hızlar ise 4.50-4.60 km/sn arasında değişmektedir.

#### 4.2.5. E Grubu depremin çözüm

E Grubu’nun I numaralı depremin çözümü için kullanılan istasyonlar ve depremin lokasyonu Şekil 4.30’da, I numaralı depreme ait bilgiler ise Tablo 4.6’ da gösterilmiştir.

Tablo 4.6. E Grubu depreme ait parametreler

GRUP	NO	TARİH Gün.Ay.Yıl	ZAMAN	EN.	BOY.	DERİNLİK (Km)	BÜYÜKLÜK	İSTASYON
<b>E Grubu Depremler</b>	<b>I</b>	03.08.2008	00:39:16	39.66	24.48	17.77	5	Mack,Dboc, Dagi, Ddem

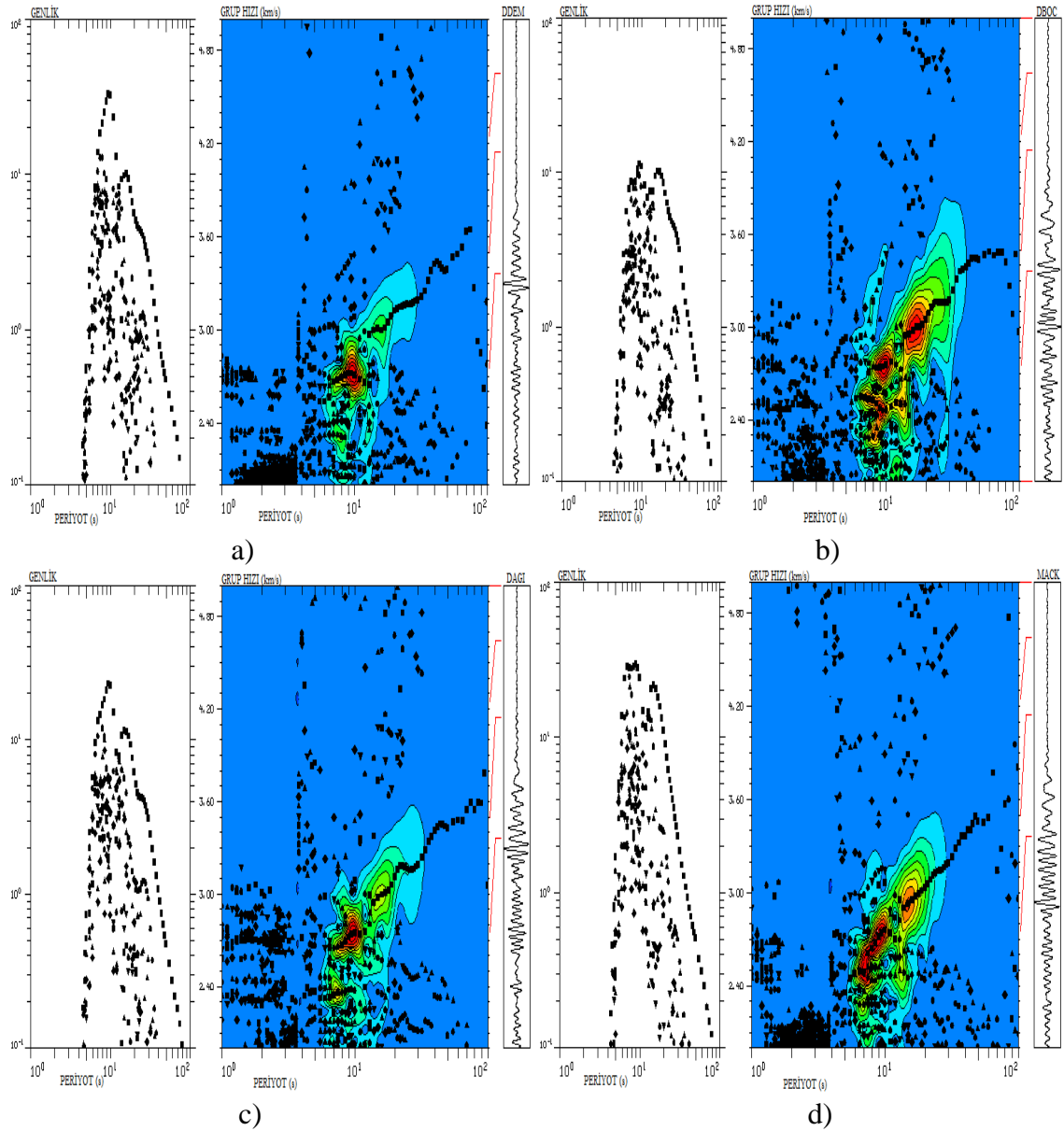


Şekil 4.30. I (E Grubu) numaralı deprem için kullanılan istasyonlar ile depremin lokasyonu ve ışın yolu gösterimi.

### **E Grubu; I numaralı depremin çözümü**

Elimizdeki veriye ardışık süzgeç tekniği (multiple filter technique) uygulanarak gözlemsel grup hızı değerleri hesaplanmıştır. Şekil 4.31' de 3 Ağustos 2008'de Ege denizinde meydana gelmiş (I Numaralı deprem) depremin, Artvin ve Trabzon il sınırları içinde bulunan sırasıyla DDEM, DBOC, DAGI ve MACK istasyonlarında kayıt edilmiş ana mod ve yüksek mod Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları görülmektedir.

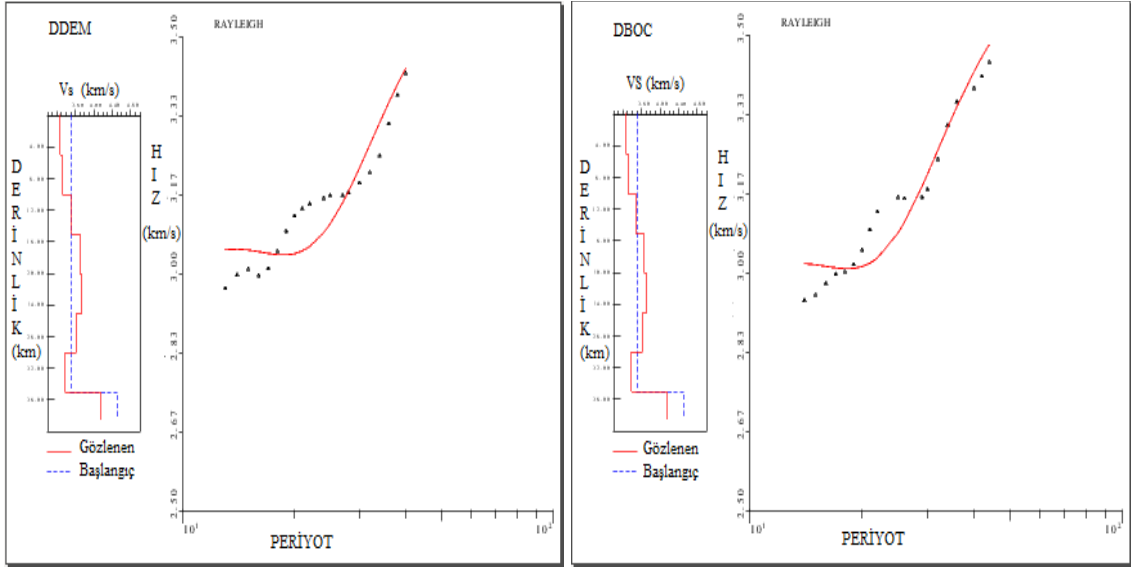
Tablo 4.6’ da gösterilen I numaralı depremin DDEM, DBOC, DAGI ve MACK istasyonlarında kaydedilen Rayleigh dalgası kayıtları analizlerde kullanılmıştır. Analiz sonucunda aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki 4 farklı istasyonun grup hızı eğrilerinin uyumlu olduğu (Şekil 4.31) görülmüştür. Grup hızı eğrileri ortalama olarak 10-50 sn periyot aralığında olup, grup hızı değerlerinin de 2.90-3.50 km/sn arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 4.31. a) DDEM, b) DBOC, c) DAGI, d) MACK istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(I numaralı deprem).

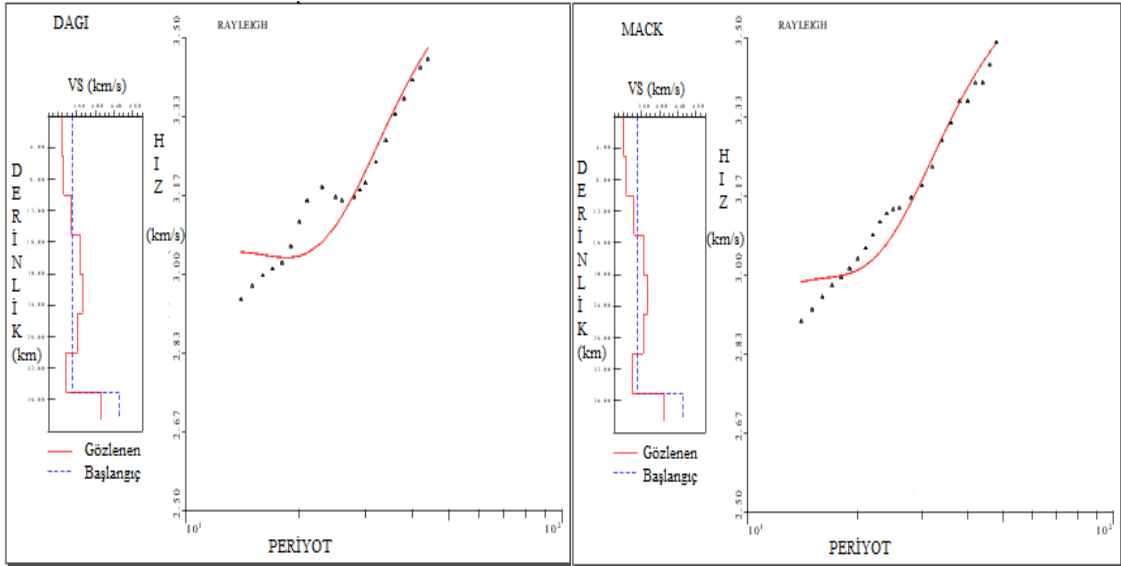


4 farklı istasyonun her biri için, Rayleigh dalgası kayıtlarından elde edilen grup hızı eğrilerinden ters çözüme gidilmiştir. Şekil 4.32'de ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrileri görülmektedir. Gözlemsel ve teorik dispersiyon eğrileri arasındaki uyumun iyi olduğu şekillerin karşılaştırılmasından anlaşılmaktadır.



a)

b)

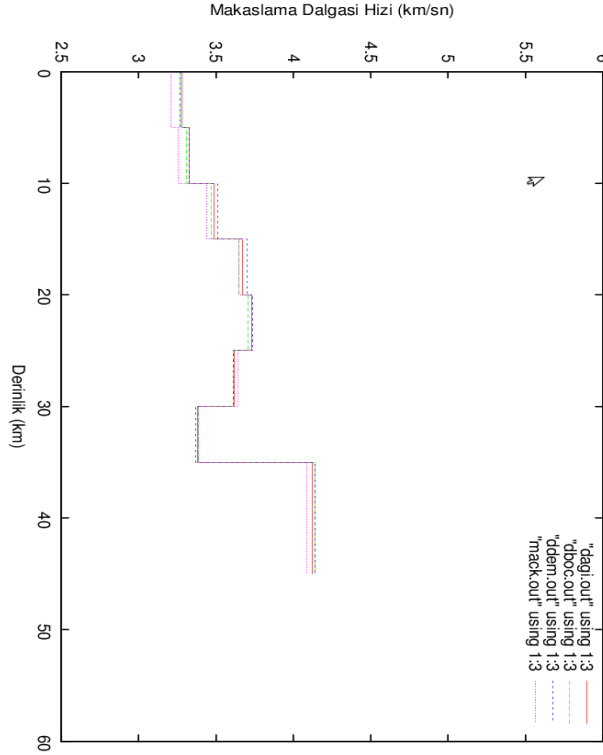


c)

d)

Şekil 4.32. a) DDEM, b) DBOC, c) DAGI, d) MACK istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(I numaralı deprem).

Şekil 4.33’de, Rayleigh dalgası grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen, kabuk ve üst- manto S dalga hızının derinlik ile değişimi verilmiştir.



Şekil 4.33. DDEM, DBOC, DAGİ, MACK istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.

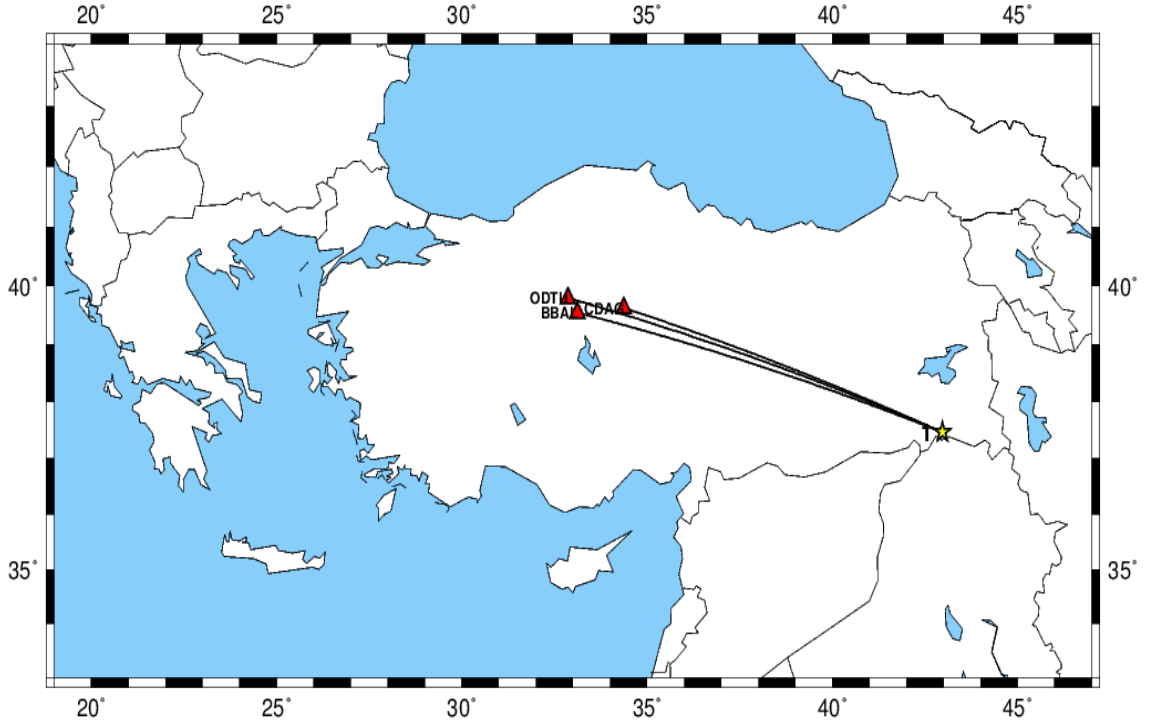
Şekil 4.33’de görüldüğü üzere aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki dört farklı istasyonun makaslama dalgası hızının derinlikle değişimi uyumludur. Ortalama olarak ilk 10 km’de hızlar 3.20 - 3.50 km/sn, 10 ile 30 km arasındaki hızlar 3.40- 3.60 km/sn arasında, 30 ile 35 km arasındaki hızlar ise 4.10-4.20 km/sn arasında değişmektedir.

#### 4.2.6. F Grubu depremin çözüm

F Grubu’nun I numaralı depremin çözümü için kullanılan istasyonlar ve depremin lokasyonu Şekil 4.34’de, I numaralı depreme ait bilgiler ise Tablo 4.7’ de gösterilmiştir.

Tablo 4.7. F Grubu depreme ait parametreler

GRUP	NO	TARİH Gün.Ay.Yıl	ZAMAN	EN.	BOY.	DERİNLİK (Km)	BÜYÜKLÜK	İSTASYON
<b>F Grubu Depremler</b>	<b>I</b>	05.08.2012	20:37:21	37.46	42.97	12.94	5.3	Bbal, Odtu, Cdag

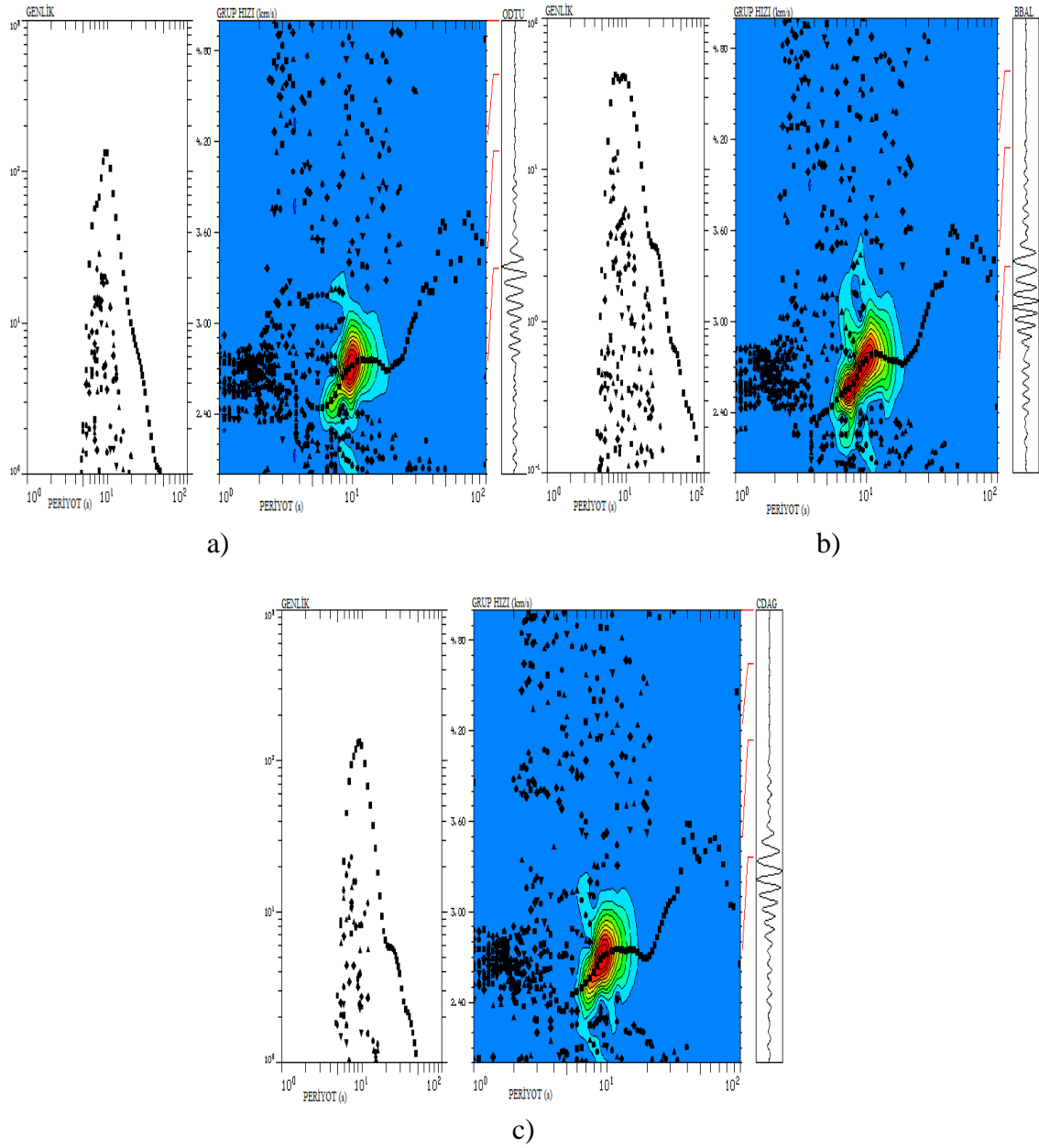


Şekil 4.34. I (F Grubu) numaralı deprem için kullanılan istasyonlar ile depremin lokasyonu ve ışın yolu gösterimi.

### **F Grubu; I numaralı depremin çözümü**

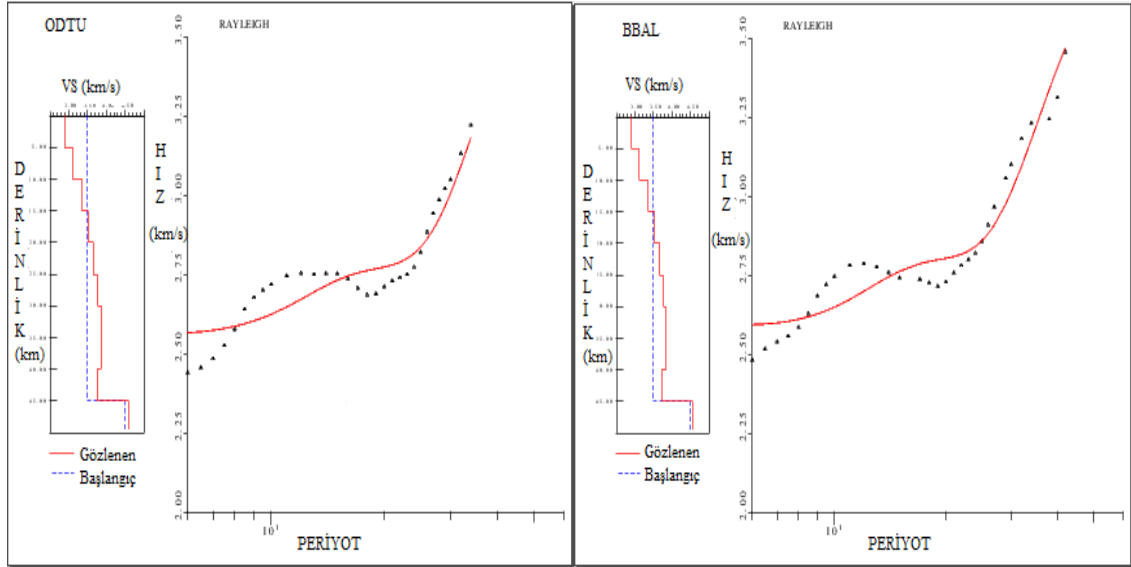
Elimizdeki veriye ardışık süzgeç tekniği (multiple filter technique) uygulanarak gözlemsel grup hızı değerleri hesaplanmıştır. Şekil 4.35' de 5 Ağustos 2012'de Şırnak da meydana gelmiş (I Numaralı deprem) depremin, Ankara ve Kırşehir il sınırları içinde bulunan sırasıyla ODTU, BBAL ve CDAG istasyonlarında kayıt edilmiş ana mod ve yüksek mod Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları görülmektedir.

Tablo 4.7’ de gösterilen I numaralı depremin ODTU, BBAL ve CDAG istasyonlarında kaydedilen Rayleigh dalgası kayıtları analizlerde kullanılmıştır. Analiz sonucunda aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki 3 farklı istasyonun grup hızı eğrilerinin uyumlu olduğu (Şekil 4.35) görülmüştür. Grup hızı eğrileri ortalama olarak 6-45 sn periyot aralığında olup, grup hızı değerlerinin de 2.40-3.30 km/sn arasında değiştiği görülmektedir.



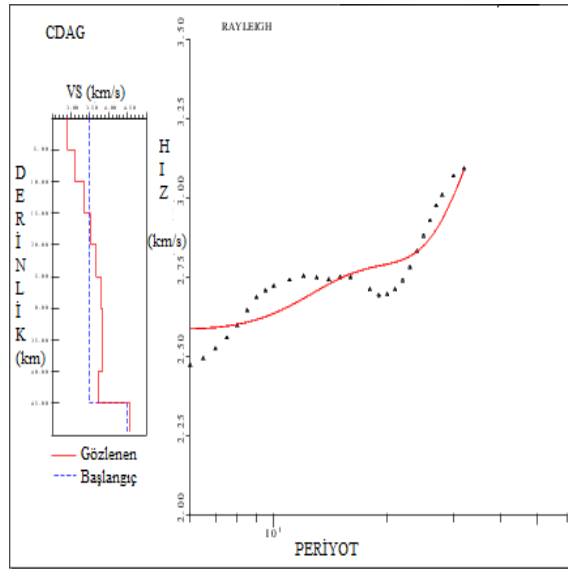
Şekil 4.35. a) ODTU, b) BBAL, c) CDAG istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(I numaralı deprem).

3 farklı istasyonunun her biri için, Rayleigh dalgası kayıtlarından elde edilen grup hızı eğrilerinden ters çözüme gidilmiştir. Şekil 4.36'da ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrileri görülmektedir. Gözlemsel ve teorik dispersiyon eğrileri arasındaki uyumun iyi olduğu şekillerin karşılaştırılmasından anlaşılmaktadır.



a)

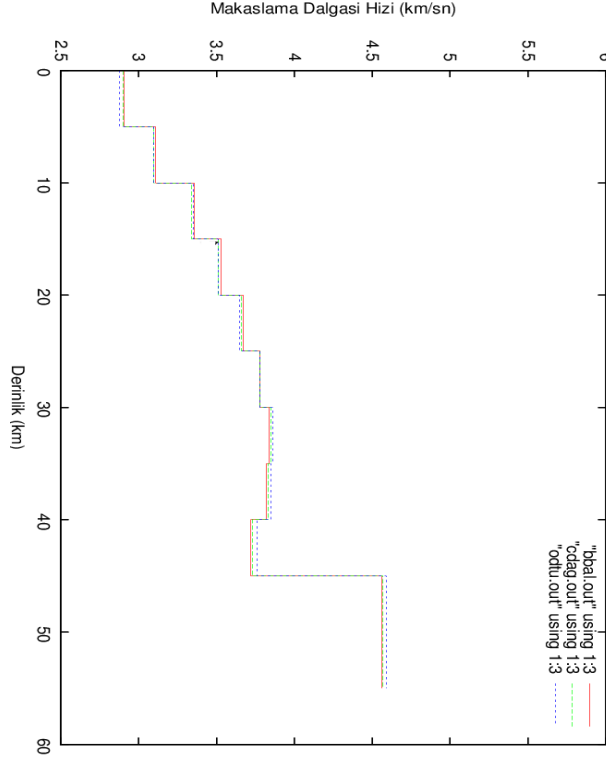
b)



c)

Şekil 4.36. a) ODTU, b) BBAL, c) CDAG istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(I numaralı deprem).

Şekil 4.37’de, Rayleigh dalgası grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen, kabuk ve üst- manto S dalga hızının derinlik ile değişimi verilmiştir.



Şekil 4.37. ODTU, BBAL, CDAG istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.

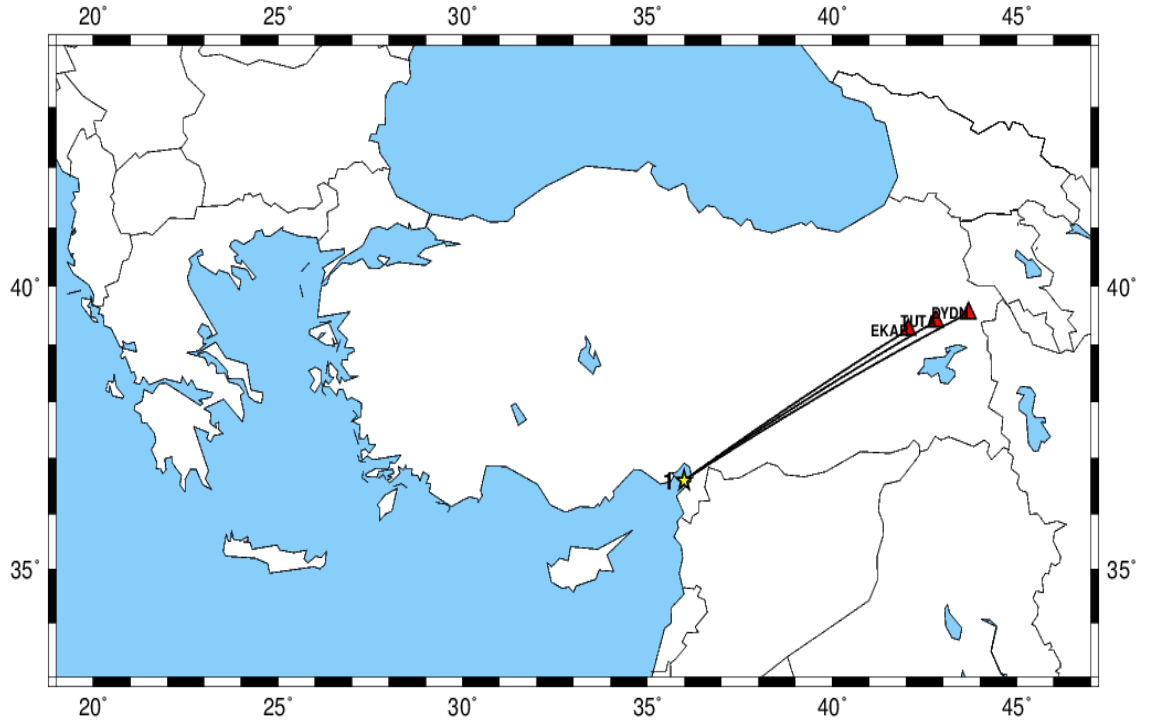
Şekil 4.37’de görüldüğü üzere aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki üç farklı istasyonun makaslama dalgası hızının derinlikle değişimi uyumludur. Ortalama olarak ilk 10 km’de hızlar 3.10 - 3.40 km/sn, 10 ile 30 km arasındaki hızlar 3.70- 3.80 km/sn arasında, 30 ile 45 km arasındaki hızlar ise 4.50-4.60 km/sn arasında değişmektedir.

#### 4.2.7. G Grubu depremin çözüm

G Grubu’nun I numaralı depremin çözümü için kullanılan istasyonlar ve depremin lokasyonu Şekil 4.38’de, I numaralı depreme ait bilgiler ise Tablo 4.8’ de gösterilmiştir.

Tablo 4.8. G Grubu depreme ait parametreler

GRUP	NO	TARİH Gün.Ay.Yıl	ZAMAN	EN.	BOY.	DERİNLİK (Km)	BÜYÜKLÜK	İSTASYON
<b>G Grubu Depremler</b>	<b>I</b>	14.11.2010	23:08:26	36.60	35.99	24.17	5.1	Ekar, Tuta, Dydn

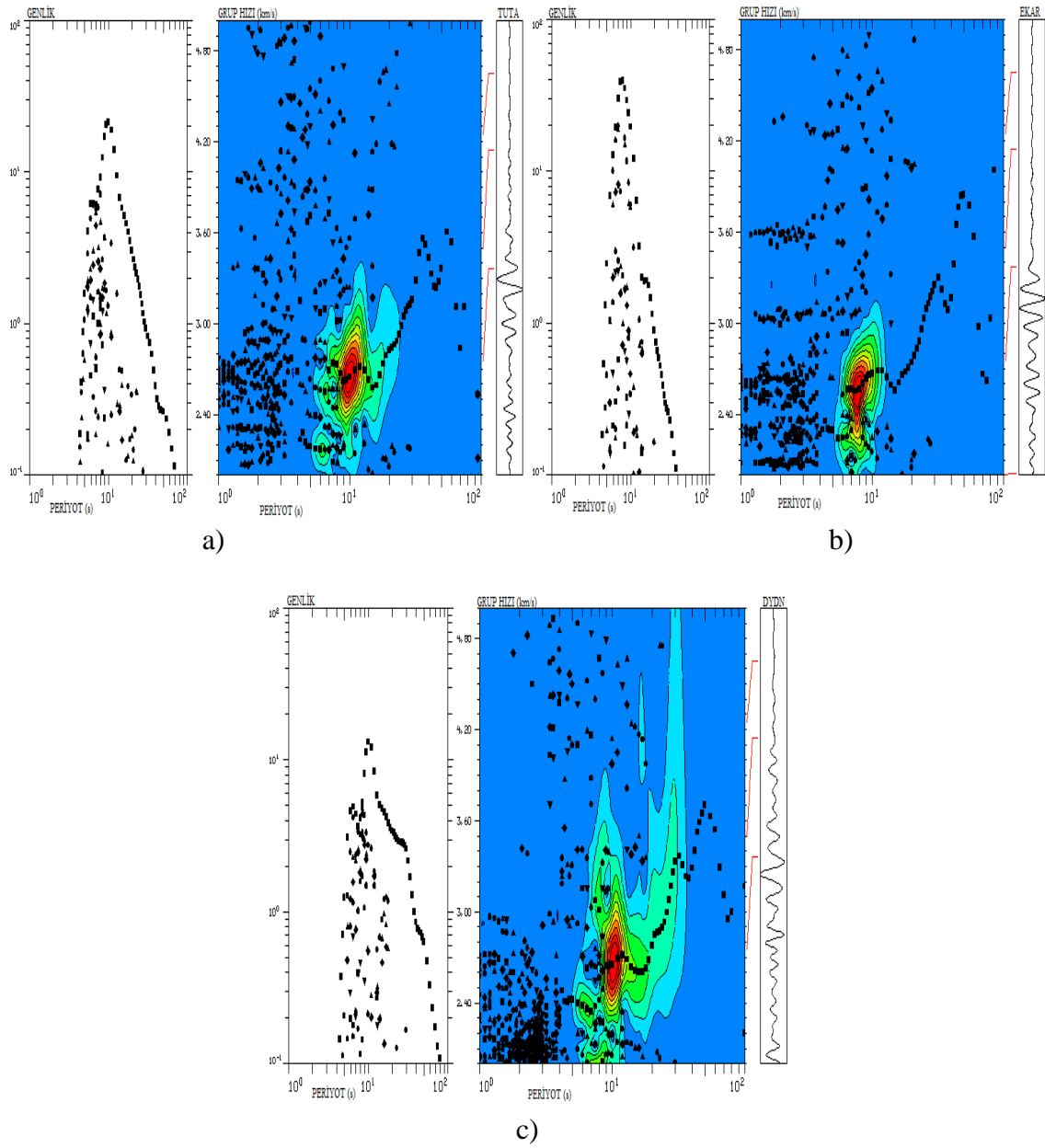


Şekil 4.38. I (G Grubu) numaralı deprem için kullanılan istasyonlar ile depremin lokasyonu ve ışın yolu gösterimi.

### **G Grubu; I numaralı depremin çözümü**

Elimizdeki veriye ardışık süzgeç tekniği (multiple filter technique) uygulanarak gözlemsel grup hızı değerleri hesaplanmıştır. Şekil 4.39' da 14 Kasım 2010'da Akdeniz'in doğusunda meydana gelmiş (I Numaralı deprem) depremin, Muş ve Ağrı il sınırları içinde bulunan sırasıyla EKAR, TUTA ve DYDN istasyonlarında kayıt edilmiş ana mod ve yüksek mod Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları görülmektedir.

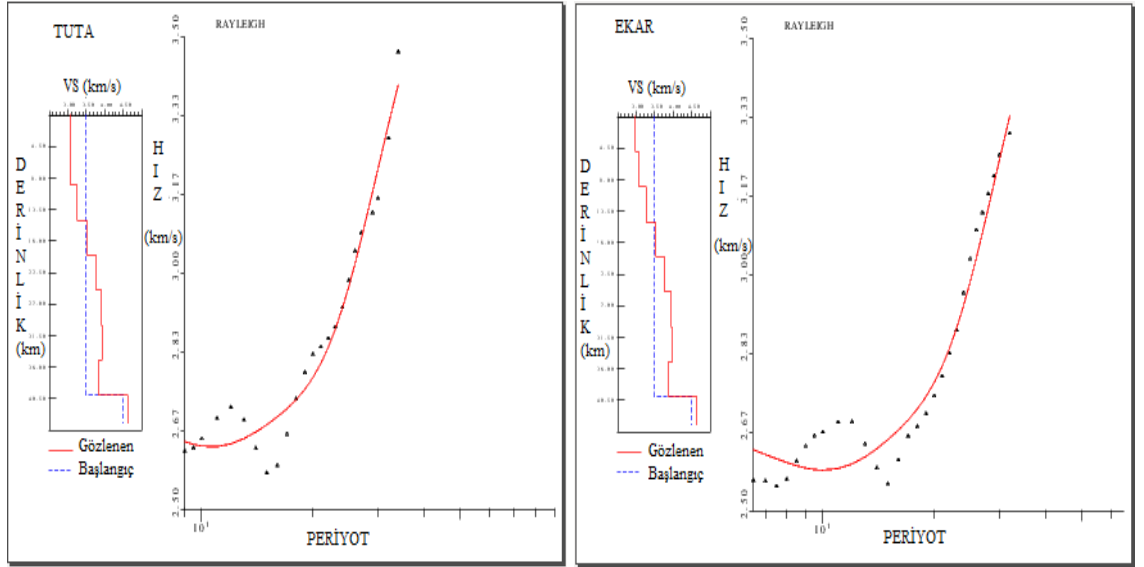
Tablo 4.8’ de gösterilen I numaralı depremin EKAR, TUTA ve DYDN istasyonlarında kaydedilen Rayleigh dalgası kayıtları analizlerde kullanılmıştır. Analiz sonucunda aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki 3 farklı istasyonun grup hızı eğrilerinin uyumlu olduğu (Şekil 4.39) görülmüştür. Grup hızı eğrileri ortalama olarak 8-40 sn periyot aralığında olup, grup hızı değerlerinin de 2.60-3.40 km/sn arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 4.39. a) TUTA, b) EKAR, c) DYDN istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(I numaralı deprem).

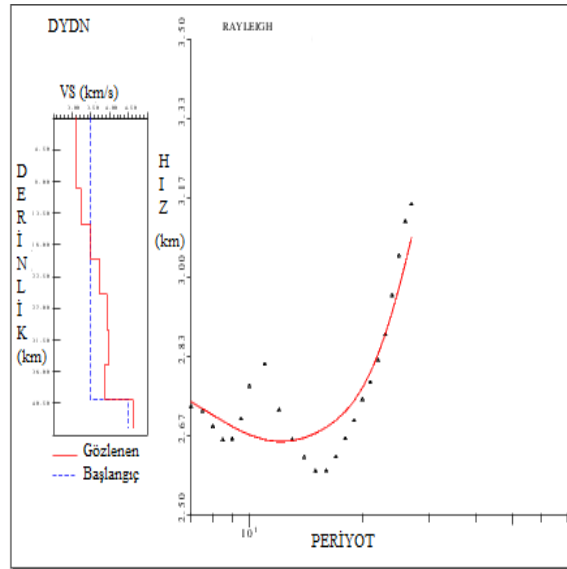


3 farklı istasyonun her biri için, Rayleigh dalgası kayıtlarından elde edilen grup hızı eğrilerinden ters çözüme gidilmiştir. Şekil 4.40'da ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrileri görülmektedir. Gözlemsel ve teorik dispersiyon eğrileri arasındaki uyumun iyi olduğu şekillerin karşılaştırılmasından anlaşılmaktadır.



a)

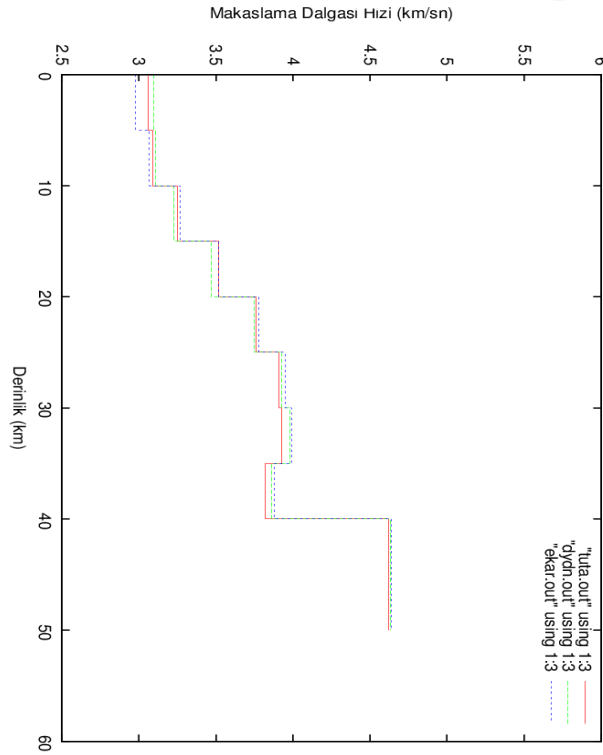
b)



c)

Şekil 4.40. a) TUTA, b) EKAR ve c) DYDN istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(I numaralı deprem).

Şekil 4.41’de, Rayleigh dalgası grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen, kabuk ve üst- manto S dalga hızının derinlik ile değişimi verilmiştir.



Şekil 4.41. TUTA, EKAR, DYDN istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.

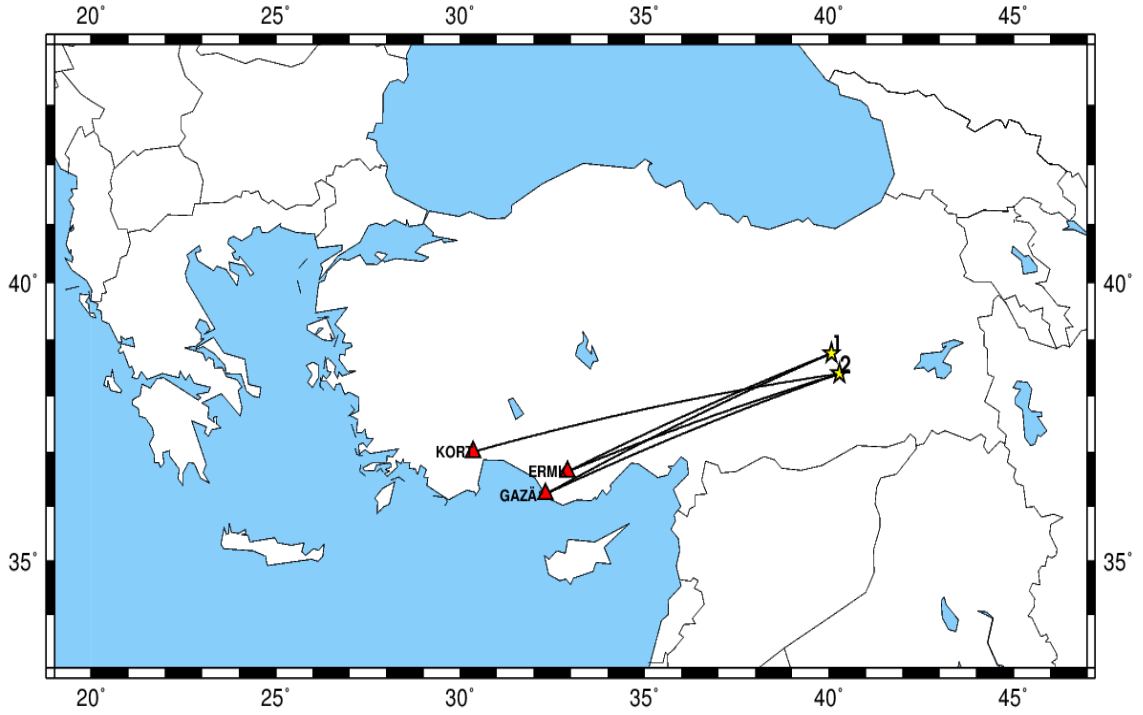
Şekil 4.41’de görüldüğü üzere aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki üç farklı istasyonun makaslama dalgası hızının derinlikle değişimi uyumludur. Ortalama olarak ilk 10 km’de hızlar 3.00 - 3.10 km/sn, 10 ile 30 km arasındaki hızlar 3.70- 3.90 km/sn arasında, 30 ile 40 km arasındaki hızlar ise 4.50-4.60 km/sn arasında değişmektedir.

#### 4.2.8. H Grubu depremlerin çözüm

H Grubu’nun I ve II numaralı depremin çözümü için kullanılan istasyonlar ve depremin lokasyonu Şekil 4.42’de, I ve II numaralı depremlere ait bilgiler ise Tablo 4.9’ da gösterilmiştir.

Tablo 4.9. H Grubu depremlere ait parametreler

GRUP	NO	TARİH Gün.Ay.Yıl	ZAMAN	EN.	BOY.	DERİNLİK (Km)	BÜYÜKLÜK	İSTASYON
<b>H Grubu Depremler</b>	<b>I</b>	08.03.2010	02:32:31	38.76	40.07	5.01	5.8	Ermk, Gazi
	<b>II</b>	24.03.2010	14:11:30	38.77	40.09	22.57	5	Ermk, Gazi, Kort

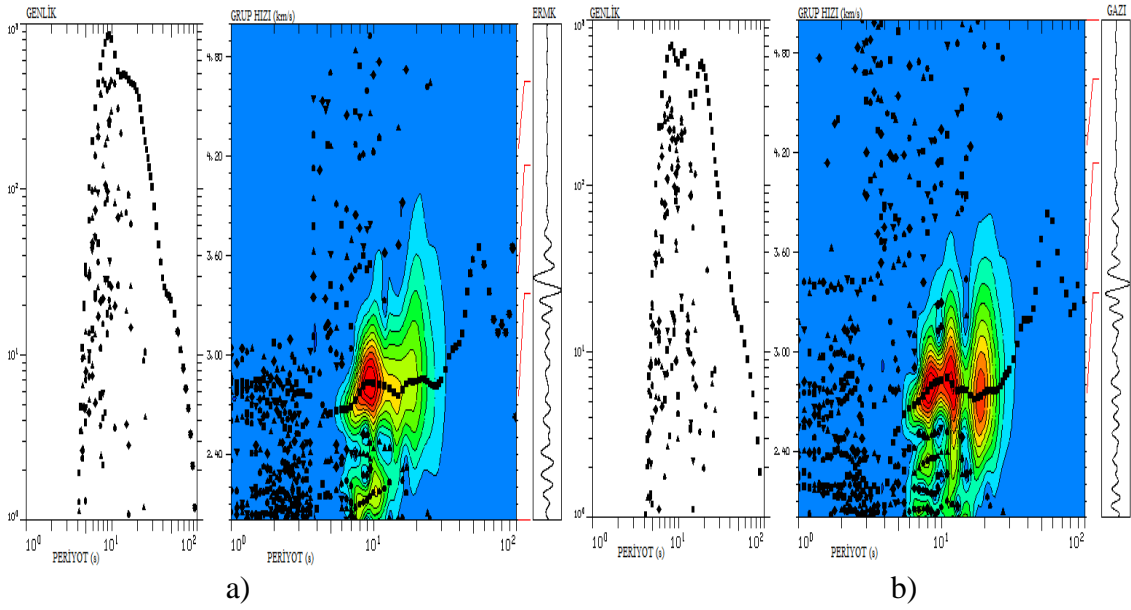


Şekil 4.42. I ve II (H Grubu) numaralı depremler için kullanılan istasyonlar ile depremlerin lokasyonu ve ışın yolu gösterimi.

### **H Grubu; I numaralı depremin çözümü**

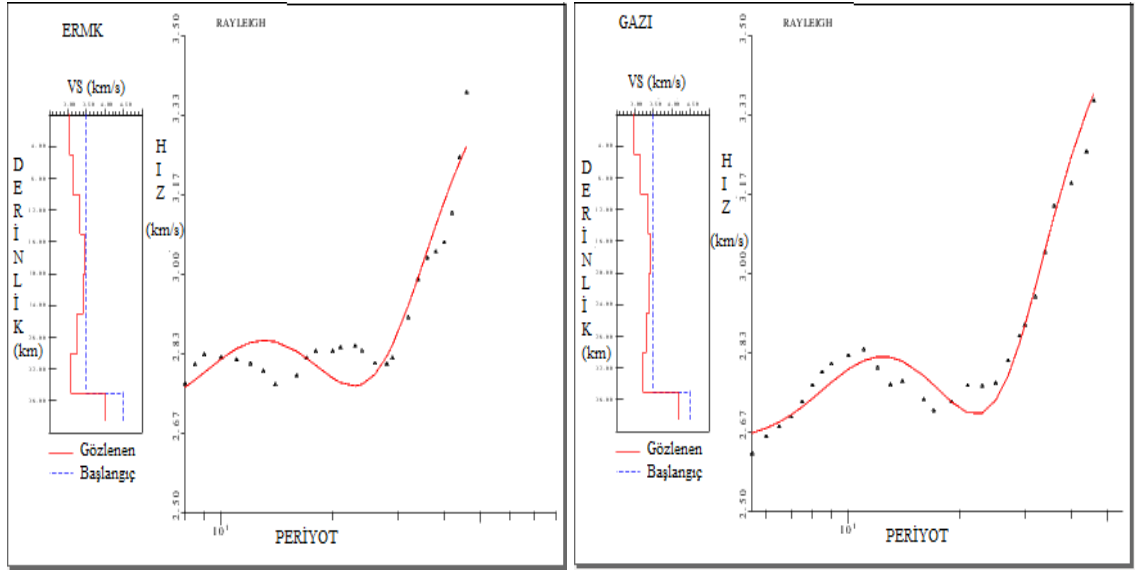
Elimizdeki veriye ardışık süzgeç tekniği (multiple filter technique) uygulanarak gözlemsel grup hızı değerleri hesaplanmıştır. Şekil 4.43' de 8 Mart 2010'da Elazığ da meydana gelmiş (I Numaralı deprem) depremin, Antalya ve Karaman il sınırları içinde bulunan sırasıyla GAZI ve ERMK istasyonlarında kayıt edilmiş ana mod ve yüksek mod Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları görülmektedir.

Tablo 4.9’ de gösterilen I numaralı depremin GAZI ve ERMK istasyonlarında kaydedilen Rayleigh dalgası kayıtları analizlerde kullanılmıştır. Analiz sonucunda aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki 2 farklı istasyonun grup hızı eğrilerinin uyumlu olduğu (Şekil 4.43) görülmüştür. Grup hızı eğrileri ortalama olarak 5-60 sn periyot aralığında olup, grup hızı değerlerinin de 2.60-3.20 km/sn arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 4.43. a) ERMK, b) GAZI istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(I numaralı deprem).

2 farklı istasyonun her biri için, Rayleigh dalgası kayıtlarından elde edilen grup hızı eğrilerinden ters çözüme gidilmiştir. Şekil 4.44’de ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrileri görülmektedir. Gözlemsel ve teorik dispersiyon eğrileri arasındaki uyumun iyi olduğu şekillerin karşılaştırılmasından anlaşılmaktadır.

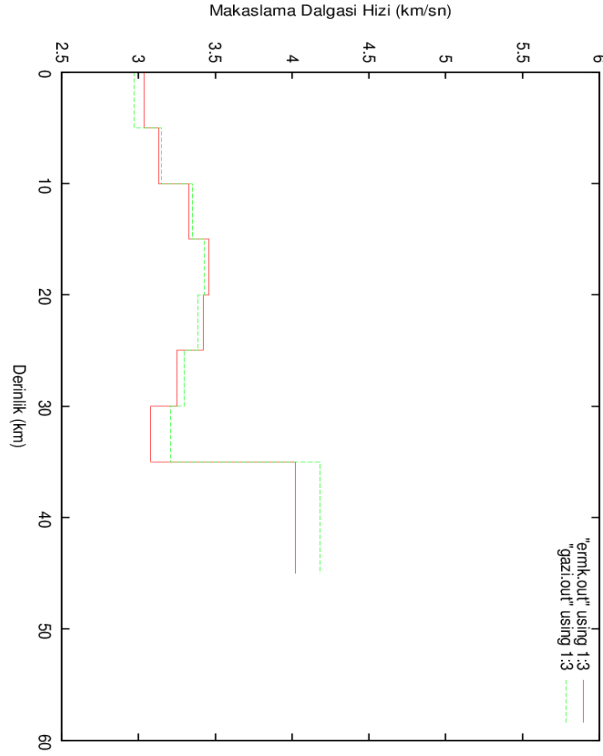


a)

b)

Şekil 4.44. a) ERMK ve b) GAZI istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(I numaralı deprem).

Şekil 4.45’de, Rayleigh dalgası grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen, kabuk ve üst- manto S dalga hızının derinlik ile değişimi verilmiştir.



Şekil 4.45. ERMK ve GAZI istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalgası hızının derinlik ile değişimi.

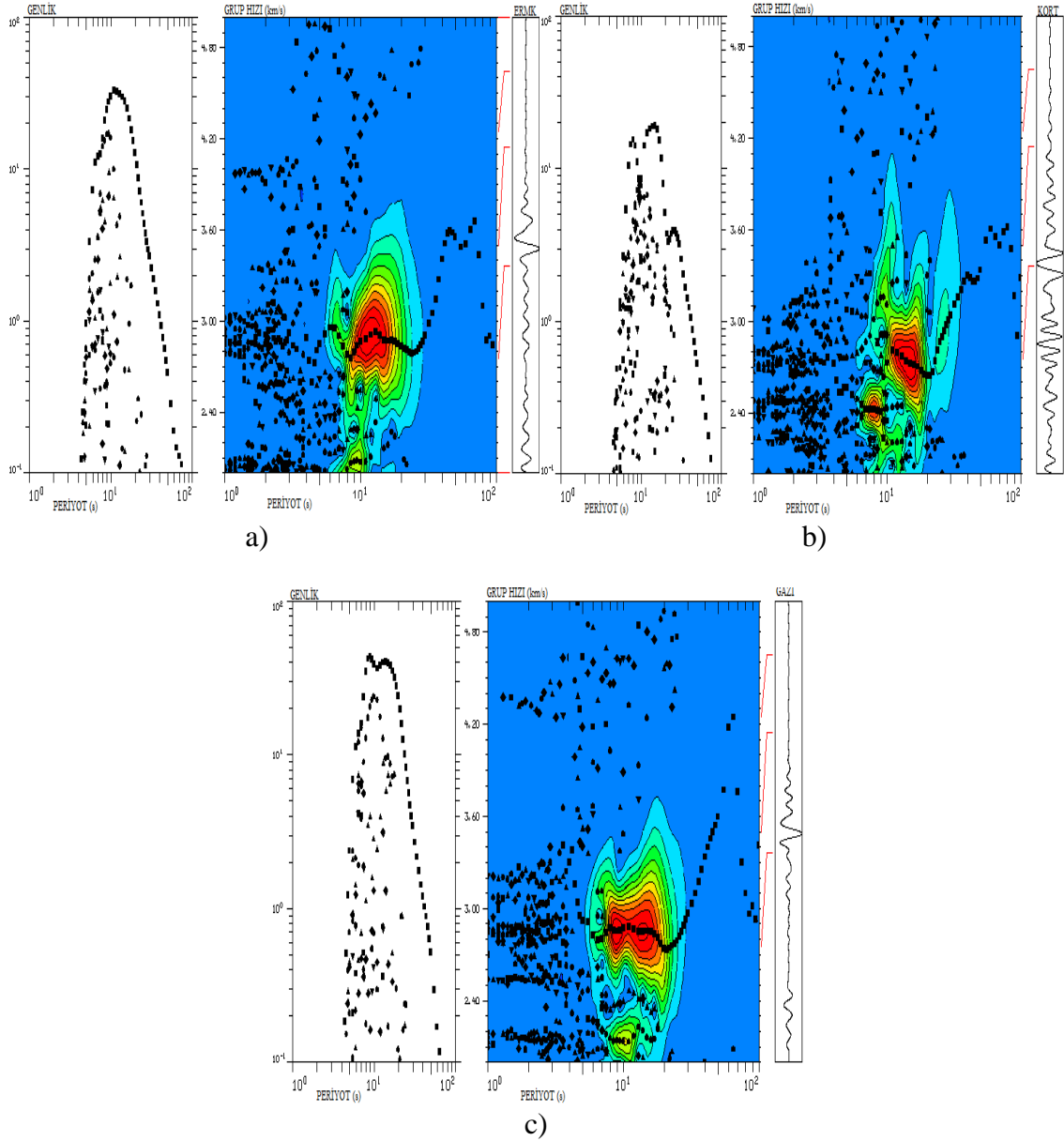
Şekil 4.45’de görüldüğü üzere aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki iki farklı istasyonun makaslama dalgası hızının derinlikle değişimi uyumludur. Ortalama olarak ilk 10 km’de hızlar 3.20 - 3.40 km/sn, 10 ile 30 km arasındaki hızlar 3.00- 3.30 km/sn arasında, 30 ile 35 km arasındaki hızlar ise 4.00-4.30 km/sn arasında değişmektedir.

### **H Grubu; II numaralı depremin çözümü**

Elimizdeki veriye ardışık süzgeç tekniği (multiple filter technique) uygulanarak gözlemsel grup hızı değerleri hesaplanmıştır. Şekil 4.46’ da 24 Mart 2010’da Elazığ da meydana gelmiş (II Numaralı deprem) depremin, Antalya ve Karaman il sınırları içinde bulunan sırasıyla GAZI, KORT ve ERMK istasyonlarında kayıt edilmiş ana mod ve yüksek mod Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları görülmektedir.

Tablo 4.9’ da gösterilen II numaralı depremin GAZI, KORT ve ERMK istasyonlarında kaydedilen Rayleigh dalgası kayıtları analizlerde kullanılmıştır. Analiz sonucunda aynı

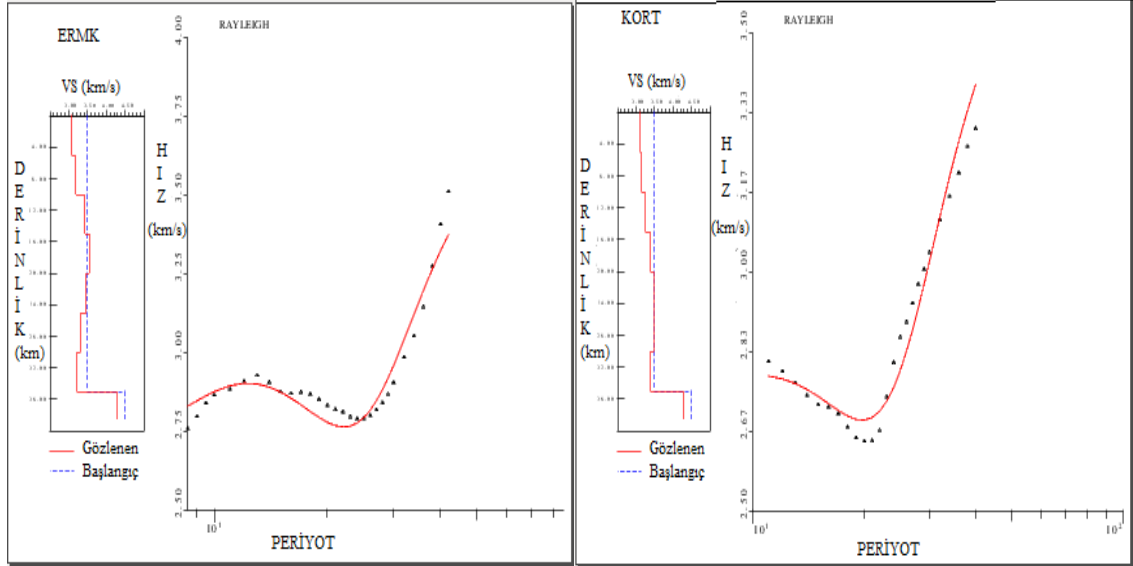
depremi kaydeden, aynı bölgedeki 3 farklı istasyonun grup hızı eğrilerinin uyumlu olduğu (Şekil 4.46) görülmüştür. Grup hızı eğrileri ortalama olarak 8-55 sn periyot aralığında olup, grup hızı değerlerinin de 2.80-3.50 km/sn arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 4.46. a) ERMK, b)KORT c)GAZI istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(II numaralı deprem).

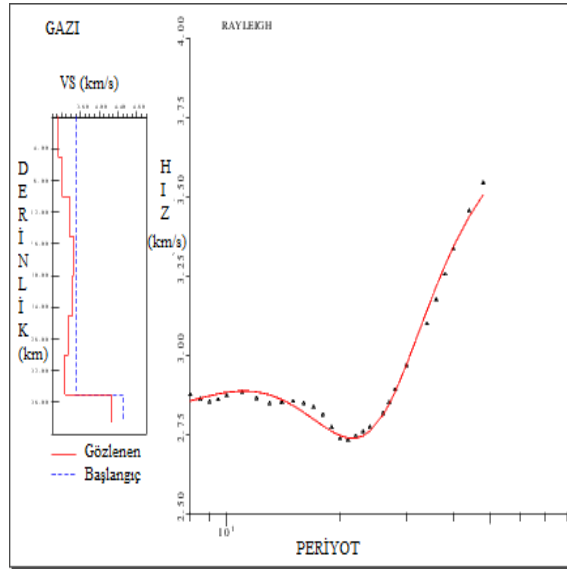
3 farklı istasyonun her biri için, Rayleigh dalgası kayıtlarından elde edilen grup hızı eğrilerinden ters çözüme gidilmiştir. Şekil 4.47'de ters çözüm sonucu bulunan

gözlemsel ve teorik grup hızı eğrileri görülmektedir. Gözlemsel ve teorik dispersiyon eğrileri arasındaki uyumun iyi olduğu şekillerin karşılaştırılmasından anlaşılmaktadır.



a)

b)

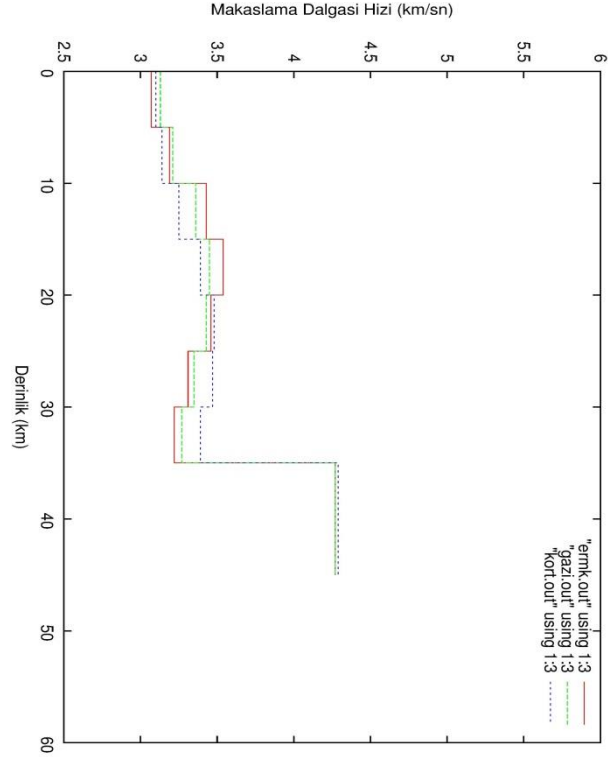


c)

Şekil 4.47. a) ERMK, b) KORT ve c) GAZI istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması (II numaralı deprem).

Şekil 4.48'de, Rayleigh dalgası grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen, kabuk ve üst- manto S dalga hızının derinlik ile değişimi verilmiştir.





Şekil 4.48. ERMK, KORT ve GAZI istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.

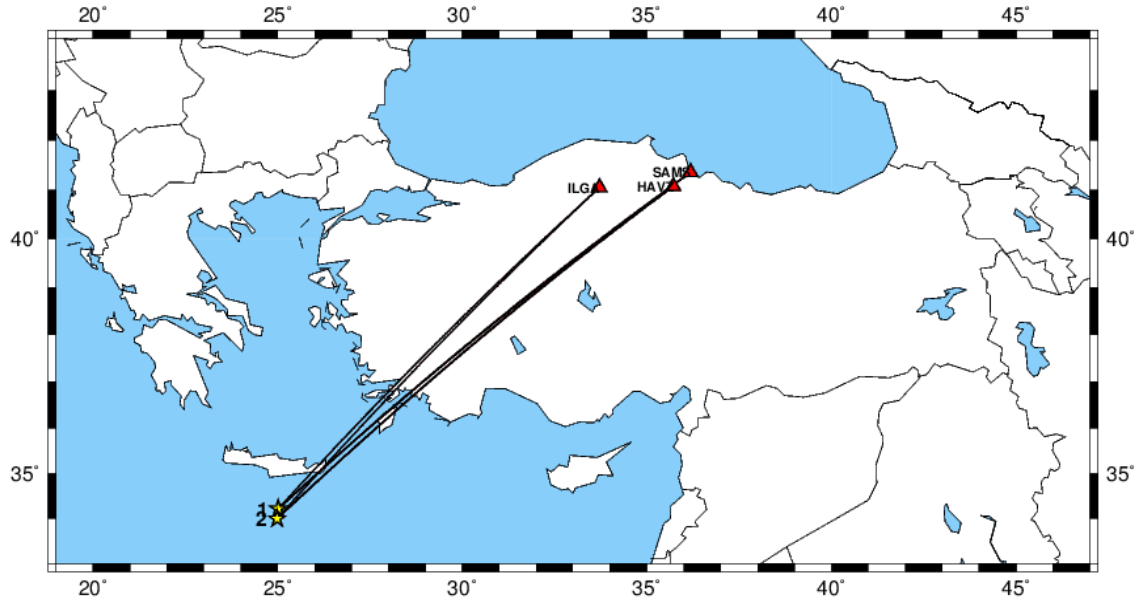
Şekil 4.48'da görüldüğü üzere aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki üç farklı istasyonun makaslama dalgası hızının derinlikle değişimi uyumludur. Ortalama olarak ilk 10 km'de hızlar 3.10 - 3.40 km/sn, 10 ile 30 km arasındaki hızlar 3.30- 3.40 km/sn arasında, 30 ile 35 km arasındaki hızlar ise 4.30-4.40 km/sn arasında değişmektedir.

#### 4.2.9. K Grubu depremlerin çözüm

K Grubu'nun I ve II numaralı depremin çözümü için kullanılan istasyonlar ve depremin lokasyonu Şekil 4.49'da, I ve II numaralı depremlere ait bilgiler ise Tablo 4.10' da gösterilmiştir.

Tablo 4.10. K Grubu depremlere ait parametreler

GRUP	NO	TARİH Gün.Ay.Yıl	ZAMAN	EN.	BOY.	DERİNLİK (Km)	BÜYÜKLÜK	İSTASYON
<b>K Grubu Depremler</b>	<b>I</b>	15.06.2013	16:11:53	34.22	25.01	19.54	5.9	Havz,Sams, Ilga
	<b>II</b>	16.06.2013	21:39:58	34.10	24.98	17.52	5.7	Havz,Sams, Ilga



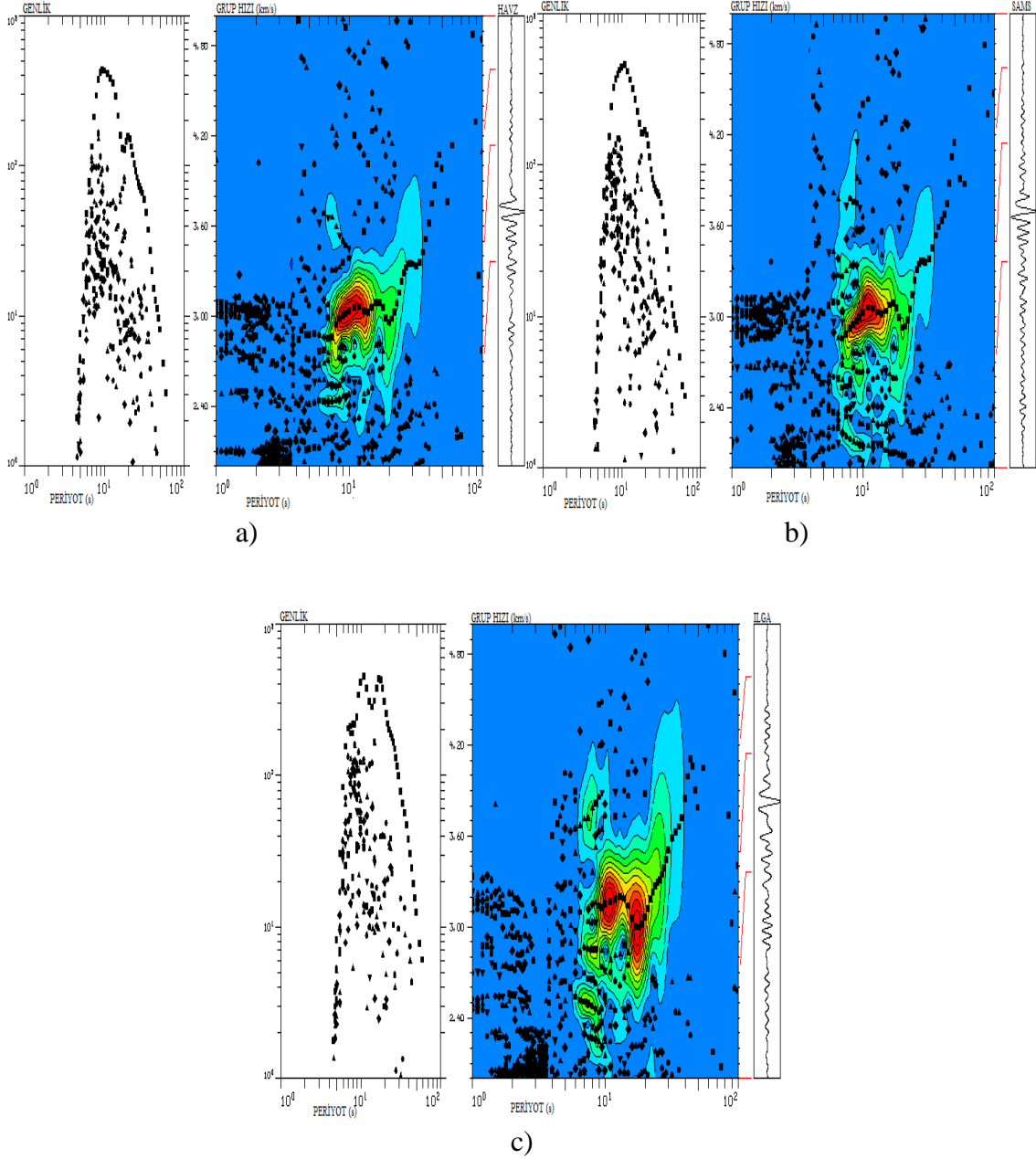
Şekil 4.49. I ve II (K Grubu) numaralı depremler için kullanılan istasyonlar ile depremlerin lokasyonu ve ışın yolu gösterimi.

### **K Grubu; I numaralı depremin çözümü**

Elimizdeki veriye ardışık süzgeç tekniği (multiple filter technique) uygulanarak gözlemsel grup hızı değerleri hesaplanmıştır. Şekil 4.50' de 15 Haziran 2013'de Girit Açıklarında meydana gelmiş (I Numaralı deprem) depremin, Samsun ve Çankırı il sınırları içinde bulunan sırasıyla SAMS, HAVZ ve ILGA istasyonlarında kayıt edilmiş ana mod ve yüksek mod Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları görülmektedir.

Tablo 4.10' da gösterilen I numaralı depremin SAMS, HAVZ ve İLGA istasyonlarında kaydedilen Rayleigh dalgası kayıtları analizlerde kullanılmıştır. Analiz sonucunda aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki 3 farklı istasyonun grup hızı eğrilerinin uyumlu

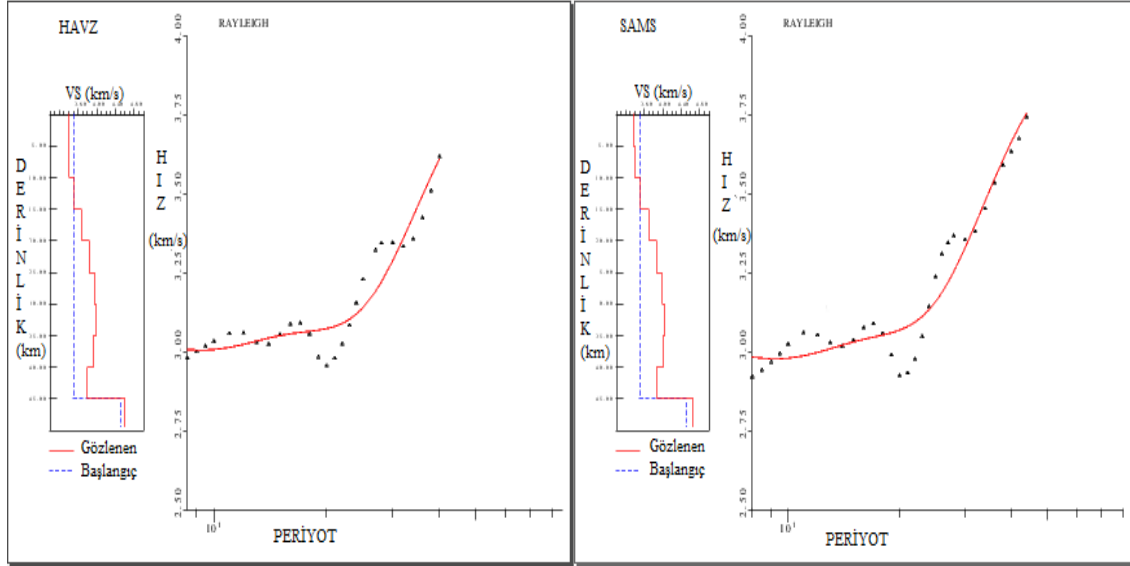
olduğu (Şekil 4.50) görülmüştür. Grup hızı eğrileri ortalama olarak 8-40 sn periyot aralığında olup, grup hızı değerlerinin de 3.10-3.80 km/sn arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 4.50. a) HAVZ, b)SAMS c)ILGA istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(I numaralı deprem).

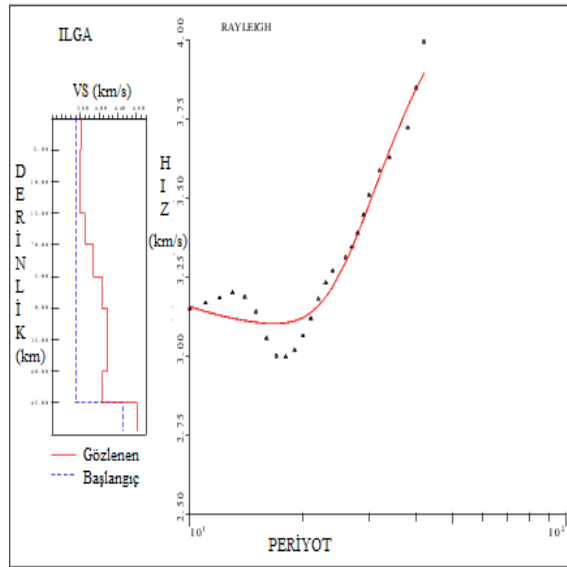
3 farklı İstasyonun her biri için, Rayleigh dalgası kayıtlarından elde edilen grup hızı eğrilerinden ters çözüme gidilmiştir. Şekil 4.51'de ters çözüm sonucu bulunan

gözlemsel ve teorik grup hızı eğrileri görülmektedir. Gözlemsel ve teorik dispersiyon eğrileri arasındaki uyumun iyi olduğu şekillerin karşılaştırılmasından anlaşılmaktadır.



a)

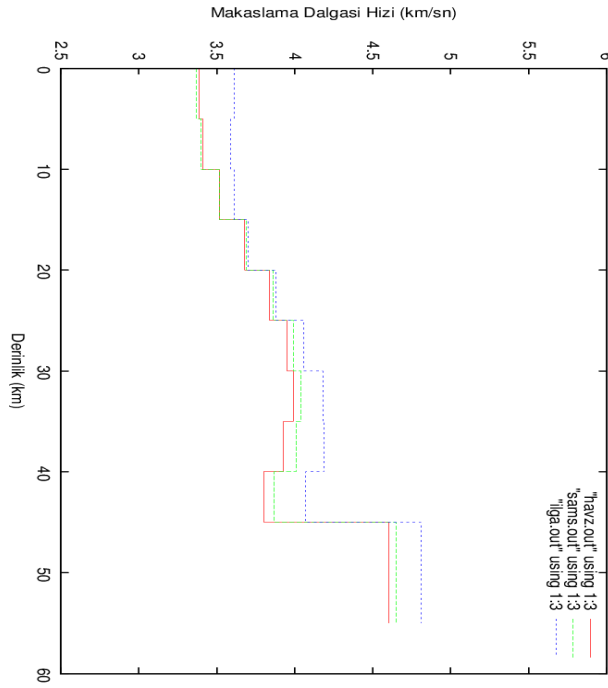
b)



c)

Şekil 4.51. a) HAVZ, b) SAMS ve c) ILGA istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması(I numaralı deprem).

Şekil 4.52’de, Rayleigh dalgası grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen, kabuk ve üst- manto S dalga hızının derinlik ile değişimi verilmiştir.



Şekil 4.52. HAVZ, SAMS ve ILGA istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalgası hızının derinlik ile değişimi.

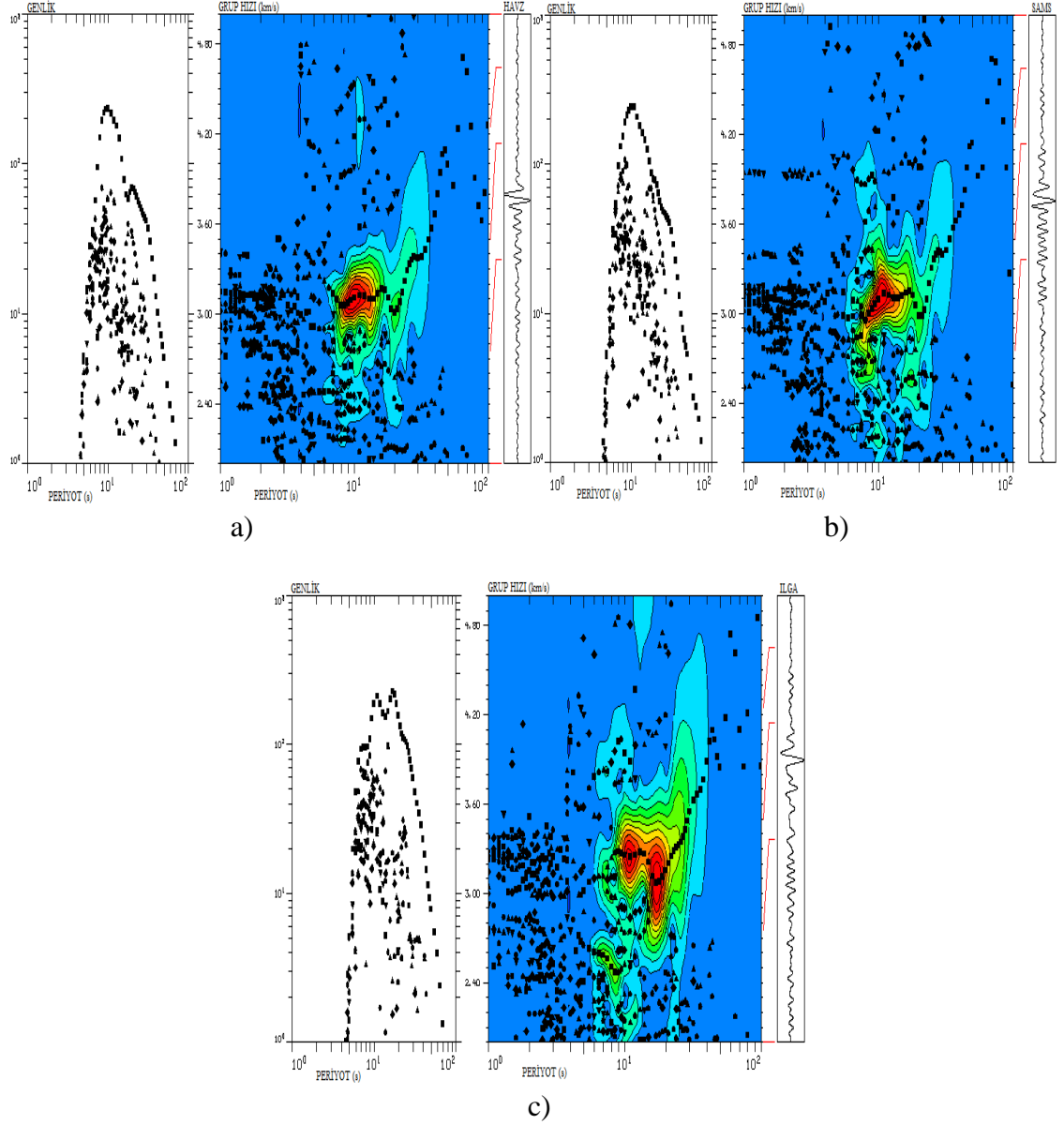
Şekil 4.52'de görüldüğü üzere aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki üç farklı istasyonun makaslama dalgası hızının derinlikle değişimi uyumludur. Ortalama olarak ilk 10 km'de hızlar 3.40 - 3.60 km/sn, 10 ile 30 km arasındaki hızlar 3.90- 4.20 km/sn arasında, 30 ile 45 km arasındaki hızlar ise 4.60-4.70 km/sn arasında değişmektedir.

### **K Grubu; II numaralı depremin çözümü**

Elimizdeki veriye ardışık süzgeç tekniği (multiple filter technique) uygulanarak gözlemsel grup hızı değerleri hesaplanmıştır. Şekil 4.53' de 16 Haziran 2013'de Girit Açıklarında meydana gelmiş (II Numaralı deprem) depremin, Samsun ve Çankırı il sınırları içinde bulunan sırasıyla SAMS, HAVZ ve ILGA istasyonlarında kayıt edilmiş ana mod ve yüksek mod Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları görülmektedir.

Tablo 4.10' da gösterilen II numaralı depremin SAMS, HAVZ ve İLGA istasyonlarında kaydedilen Rayleigh dalgası kayıtları analizlerde kullanılmıştır. Analiz sonucunda aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki 3 farklı istasyonun grup hızı eğrilerinin uyumlu

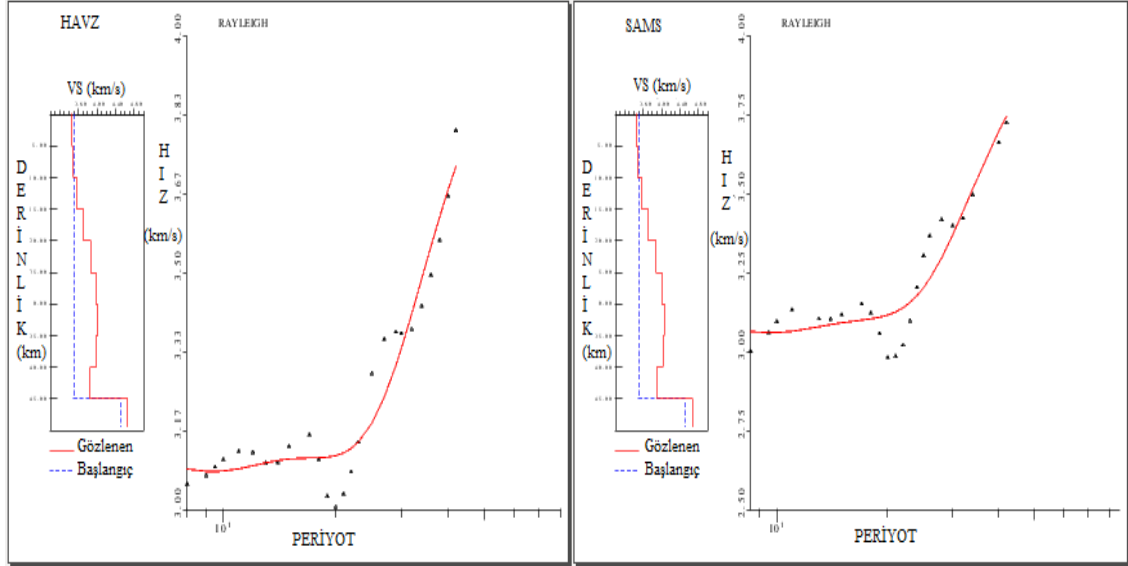
olduğu (Şekil 4.53) görülmüştür. Grup hızı eğrileri ortalama olarak 7-50 sn periyot aralığında olup, grup hızı değerlerinin de 3.10-3.80 km/sn arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 4.53. a) HAVZ, b)SAMS c)ILGA istasyonlarına ait Rayleigh dalgalarının konturlanmış spektral genlikleri ve grup hızı diyagramları(I numaralı deprem).

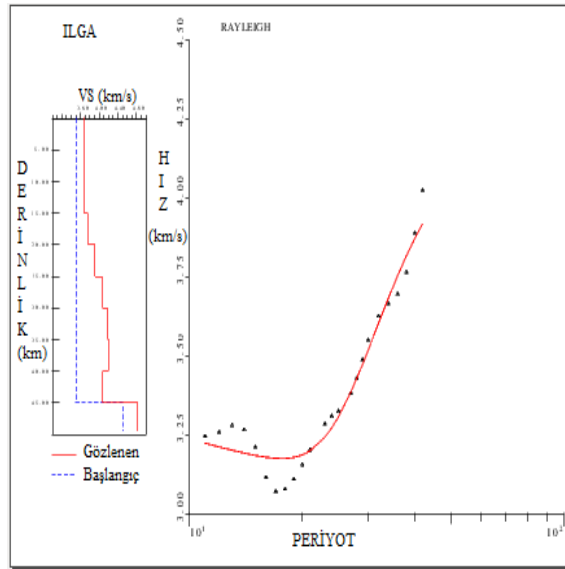
3 farklı istasyonun her biri için, Rayleigh dalgası kayıtlarından elde edilen grup hızı eğrilerinden ters çözüme gidilmiştir. Şekil 4.54'de ters çözüm sonucu bulunan

gözlemsel ve teorik grup hızı eğrileri görülmektedir. Gözlemsel ve teorik dispersiyon eğrileri arasındaki uyumun iyi olduğu şekillerin karşılaştırılmasından anlaşılmaktadır.



a)

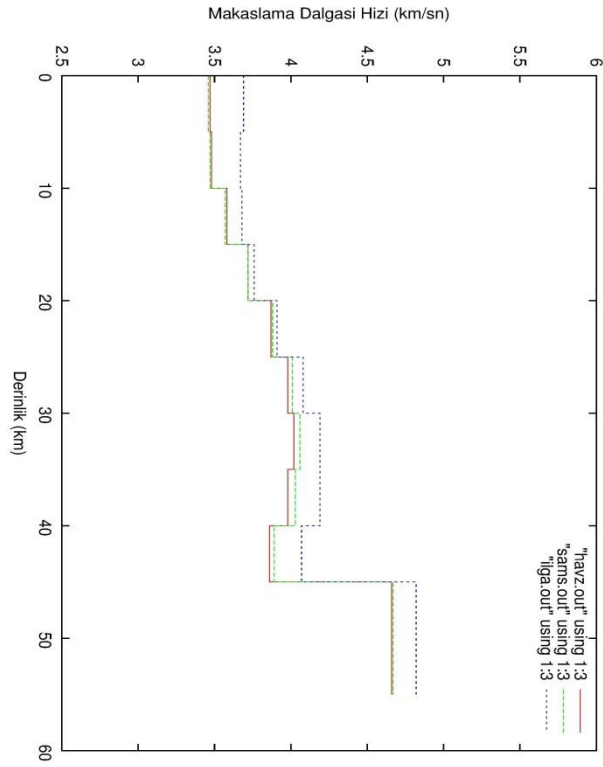
b)



c)

Şekil 4.54. a) HAVZ, b) SAMS ve c) ILGA istasyonlarının ters çözüm sonucu bulunan gözlemsel ve teorik grup hızı eğrilerin karşılaştırılması (II numaralı deprem).

Şekil 4.55’de, Rayleigh dalgası grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen, kabuk ve üst- manto S dalga hızının derinlik ile değişimi verilmiştir.



Şekil 4.55. HAVZ, SAMS ve ILGA istasyonlarının üst üste çizdirilmiş Rayleigh grup hızı eğrilerinin ters çözümünden elde edilen S dalgası hızının derinlik ile değişimi.

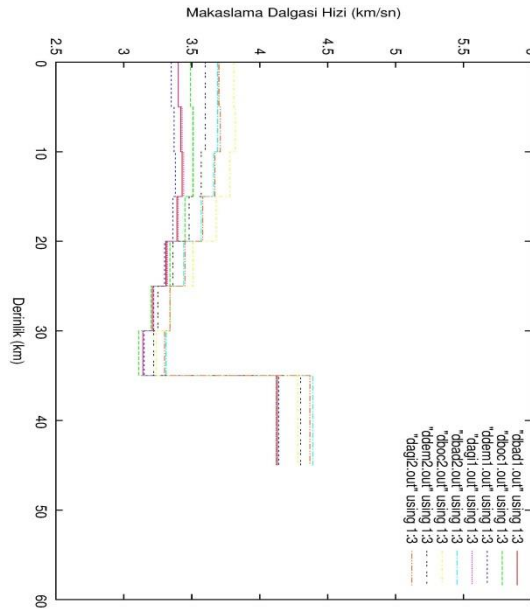
Şekil 4.55’de görüldüğü üzere aynı depremi kaydeden, aynı bölgedeki üç farklı istasyonun makaslama dalgası hızının derinlikle değişimi uyumludur. Ortalama olarak ilk 10 km’de hızlar 3.40 - 3.60 km/sn, 10 ile 30 km arasındaki hızlar 3.90- 4.10 km/sn arasında, 30 ile 45 km arasındaki hızlar ise 4.60-4.70 km/sn arasında değişmektedir.



## 5. BÖLÜM

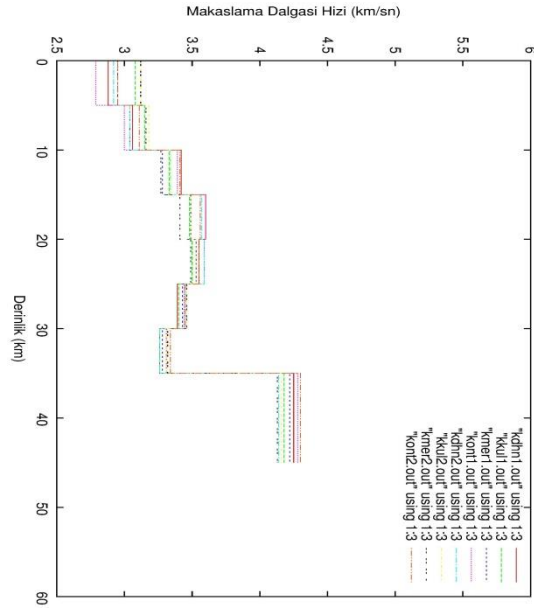
### TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Anadolu'daki tek-istasyon verilerinden yararlanarak Rayleigh dalgası grup hızı dispersiyon eğrilerinin hesaplandığı ve bu grup hızlarının ters çözümlemesinden yararlanarak kabuk ve üst manto yapısının araştırıldığı bu çalışmada, Türkiye ve çevresinde meydana gelmiş 15 adet depremin çözümü yapılmıştır. Kullanılacak depremlerin seçiminde magnitüd, odak derinliği ve episantr uzaklığı gibi parametreler dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda episantr dağılımı Şekil 4.1.de görülen depremlerin magnitüdüleri 5.0-6.7 arasında, derinlikleri 5.00 - 43 km arasında değişmektedir. Bölüm 2.4' de anlatılan, Türkiye için yapılmış diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında yaklaşık olarak aynı sonuçlar elde edilmiştir. Bazı bölgelerdeki sapmaların nedeni, periyot aralığında herhangi bir sınırlamaya gidilmemiş olması ve depremlerin orjin zamanındaki hatalardan kaynaklanıyor olabilir.



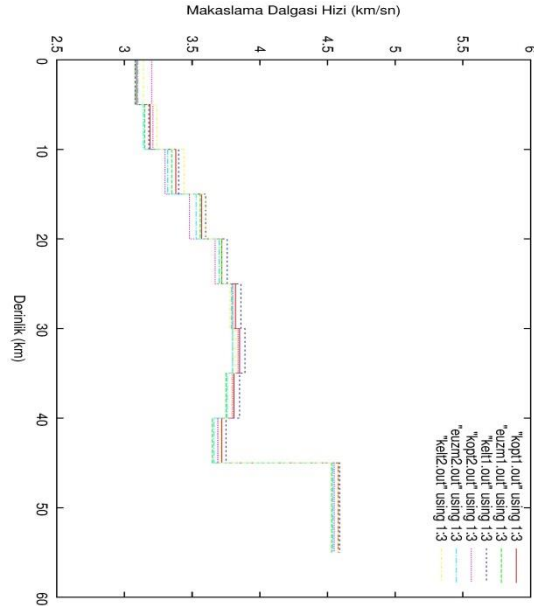
Şekil 5.1. A grubu I ve II numaralı depremlerin ortak çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.

A grubu I ve II numaralı depremlerin ortak çözüm sonuçlarına göre, Güneybatı-Kuzeydoğu Anadolu doğrultusunda üst-manto ortalama 4.30 km/sn'lik S-dalga hızına sahiptir. Önerilen kabuk kalınlığı  $35 \pm 10$  km'dir.



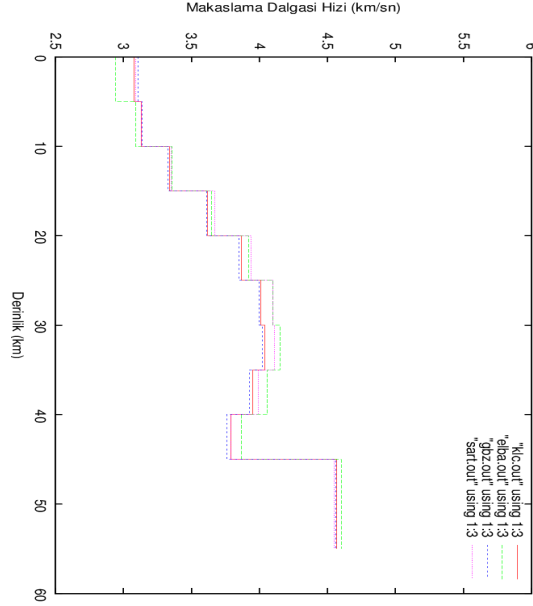
Şekil 5.2. B grubu I ve II numaralı depremlerin ortak çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.

B grubu I ve II numaralı depremlerin grup hızlarının ters çözüm sonuçlarına göre, Doğu Anadolu-Orta Anadolu doğrultusunda üst-manto ortalama 4.25 km/sn'lik S-dalga hızına sahiptir. Önerilen kabuk kalınlığı  $35 \pm 10$  km'dir.



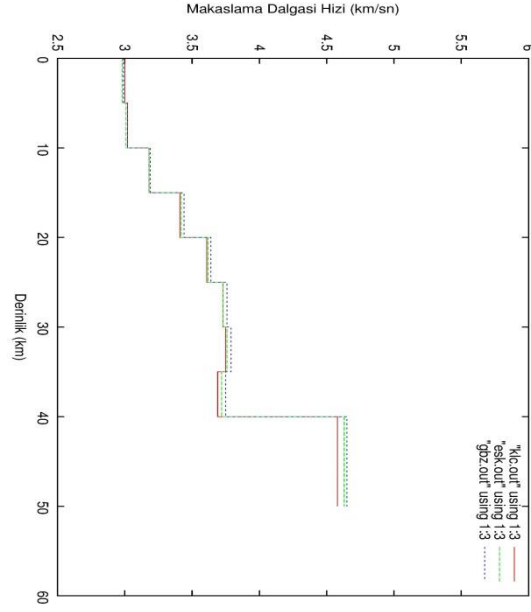
Şekil 5.3. C grubu I ve II numaralı depremlerin ortak çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.

C grubu I ve II numaralı depremlerin grup hızlarının ters çözüm sonuçlarına göre, Batı Anadolu-Orta Anadolu doğrultusunda üst-manto ortalama 4.55 km/sn'lik S-dalga hızına sahiptir. Önerilen kabuk kalınlığı  $45 \pm 10$  km'dir.



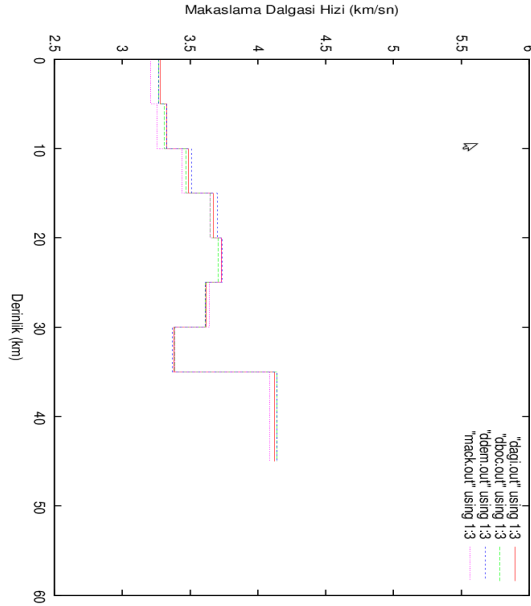
Şekil 5.4. D grubu I numaralı depremin çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.

D grubu I numaralı depremin grup hızlarının ters çözüm sonuçlarına göre, Ege bölgesinin kıyı kesimlerinde Güney-Kuzey doğrultusunda üst-manto ortalama 4.55 km/sn'lik S-dalga hızına sahiptir. Önerilen kabuk kalınlığı  $45 \pm 10$  km'dir.



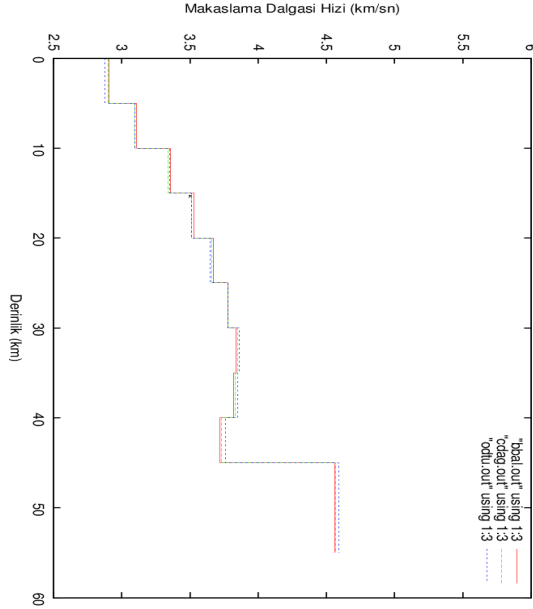
Şekil 5.5. D grubu II numaralı depremin çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.

D grubu II numaralı depremin grup hızlarının ters çözüm sonuçlarına göre, Ege bölgesinin iç kesimlerinde Güney-Kuzey doğrultusunda üst-manto ortalama 4.60 km/sn'lik S-dalga hızına sahiptir. Önerilen kabuk kalınlığı  $40 \pm 10$  km'dir.



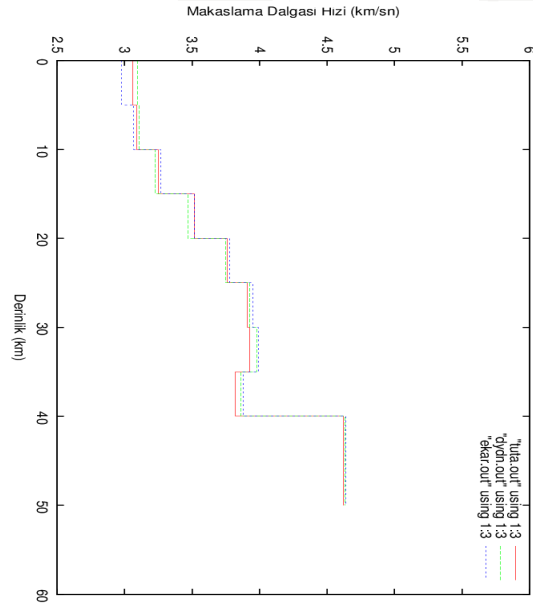
Şekil 5.6. E grubu I numaralı depremin çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.

E grubu I numaralı depremin grup hızlarının ters çözüm sonuçlarına göre, Karadeniz bölgesinin Batı-Doğu doğrultusunda üst-manto ortalama 4.20 km/sn'lik S-dalga hızına sahiptir. Önerilen kabuk kalınlığı  $35 \pm 10$  km'dir.



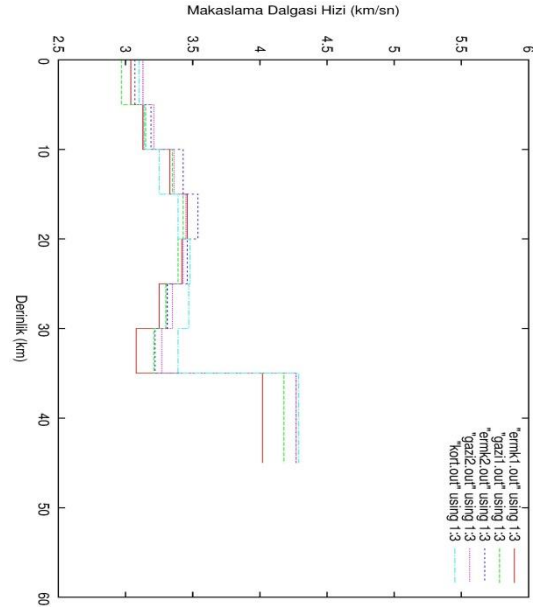
Şekil 5.7. F grubu I numaralı depremin çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.

F grubu I numaralı depremin grup hızlarının ters çözüm sonuçlarına göre, Güneydoğu Anadolu-Orta Anadolu doğrultusunda Moho süreksizliği üstünde ortalama 4.10 km/sn'lik S-dalga hızı elde edilmiştir. Önerilen kabuk kalınlığı  $45 \pm 10$  km'dir.



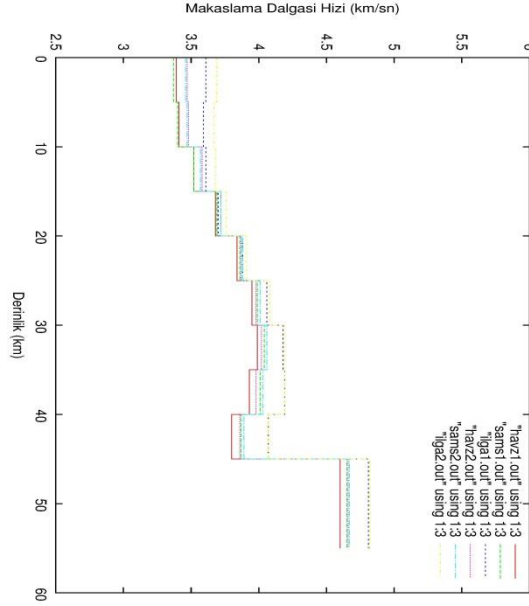
Şekil 5.8. G grubu I numaralı depremin çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.

G grubu I numaralı depremin grup hızlarının ters çözüm sonuçlarına göre, Doğu Akdeniz-Doğu Anadolu doğrultusunda üst-manto ortalama 4.60 km/sn'lik S-dalga hızına sahiptir. Önerilen kabuk kalınlığı  $40 \pm 10$  km'dir.



Şekil 5.9. H grubu I ve II numaralı depremlerin ortak çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.

H grubu I ve II numaralı depremlerin grup hızlarının ters çözüm sonuçlarına göre, Doğu Anadolu-Orta Akdeniz doğrultusunda üst-manto ortalama 4.20 km/sn'lik S-dalga hızına sahiptir. Önerilen kabuk kalınlığı  $35\pm 10$  km'dir.



Şekil 5.10. K grubu I ve II numaralı depremlerin ortak çözümünden elde edilen S dalga hızının derinlik ile değişimi.

K grubu I ve II numaralı depremlerin grup hızlarının ters çözüm sonuçlarına göre, Batı Akdeniz-Orta Karadeniz doğrultusunda üst-manto ortalama 4.60 km/sn'lik S-dalga hızına sahiptir. Önerilen kabuk kalınlığı  $45\pm 10$  km'dir.

Çalışmada kullanılan deprem kayıtlarının kalitesi Anadolu plakası için Rayleigh yüzey dalgası grup hızı çalışması için fırsat vermiştir. Daha sonraki aşama birçok ilave deprem istasyonu kullanılarak grup hızı tomografisine geçmek olacaktır. Ayrıca Love yüzey dalgası grup hızı bilgilerinin tomografi işlemine katılması kabuk ve üst manto boyutunda Anadolu plakasının anizotropisini çalışmaya fırsat verecektir.

## KAYNAKLAR

1. Şengör, A.M.C., “Cross faults differential stretching of hanging walls in regions of low-angle normal faulting; examples from western Turkey, continental Extensional tectonics”, *Geol. Soc., London, Spec. Puv.*, 28, 575-589, 1987.
2. Ricou, L.E., “Tethys reconstructed: plates, continental fragments their boundaries since 260 Ma from central America to south-eastern Asia”, *Geodinamica Acta*, 7: 169-218, 1994.
3. Stampfli, G.M., “The Intra-Alpine terrain: A Paleotethyan remnant in the Alpine Variscides”, *Eclogae Geol. Helv.*, 89, 13-42, 1996.
4. Şengör, A. M. C. ve Yılmaz, Y., “Tethyan Evolution Of Turkey: A Plate Tectonic Approach”, *Tectonophysics*, 75, 181-241, 1981.
5. Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y. ve Ketin, T., "Remnants of a pre-late Jurassic ocean in northern Turkey, Fragments of Permian - Triassic Paleo - Tethys", *Geol. Soc. America Bull.*, 93,932 - 936, 1982.
6. Okay, A.İ., Tüysüz, O., “Tethyan Sutures of Northern Turkey, The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within Alpine Orogen”, B. Dur, L. Jolivet, F. Horvath & M. Seranne, *Geological Society, London*, 475-515, 1999.
7. Aydın, Y., “Etude petrographique et geochemique de la partie centrale du Massif d'Istranca (Turquie)”, *Thèse de Docteur Ingénieur*, Univ. Nancy, 1, 131pp, 1974.
8. Kasar, S., Okay, A. İ., “Silivri-Kıyıköy-İstanbul Boğazı arasındaki alanın jeolojisi”, *TPAO Raporu, No: 3119*, 79s, 1992.
9. Okay, A.İ., Satır, M., Tüysüz, O., Akyüz, S. ve Chen, F., “The tectonics of the Strandja Massif; late Variscan and mid-Mesozoic deformation and metamorphism in the northern Aegean”, *International Journal of Earth Sciences* 90 (2), 217-233, 2001.
10. Kozur, H. W., ve Göncüoğlu, M.C., “Differences in the geological evolution of the Istanbul and Zonguldak terranes, northern Turkey”. In: Talent, J., Khan, F., Mawson, R. (Eds.), IGCP 421: Mid - Palaeozoic bioevent / biogeography patterns in relation to crustal dynamics. *North Ryde (Macquarie University Printery)*, Peshawar, Pakistan, pp. 16-18, 1999.



11. Ustaömer, T. ve Robertson, A.H.F., “Tectonic evolution of the Intra-Pontides suture zone in the Armutlu Peninsula”, NW Turkey; reply. *Tectonophysics* 405 (14), 223-231, 2005.
12. Yılmaz Y., Genç, Ş. C., Yiğitbaş, E., Bozcu, M., Yılmaz, K., “Geological Evolution Of The Late Mesozoic Continental Margin Of Northwestern Anatolia”. *Tectonophysics*, 243, 155-171, 1995.
13. Okay, A.İ., Şengör, A.M.C. ve Görür, N., “Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effect on the surrounding regions”. *Geology*, 22, 267-270, 1994.
14. Görür, N., Okay, A.İ., “A fore-arc origin for the Thrace Basin, NW Turkey”. *Geol. Rundsch*, 85, 662-668, 1996.
15. Bingöl, E., Akyürek, B. ve Korkmazer, B., “Biga Yarımadası'nın jeolojisi ve Karakaya Formasyonu'nun bazı özellikleri”. *Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri kongresi, Tebliğler*, MTA., Ankara, 70-76, 1973.
16. Okay, A.İ., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R. ve Akyüz, S., “Paleo-And Neo-Tethyan Events In Northwestern Turkey: Geological and Geochronological Constraints”. In: Yin, A. And Harrison, T.M. (Eds), *The Tectonic Evolution Of Asia. Cambridge Univ. Press.*, 420-441, 1996.
17. Duru, M., Pehlivan, Ş., Şentürk, Y., Yavaş, F. ve Kar, H., “New results on the lithostratigraphy of the Kazdağı Masif in NW Turkey”, TUBİTAK, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 13/2, 177- 186, 2004.
18. Innocenti, F., Kolios, N., Manetti, P., Rita, F., Villari, L., “Acid basic late neogene volcanism in central Aegean Sea: Its nature Geotectonic significance”, *Bulletin of Volcanology*, 45, 87-97, 1982.
19. Perinçek, D., “Geological investigation of the çelikhhan-Sincik-koçali area ( adıyaman Province)”, *Istanbul Univ. Science Faculty Press*, Serie B44, 127-147, 1979.
20. Arslan, S., Akın, U., Alaca, A., “Gravite verileri ile türkiye'nin kabuk yapısının incelenmesi”. *MTA Dergisi*, 140, 57-73, 2010.
21. Selim, H. H., Tüysüz O., Barka A.A., “Güney Marmara Bölümünün Neotektoniği”, *İTÜ Dergisi/d Mühendislik*, Cilt:5, Sayı:1, Kısım:2 s:151 – 160, 2006.
22. Şaroğlu, F., Güner, Y., “Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik gelişimine etki eden öğeler: jeomorfoloji, tektonik, volkanizma ilişkileri”. *Türkiye Jeoloji Kur. Bülteni*, 24, 2, 39-50, 1981.

23. Bakırcı, T., “Türkiye’nin kabuk ve üst manto yapısının rayleigh dalgası faz hızı tomografisi ve S dalgası ters çözümü ile modellenmesi”. *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, s. 8-9, Kocaeli, 2011.
24. Clark, P., Davies, R., England, P., Parsons, B., Billiris, H., Paradissis, D., Veis, G., Cross, P., Denys, P., Ashkenazi, V., Bingley, R., Kahle, H.-G., Müller, M.V. and P. Briole. “Crustal strain in Central Greece from repeated GPS Measurement in the interval”. *Geophysical J. Int.*, 134, No. 4, Oct:195-214, 1998.
25. McClusky, S., and 27 others., “Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus”. *J. Geophys. Res.*, 105, 5695-5719, 2000.
26. Meade., B.J., Hager, B.H., McClusky, S.C., Reilinger, R.E., at al. “Estimates of seismic potential in the Marmara region from block models of secular deformation constrained by GPS measurements.” *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92, 208-215, 2002.
27. Alptekin, Ö., “Focal mechanism of earthquakes in western Turkey their tectonic implications”, Ph. D., Thesis, *New Mexico Institute of Mining Technology*, 189, 1973.
28. McKenzie, D., “Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt: the Aegean sea surrounding regions”, *Geophys. J.R. Astr. Soc.*, 55, 217-254, 1978.
29. Dewey, J.F., Şengör, A.M.C., “Aegean surrounding regions: complex multiplate continuum tectonics in a convergent zone”, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 90, 84-92, 1979.
30. Taymaz, T., Jackson, J., and McKenzie, D., "Active Tectonics of the North and Central Aegean Sea.", *Geophys. Jour. Int.*, 106, 433-490, 1991.
31. Şengör, A.M.C., Görür, N., Şaroğlu, F., “Strike-slip faulting related basin formation in zone of tectonic escape: Turkey as a case study, in Strike-slip faulting Basin Formation”, K. T. Biddle, N. Christie-Blick, *Spec. Publ. Soc. Econ. Paleontol. Mineral*, 37, 227-264, 1985.
32. Bozkurt, E., “Neotectonics of Turkey – a synthesis, *Geodinamica Acta*”, *Editions scientifiques et médicales Elsevier SAS*, 14 3–30, 2001.
33. Erduran, A., “Türkiye’de değişik sismik zonlarda oluşan depremlerin kaynak parametrelerinin incelenmesi ve bu parametrelerin aktif faylarla ilişkisinin belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *K.T.Ü, Fen Bil. Enst. Trabzon*, 2002.

34. Şerif, T., “Yüzey dalgalarının ters çözümlenmesi ile Anadolu da kabuk ve üst manto yapısının incelenmesi”. *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, s. 5-6, İstanbul, 2004.
35. Özipek, M.N., “Deprem sonucu oluşan sismik kuvvetlerin mekanik tesisatlara ve ekipmanlara olan etkisi ve bu sistemlerin deprem güvenliklerinin sağlanması”. *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, s. 17, İstanbul, 2004.
36. İnternet: T.C. Başbakanlık Afet Ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı “1900'den Günümüze Türkiye'deki Depremler” [http://www.deprem.gov.tr/sarbis/images/TURKIYE\\_1900\\_20XX\\_M58.png](http://www.deprem.gov.tr/sarbis/images/TURKIYE_1900_20XX_M58.png)
37. McKenzie, D., “Active tectonics of the Mediterranean region”, *Geophys. J.R. Astr. Soc.*, 30, 109-185, 1972.
38. Şengör, A.M.C. “The North Anatolian fault: its age, offset and tectonic significance”. *J. geol. Soc. Lond.*136, 269 – 282, 1979.
39. Dewey, M., Seismicity of Northern Anatolia. *Bull. Seis. Soc. Am.* 66, 843- 868. 1976.
40. Ambraseys, N.N., “Some characteristic features of the North Anatolian Fault Zone”. *Tectonophysics* 9, 143-165, 1970.
41. Ketin, İ., “Relations between general tectonics fetures and the main earthquake regions of Turkey”. *Min. Res. Explor. Inst. Bull.* 71, 63-67, 1968.
42. Kiratzi A.A., “A study of the active crustal deformation of the North and East Anatolian fault zones”. *Tectonophysics* 225, 191-203, 1993.
43. MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi. “Yenilenmiş 1/1,250,000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası 2012” .,
44. İnternet: T.C. Başbakanlık Afet Ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı “1900'den Günümüze Türkiye'deki Depremler” <http://www.deprem.gov.tr/sarbis/Veritabani/DDA.aspx?param=3>
45. Allen, C.R. “Active faulting in northern Turkey”. *Contribution 1577. Div. Geol. Sciences California Inst. Technology*, 32, 1969.
46. Arpat, E. ve Şaroğlu, F. “Doğu Anadolu Fayı ile ilgili bazı gözlemler”, *MTA dergisi*, 78, 44-50. 1972.
47. Arpat, E. ve Şaroğlu, F. “Türkiye'deki bazı önemli genç tektonik olaylar”, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 18, 1, 91-101, 1975.

48. Mc Kenzie, D. P. "The East Anatolian Fault, a major structure in Eastern Turkey". *Earth and Planetary Sciences*, 29, 189-193. 1976.
49. Seymen, İ. ve Aydın, A. "Bingöl deprem fayı ve bunun Kuzey Anadolu Fayı ile ilişkisi", *MTA Dergisi*, 79, 1-8. 1972.
50. Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Boray, A. "Türkiye'nin diri fayları ve depremsellikleri", *MTA Derleme No:8174*, 394. 1987.
51. Ambrassey, N. N. "Temporary Seismic Quiescence. SE Turkey". *Geophysical Journal*, 96, 311-331. 1989.
52. Herece, E. ve Akay, E. "Karlıova-Çelikhan arasında Doğu Anadolu Fayı", *Türkiye 9. Petrol Kongresi*, 361-372. 1992.
53. Nalbant, S., McCloskey, J., Steacy, S. & Barka A. "Stree accumulation and increased seismic risk in eastern Turkey". *Earth and Planetary Science Letters*, 195, 291-298. 2002.
54. Hempton, M.R. "Earthquake-Induced deformational structures in young lacustrine sediments, West Anatolian Fault, southeast Turkey". *Tectonophysics*, 98, T7-T14. 1983.
55. İmamoğlu, M. Ş. "Gölbaşı (Adıyaman)-Pazarcık-Narlı(K.Maraş) Arasındaki Sahada Doğu Anadolu Fayı'nın Neotektonik İncelemesi". Yayımlanmamış doktora tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara. 1993.
56. İmamoğlu, M.Ş. "Doğu Anadolu fay zonu Gölbaşı kesimi neotektonik özellikleri ve Gölbaşı-Saray fay kaması havzası", *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 11, 176-184. 1996.
57. Gökçe, O., Tüfekci, M.K., Gürboğa, Ş., "Yüzey faylanması tehlikesinin değerlendirilmesi ve fay sakınım bantlarının oluşturulması". *T.C Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı Yayınları*, s. 31, Ankara 2014.
58. İmamoğlu M.Ş., Çetin, E., "Güneydoğu anadolu bölgesi ve yakın yöresinin depremselliği", *D.Ü.Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi* 9, 93-103 2007.
59. Manspeizer, W. "The Dead Sea Rift: Impact of climate and tectonism on Pleistocene and Holocene sedimentation. in Biddle, K. T. and Christie Blick, N., eds., *Strike-slip Deformation Basin Formation and Sedimentation*". *SEPM Spec. Pub.*, 37, 143-158. 1985.
60. Demirtaş, R., Erkmen, C., "Deprem ve Jeoloji", *Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını*, s. 75-84, Ankara, Şubat ,2000.

61. Demirtaş, R., Karakısa, S., and Yılmaz R., “Artçı depremler ile 1 Ekim 1995 Dinar deprem kırığının yorumlanması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, IX Mühendislik Sempozyumu”, *Jeofizik Mühendisliği Bildirileri Kitabı*, 29-31 Mayıs 1996, sayfa 31-38. 1996b.
62. Demirtaş, R., Karakısa, S., Yatman, A., Baran, B., Zünbül, S., İravul, Y., Altın, N., ve Yılmaz R., “1 Ekim 1995 Dinar depremi mekanizması”, *DAD Bül.*, sayı 74, yıl 23. 1996a.
63. Ergin, K., Güçlü, U., ve Uz, Z., “Türkiye ve civarının deprem kataloğu”, *İTÜ, Maden Fakültesi yayını*. 1967.
64. Öcal, N., “Türkiye’nin sismisitesi ve zelzele coğrafyası”. 1850-1960 yılları için zelzele kataloğu, *Kandilli Rasathanesi Yayınları*, No.8, İstanbul 1968.
65. Can, B., Gürbüz, C., “Yüzey Dalgalarını Kullanarak Doğu Anadolu Bölgesi Kabuk Ve Üst Manto S Dalgası Hız Yapısının Belirlenmesi”, *Kocaeli Deprem Sempozyumu*, 23-25 Mart, Kocaeli, 2005.
66. Kenar, Ö., “Sismik P dalgalarının genlik spektrumlarından yararlanılarak İstanbul ve civarında yer kabuğu yapısı”, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*, 1977.
67. Crampin, S., Üçer, B., “The seismicity of Marmara Sea region of Turkey”, *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, 40, 269–288, 1975.
68. Canitez, N., “Gravite anomalileri ve sismolojiye göre Kuzey Anadolu’da arz kabuğunun yapısı”, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi*, İstanbul, 1962.
69. Çakır, Ö., Erduran, M., Çınar, H., Yılmaztürk, A., “Forward modelling receiver functions for crustal structure beneath station Tbz (Trabzon, Turkey)”, *Geophys. J. Int.*, Vol 140, p. 341-356, 2000.
70. Horasan, G., Gülen, L., Pınar, A., Kalafat, D., Özel, N., Kuleli, H.S., Işıkkara, A.M., “Litospheric Structure of the Marmara Aegean Regions, Western Turkey”, *Bull. Seis. Soc. Am.*, 92, 322-329, 2002.
71. Çıvgın, B., Kaypak B., “Ankara ve Dolayında Kabuğun bir-boyutlu Sismik Hız Yapısının Araştırılması”, *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni* , 33 (2), 131-150, 2012.
72. Kalyoncuoğlu Ü.Y., Özer M.F., “İsparta sismograf istasyonu altındaki kabuk yapısının beirlenmesi”, *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, Cilt 5. Sayı. 3 sh. 111-127 Ekim 2003.

73. Ersan A., Erduran M., “Orta Anadolu’nun kabuksal hız yapısının araştırılması”, *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, Cilt: 1, Sayı: 1, 49-60, Aralık 2010
74. Sayıl, N., Osmañahin, İ., Özer, M.F., Kenar Ö., “Rayleigh dalgası grup hızı çözümlmelerine göre Doğu Anadolu ve civarında kabuk ve üst manto yapısı”. *Jeofizik* 6, 55-61, 1992.
75. Osmañahin, İ., Alptekin Ö., “ Love ve Rayleigh dalgalarının istasyonlar arası ortam tepki fonksiyonlarından Anadolu ve civarında kabuk ve üst manto yapısının belirlenmesi”, *Jeofizik* 4, 123-146, 1990.
76. Erduran, M., 2002, “Alıcı fonksiyonlar ve yüzey dalgalarının birlikte ters çözümünden TBZ (Trabzon) sismik istasyonunun kabuk yapısı”, Doktora Tezi, *K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon 2002.
77. Crampin, S. ve Üçer, S.B., “The Seismicity of the Marmara Sea Region of Turkey”, *Geophys. J. R. Astro. Soc.*, 40, 269-288. 1975.
78. Kenar, Ö., “Sismik P Dalgalarının Genlik Spektrumlarından Yararlanarak İstanbul ve Civarında Yerkabuğu Yapısı”, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, Türkiye, 1978.
79. Ezen, Ü., “Kuzey ve Doğu Anadolu da Love Dalgalarının Dispersiyonu ve Yerkabuğu Yapısı”, *Deprem Araş. Bülteni*, 43, 42-62. 1983.
80. Tülü, P., “Kuzeybatı Ege Bölgesi Kabuk Yapısının Sismolojik Verilerle Değerlendirilmesi”, *Çanakkale Onsekiz Mar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, S.6 , Çanakkale, Ocak, 2009.
81. Zor, E., Sandvol, E., Gürbüz, C., Türkelli, N., Seber, D., Barazangi, M., “The crustal structure of the East Anatolian plateau (Turkey) from receiver functions”, *Geophysical Research Letters*, Vol. 30, 8044, doi.10.29, 2003.
82. Necioğlu, A., “Determination of Crustal and upper mantle structure between Iran and Turkey from the dispersion of Rayleigh waves”, *Journal of the Balkan Geophysical Society*, Vol. 2, No 4, p. 139-150. 1999.
83. Tezel, T., Erduran, M. ve Alptekin, Ö., “ Crustal Shear Wave Velocity Structure of Turkey by Surface Wave Dispersion Analysis,” *Annals of Geophysics*, 50, 2, 177-190. 2007.
84. Mooney, W.D., Laske, G. ve Masters, T.G., “A Global Crustal Model at 5x5”, *J. Geophysical Res.*, 103, 727-747. 1998.

85. Kalafat, D., Gürbüz, C. ve Üçer, S.B., “Batı Türkiyede Kabuk ve Üst Manto Yapısının Araştırılması”, *Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni*, 59, 43-64. 1987.
86. Kulhanek, O., “Sismogramların Anatomisi”, Çeviren: Doç. Dr. Yusuf Bayrak, *TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Eğitim Yayınları*, No:10, 13-18, Ankara, Ekim 2009.
87. Doyle, H., “Sismoloji”, Çeviren: M. Feyza Akkoyunlu, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Eğitim Yayınları, S:18-23, Ankara, 2013.
88. Tezel, T., “Anadolu Plakası Altındaki Kabuk Ve Üst Manto Yapısının Alıcı Fonksiyon Analizi Ve Yüze Dalgası Tomografisi Yöntemleri İle Belirlenmesi”, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi, Ankara, 2012.
89. Lay, T., Wallace, T. C., “Modern Global Seismology”, *Academic Press*. 1995.
90. Bath, M., , “Introduction to Seismology,” *Birkhauser Verlag*, Basel and Stuttgart. 1973.
91. Yanık, K., “Yüze Dalgası Dispersiyon Verilerinden Sönümlü En Küçük Kareler Ters-Çözüm Yöntemi İle S-Dalga Hızlarının Hesaplanması”, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2006.
92. Ewing, W. M., Jardetzky, W. S., Press, F., *Elastic Waves in Layered Media*, Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1957.
93. Tezel, T., “Tek istasyon yöntemi ile Anadolu ve Doğu Akdeniz’de Kabuk ve Üst Manto Yapısının İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İ.Ü. Fen Bilimleri*, 1999.
94. Brune, J., Dorman, J., “ Seismic Waves and Earth Structure in The Canadian Shield”, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 53, 167-209. 1963.
95. Knopoff, L., “Observation and Inversion of Surface Wave Dispersion”, *Tectonophysics*, 13, 497-519, 1972.
96. Dziewonski, A. M., Hales, A.L., “Numerical Analysis of Dispersed Seismic Waves Methods in Computational Physics Advances in Research Applications”, *Seismology, Surface Waves Earth Oscillations*, Vol 11, 39-85, 1972.
97. Altunışık, V., “Tek İstasyon Yüze Dalgası Verileri İle Anadolu’nun Kabuk Yapısının Belirlenmesi” *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, Ekim 2010.
98. Erduran, M., Çakır, Ö., Çınar, H., “Anadolu Kabuk Yapısının Bölgesel Rayleigh ve Love Yüze Dalgaları ile Yorumu”, *Jeofizik*, 15, 51-62. 2001.

99. Panza, G.F., Schwab, F. and Knopoff, L., "Multimod surface waves for selected focal mechanisms, I, Dip-slip sources on a vertical fault plane", *Geophys. J. R. Astr Soc.*, 34, 265-278, 1973.
100. Dziewonski, A., Bloch, S., Landisman, M., "A Technique for the Analysis of Transient Seismic Signals", *Bull. Seism. Soc. Am.*, 59, 427-444. 1969.
101. Kutlu, Y.A., Sayıl N., "Güneybatı-Kuzeydoğu Anadolu Boyunca Moho Süreksizliğinin Araştırılması", *Nevşehir Üniversitesi Fenbilimleri Enstitü Dergisi* 1.,1-10, 2012.
102. Oruç, B., "Teori ve Örneklerle Jeofizikte Modelleme", *Umuttepe Yayınları*, s.165-172., Kocaeli 2012.
103. Backus, G.E., and Gilbert, J.F., "Numerical applications of a formalism for geophysical problems. *Geophys., J.R Astron. Soc.* 13, 247-276. 1967.
104. Herrmann, R. B., "*Computer Programs in Seismology, User.s Manual*", Vol. I-VIII, *St. Louis University*. 1987.



## **EKLER**

# EK-1 S DALGASI HIZ MODELİ PROGRAM ÇIKTILARI

## A Grubu I Numaralı Deprem

dbad_model.out ✖							ddem_model.out ✖						
MODEL.01							MODEL.01						
Model after 10 iterations							Model after 10 iterations						
ISOTROPIC							ISOTROPIC						
KGS							KGS						
FLAT EARTH							FLAT EARTH						
1-D							1-D						
CONSTANT VELOCITY							CONSTANT VELOCITY						
LINE08							LINE08						
LINE09							LINE09						
LINE10							LINE10						
LINE11							LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS		H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.4909	3.2030	2.5972	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.4099	3.1559	2.5880	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.5005	3.2087	2.5996	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.4353	3.1705	2.5926	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.5977	3.2654	2.6204	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.5499	3.2374	2.6143	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.8306	3.4010	2.6676	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.7822	3.3729	2.6583	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.1206	3.5704	2.7375	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.0733	3.5426	2.7208	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.3597	3.7098	2.8078	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.3321	3.6938	2.7953	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.4808	3.7805	2.8432	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.4868	3.7840	2.8405	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.4687	3.7732	2.8398	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.5017	3.7928	2.8459	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.3468	3.7023	2.8045	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.3804	3.7219	2.8122	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.1591	3.5929	2.7498	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.1581	3.5924	2.7492	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	7.9554	4.6739	3.2984	0.111E-02	0.200E-02		0.0000	7.8891	4.6348	3.2782	0.111E-02	0.200E-02	
dboc_model.out ✖							dagi_model.out ✖						
MODEL.01							MODEL.01						
Model after 10 iterations							Model after 10 iterations						
ISOTROPIC							ISOTROPIC						
KGS							KGS						
FLAT EARTH							FLAT EARTH						
1-D							1-D						
CONSTANT VELOCITY							CONSTANT VELOCITY						
LINE08							LINE08						
LINE09							LINE09						
LINE10							LINE10						
LINE11							LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS		H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.2812	3.0806	2.5588	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.4276	3.1660	2.5854	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.3273	3.1077	2.5677	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.4541	3.1816	2.5909	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.5545	3.2402	2.6121	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.6005	3.2670	2.6208	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.9331	3.4610	2.6863	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.8772	3.4284	2.6763	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.3103	3.6810	2.7908	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.1847	3.6076	2.7559	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.5616	3.8276	2.8674	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.4173	3.7434	2.8247	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.6383	3.8722	2.8840	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.5185	3.8025	2.8540	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.5531	3.8227	2.8634	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.4829	3.7819	2.8445	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.3574	3.7085	2.8089	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.3399	3.6982	2.8028	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.1176	3.5685	2.7387	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.1378	3.5804	2.7437	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	7.9006	4.6416	3.2804	0.111E-02	0.200E-02		0.0000	7.9300	4.6589	3.2899	0.111E-02	0.200E-02	

## A Grubu II Numaralı Deprem

ddem_model.out ✖							dagi_model.out ✖						
MODEL.01							MODEL.01						
Model after 10 iterations							Model after 10 iterations						
ISOTROPIC							ISOTROPIC						
KGS							KGS						
FLAT EARTH							FLAT EARTH						
1-D							1-D						
CONSTANT VELOCITY							CONSTANT VELOCITY						
LINE08							LINE08						
LINE09							LINE09						
LINE10							LINE10						
LINE11							LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS		H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.7656	3.3633	2.6525	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.8618	3.4193	2.6727	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.7733	3.3679	2.6542	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.8718	3.4253	2.6747	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.8481	3.4114	2.6698	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.9709	3.4831	2.6944	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.0107	3.5063	2.7044	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.1694	3.5988	2.7511	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.2185	3.6275	2.7668	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.4049	3.7360	2.8214	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.4095	3.7389	2.8235	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.6039	3.8523	2.8768	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.5329	3.8111	2.8584	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.7160	3.9175	2.9058	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.5613	3.8274	2.8653	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.7184	3.9191	2.9065	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.4882	3.7846	2.8459	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.6123	3.8572	2.8792	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.3245	3.6894	2.7975	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.4148	3.7419	2.8250	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	8.0903	4.7530	3.3443	0.111E-02	0.200E-02		0.0000	8.1498	4.7882	3.3652	0.111E-02	0.200E-02	

dboc_model.out ✖							dbad_model.out ✖						
MODEL.01							MODEL.01						
Model after 10 iterations							Model after 10 iterations						
ISOTROPIC							ISOTROPIC						
KGS							KGS						
FLAT EARTH							FLAT EARTH						
1-D							1-D						
CONSTANT VELOCITY							CONSTANT VELOCITY						
LINE08							LINE08						
LINE09							LINE09						
LINE10							LINE10						
LINE11							LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS		H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.8014	3.3841	2.6606	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.9055	3.4449	2.6804	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.8237	3.3972	2.6651	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.9104	3.4477	2.6815	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.9704	3.4828	2.6946	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.9876	3.4928	2.6975	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.2375	3.6388	2.7719	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.1555	3.5908	2.7475	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.5224	3.8047	2.8557	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.3688	3.7151	2.8117	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.7255	3.9233	2.9080	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.5635	3.8287	2.8672	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.7961	3.9646	2.9263	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.6878	3.9012	2.8989	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.7294	3.9255	2.9095	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.7111	3.9148	2.9045	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.5526	3.8224	2.8645	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.6248	3.8648	2.8819	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.3110	3.6813	2.7953	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.4373	3.7553	2.8310	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	8.0529	4.7311	3.3318	0.111E-02	0.200E-02		0.0000	8.1651	4.7969	3.3703	0.111E-02	0.200E-02	

## B Grubu I Numaralı Deprem

kont_model.out ✖	kkul_model.out ✖																																																																																																																																																
<p>MODEL.01 Model after 10 iterations ISOTROPIC KGS FLAT EARTH 1-D CONSTANT VELOCITY LINE08 LINE09 LINE10 LINE11</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>H(KM)</th> <th>VP(KM/S)</th> <th>VS(KM/S)</th> <th>RHO(GM/CC)</th> <th>QP</th> <th>QS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5.0000</td><td>4.9069</td><td>2.8624</td><td>2.4808</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>5.1570</td><td>3.0085</td><td>2.5308</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>5.6515</td><td>3.2969</td><td>2.6288</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.0561</td><td>3.5327</td><td>2.7164</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.3374</td><td>3.6969</td><td>2.8024</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.5206</td><td>3.8036</td><td>2.8560</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.6092</td><td>3.8554</td><td>2.8776</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.5995</td><td>3.8496</td><td>2.8735</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.4960</td><td>3.7895</td><td>2.8450</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.3158</td><td>3.6842</td><td>2.7914</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>0.0000</td><td>8.0822</td><td>4.7483</td><td>3.3378</td><td>0.111E-02</td><td>0.200E-02</td></tr> </tbody> </table>	H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	5.0000	4.9069	2.8624	2.4808	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	5.1570	3.0085	2.5308	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	5.6515	3.2969	2.6288	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.0561	3.5327	2.7164	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.3374	3.6969	2.8024	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.5206	3.8036	2.8560	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.6092	3.8554	2.8776	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.5995	3.8496	2.8735	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.4960	3.7895	2.8450	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.3158	3.6842	2.7914	0.500E-02	0.100E-01	0.0000	8.0822	4.7483	3.3378	0.111E-02	0.200E-02	<p>MODEL.01 Model after 10 iterations ISOTROPIC KGS FLAT EARTH 1-D CONSTANT VELOCITY LINE08 LINE09 LINE10 LINE11</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>H(KM)</th> <th>VP(KM/S)</th> <th>VS(KM/S)</th> <th>RHO(GM/CC)</th> <th>QP</th> <th>QS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5.0000</td><td>5.4701</td><td>3.1909</td><td>2.5932</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>5.4874</td><td>3.2012</td><td>2.5968</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>5.6197</td><td>3.2781</td><td>2.6241</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>5.8821</td><td>3.4313</td><td>2.6772</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.1980</td><td>3.6156</td><td>2.7606</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.4723</td><td>3.7754</td><td>2.8421</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.6399</td><td>3.8732</td><td>2.8860</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.6733</td><td>3.8928</td><td>2.8942</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.5777</td><td>3.8369</td><td>2.8694</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.3792</td><td>3.7210</td><td>2.8134</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>0.0000</td><td>8.1128</td><td>4.7662</td><td>3.3511</td><td>0.111E-02</td><td>0.200E-02</td></tr> </tbody> </table>	H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	5.0000	5.4701	3.1909	2.5932	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	5.4874	3.2012	2.5968	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	5.6197	3.2781	2.6241	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	5.8821	3.4313	2.6772	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.1980	3.6156	2.7606	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.4723	3.7754	2.8421	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.6399	3.8732	2.8860	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.6733	3.8928	2.8942	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.5777	3.8369	2.8694	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.3792	3.7210	2.8134	0.500E-02	0.100E-01	0.0000	8.1128	4.7662	3.3511	0.111E-02	0.200E-02
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS																																																																																																																																												
5.0000	4.9069	2.8624	2.4808	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	5.1570	3.0085	2.5308	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	5.6515	3.2969	2.6288	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.0561	3.5327	2.7164	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.3374	3.6969	2.8024	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.5206	3.8036	2.8560	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.6092	3.8554	2.8776	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.5995	3.8496	2.8735	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.4960	3.7895	2.8450	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.3158	3.6842	2.7914	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
0.0000	8.0822	4.7483	3.3378	0.111E-02	0.200E-02																																																																																																																																												
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS																																																																																																																																												
5.0000	5.4701	3.1909	2.5932	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	5.4874	3.2012	2.5968	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	5.6197	3.2781	2.6241	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	5.8821	3.4313	2.6772	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.1980	3.6156	2.7606	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.4723	3.7754	2.8421	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.6399	3.8732	2.8860	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.6733	3.8928	2.8942	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.5777	3.8369	2.8694	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.3792	3.7210	2.8134	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
0.0000	8.1128	4.7662	3.3511	0.111E-02	0.200E-02																																																																																																																																												
<p>MODEL.01 Model after 10 iterations ISOTROPIC KGS FLAT EARTH 1-D CONSTANT VELOCITY LINE08 LINE09 LINE10 LINE11</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>H(KM)</th> <th>VP(KM/S)</th> <th>VS(KM/S)</th> <th>RHO(GM/CC)</th> <th>QP</th> <th>QS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5.0000</td><td>5.2832</td><td>3.0819</td><td>2.5566</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>5.3204</td><td>3.1037</td><td>2.5640</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>5.5257</td><td>3.2232</td><td>2.6049</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>5.8599</td><td>3.4183</td><td>2.6719</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.2141</td><td>3.6248</td><td>2.7644</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.5024</td><td>3.7929</td><td>2.8509</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.6765</td><td>3.8948</td><td>2.8959</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.7196</td><td>3.9196</td><td>2.9068</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.6366</td><td>3.8715</td><td>2.8849</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.4474</td><td>3.7611</td><td>2.8334</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>0.0000</td><td>8.1748</td><td>4.8028</td><td>3.3721</td><td>0.111E-02</td><td>0.200E-02</td></tr> </tbody> </table>	H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	5.0000	5.2832	3.0819	2.5566	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	5.3204	3.1037	2.5640	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	5.5257	3.2232	2.6049	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	5.8599	3.4183	2.6719	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.2141	3.6248	2.7644	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.5024	3.7929	2.8509	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.6765	3.8948	2.8959	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.7196	3.9196	2.9068	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.6366	3.8715	2.8849	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.4474	3.7611	2.8334	0.500E-02	0.100E-01	0.0000	8.1748	4.8028	3.3721	0.111E-02	0.200E-02	<p>MODEL.01 Model after 10 iterations ISOTROPIC KGS FLAT EARTH 1-D CONSTANT VELOCITY LINE08 LINE09 LINE10 LINE11</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>H(KM)</th> <th>VP(KM/S)</th> <th>VS(KM/S)</th> <th>RHO(GM/CC)</th> <th>QP</th> <th>QS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5.0000</td><td>5.1698</td><td>3.0156</td><td>2.5354</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>5.3185</td><td>3.1024</td><td>2.5635</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>5.6751</td><td>3.3105</td><td>2.6333</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.0067</td><td>3.5039</td><td>2.7009</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.2736</td><td>3.6594</td><td>2.7831</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.4850</td><td>3.7829</td><td>2.8467</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.6227</td><td>3.8633</td><td>2.8817</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.6592</td><td>3.8846</td><td>2.8895</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.5829</td><td>3.8401</td><td>2.8687</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>5.0000</td><td>6.4019</td><td>3.7345</td><td>2.8173</td><td>0.500E-02</td><td>0.100E-01</td></tr> <tr><td>0.0000</td><td>8.1365</td><td>4.7802</td><td>3.3571</td><td>0.111E-02</td><td>0.200E-02</td></tr> </tbody> </table>	H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	5.0000	5.1698	3.0156	2.5354	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	5.3185	3.1024	2.5635	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	5.6751	3.3105	2.6333	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.0067	3.5039	2.7009	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.2736	3.6594	2.7831	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.4850	3.7829	2.8467	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.6227	3.8633	2.8817	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.6592	3.8846	2.8895	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.5829	3.8401	2.8687	0.500E-02	0.100E-01	5.0000	6.4019	3.7345	2.8173	0.500E-02	0.100E-01	0.0000	8.1365	4.7802	3.3571	0.111E-02	0.200E-02
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS																																																																																																																																												
5.0000	5.2832	3.0819	2.5566	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	5.3204	3.1037	2.5640	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	5.5257	3.2232	2.6049	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	5.8599	3.4183	2.6719	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.2141	3.6248	2.7644	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.5024	3.7929	2.8509	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.6765	3.8948	2.8959	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.7196	3.9196	2.9068	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.6366	3.8715	2.8849	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.4474	3.7611	2.8334	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
0.0000	8.1748	4.8028	3.3721	0.111E-02	0.200E-02																																																																																																																																												
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS																																																																																																																																												
5.0000	5.1698	3.0156	2.5354	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	5.3185	3.1024	2.5635	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	5.6751	3.3105	2.6333	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.0067	3.5039	2.7009	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.2736	3.6594	2.7831	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.4850	3.7829	2.8467	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.6227	3.8633	2.8817	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.6592	3.8846	2.8895	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.5829	3.8401	2.8687	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
5.0000	6.4019	3.7345	2.8173	0.500E-02	0.100E-01																																																																																																																																												
0.0000	8.1365	4.7802	3.3571	0.111E-02	0.200E-02																																																																																																																																												

## B Grubu II Numaralı Deprem

kont_model.out ✖							kkul_model.out ✖						
MODEL.01							MODEL.01						
Model after 10 iterations							Model after 10 iterations						
ISOTROPIC							ISOTROPIC						
KGS							KGS						
FLAT EARTH							FLAT EARTH						
1-D							1-D						
CONSTANT VELOCITY							CONSTANT VELOCITY						
LINE08							LINE08						
LINE09							LINE09						
LINE10							LINE10						
LINE11							LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS		H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.2839	3.0821	2.5573	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.1902	3.0276	2.5393	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.3900	3.1442	2.5774	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.3171	3.1015	2.5637	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.6611	3.3023	2.6311	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.6886	3.3185	2.6369	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.9665	3.4804	2.6935	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.0866	3.5505	2.7254	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.2777	3.6619	2.7851	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.3986	3.7326	2.8203	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.5618	3.8276	2.8670	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.6024	3.8513	2.8776	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.7604	3.9435	2.9166	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.6914	3.9033	2.9002	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.8252	3.9814	2.9314	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.6624	3.8864	2.8919	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.7388	3.9309	2.9080	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.5243	3.8059	2.8559	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.5130	3.7991	2.8496	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.3026	3.6765	2.7910	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	8.1761	4.8036	3.3711	0.111E-02	0.200E-02		0.0000	8.0332	4.7195	3.3240	0.111E-02	0.200E-02	
kmer_model.out ✖							kdhn_model.out ✖						
MODEL.01							MODEL.01						
Model after 10 iterations							Model after 10 iterations						
ISOTROPIC							ISOTROPIC						
KGS							KGS						
FLAT EARTH							FLAT EARTH						
1-D							1-D						
CONSTANT VELOCITY							CONSTANT VELOCITY						
LINE08							LINE08						
LINE09							LINE09						
LINE10							LINE10						
LINE11							LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS		H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.4807	3.1971	2.5939	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.1709	3.0164	2.5345	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.4781	3.1955	2.5942	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.2750	3.0770	2.5550	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.5384	3.2307	2.6091	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.6069	3.2707	2.6214	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.7809	3.3721	2.6593	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.0010	3.5007	2.7009	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.1495	3.5873	2.7484	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.3291	3.6918	2.7997	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.4919	3.7870	2.8482	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.5421	3.8164	2.8615	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.6860	3.9002	2.8968	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.6261	3.8653	2.8828	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.6818	3.8978	2.8954	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.5851	3.8415	2.8719	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.4971	3.7900	2.8489	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.4384	3.7558	2.8316	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.1954	3.6139	2.7617	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.2197	3.6281	2.7672	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	7.8638	4.6198	3.2707	0.111E-02	0.200E-02		0.0000	7.9702	4.6825	3.3030	0.111E-02	0.200E-02	

## C Grubu I Numaralı Deprem

ermk_model.out ✖							kelt_model.out ✖						
MODEL.01							MODEL.01						
Model after 10 iterations							Model after 10 iterations						
ISOTROPIC							ISOTROPIC						
KGS							KGS						
FLAT EARTH							FLAT EARTH						
1-D							1-D						
CONSTANT VELOCITY							CONSTANT VELOCITY						
LINE08							LINE08						
LINE09							LINE09						
LINE10							LINE10						
LINE11							LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS		H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.2814	3.0807	2.5570	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.1218	2.9875	2.5260	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.4179	3.1603	2.5822	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.4486	3.1783	2.5885	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.5932	3.2626	2.6175	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.8583	3.4171	2.6709	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.8118	3.3903	2.6634	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.1765	3.6030	2.7552	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.1293	3.5757	2.7409	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.4593	3.7680	2.8409	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.4696	3.7741	2.8408	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.6794	3.8965	2.8978	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.7249	3.9228	2.9055	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.7840	3.9574	2.9230	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.8272	3.9824	2.9298	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.7455	3.9349	2.9119	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.7573	3.9419	2.9109	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.5698	3.8324	2.8666	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.5329	3.8109	2.8536	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.2890	3.6686	2.7872	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	8.1885	4.8107	3.3748	0.111E-02	0.200E-02		0.0000	7.9512	4.6716	3.2978	0.111E-02	0.200E-02	

kopt_model.out ✖						
MODEL.01						
Model after 10 iterations						
ISOTROPIC						
KGS						
FLAT EARTH						
1-D						
CONSTANT VELOCITY						
LINE08						
LINE09						
LINE10						
LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.2550	3.0656	2.5524	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.4781	3.1957	2.5947	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.8269	3.3989	2.6640	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.1271	3.5741	2.7387	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.4113	3.7399	2.8254	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.6601	3.8851	2.8927	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.8195	3.9782	2.9325	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.8509	3.9963	2.9393	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.7439	3.9339	2.9109	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.5118	3.7985	2.8511	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	8.1787	4.8051	3.3738	0.111E-02	0.200E-02	

## C Grubu II Numaralı Deprem

kopt_model.out							kelt_model.out						
MODEL.01							MODEL.01						
Model after 10 iterations							Model after 10 iterations						
ISOTROPIC							ISOTROPIC						
KGS							KGS						
FLAT EARTH							FLAT EARTH						
1-D							1-D						
CONSTANT VELOCITY							CONSTANT VELOCITY						
LINE08							LINE08						
LINE09							LINE09						
LINE10							LINE10						
LINE11							LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS		H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.5370	3.2298	2.6058	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.4214	3.1626	2.5853	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.5378	3.2304	2.6065	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.5670	3.2475	2.6128	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.6538	3.2979	2.6311	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.8683	3.4233	2.6721	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.9404	3.4653	2.6893	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.1398	3.5815	2.7418	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.3082	3.6799	2.7940	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.3845	3.7243	2.8172	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.6318	3.8685	2.8846	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.6089	3.8551	2.8794	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.8264	3.9823	2.9343	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.7705	3.9497	2.9192	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.8618	4.0026	2.9430	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.8221	3.9796	2.9303	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.7447	3.9345	2.9125	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.7371	3.9299	2.9069	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.5054	3.7946	2.8506	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.5183	3.8024	2.8504	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	8.1780	4.8045	3.3739	0.111E-02	0.200E-02		0.0000	8.1857	4.8092	3.3741	0.111E-02	0.200E-02	

euzm_model.out						
MODEL.01						
Model after 10 iterations						
ISOTROPIC						
KGS						
FLAT EARTH						
1-D						
CONSTANT VELOCITY						
LINE08						
LINE09						
LINE10						
LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.3528	3.1225	2.5702	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.4140	3.1581	2.5823	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.6668	3.3057	2.6329	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.0168	3.5099	2.7053	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.3481	3.7030	2.8052	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.5929	3.8459	2.8743	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.7183	3.9191	2.9056	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.7148	3.9171	2.9034	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.5922	3.8455	2.8708	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.3768	3.7200	2.8099	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	8.1010	4.7593	3.3447	0.111E-02	0.200E-02	



## D Grubu I Numaralı Deprem

sart_model.out ❌							gbzb_model.out ❌						
MODEL.01							MODEL.01						
Model after 10 iterations							Model after 10 iterations						
ISOTROPIC							ISOTROPIC						
KGS							KGS						
FLAT EARTH							FLAT EARTH						
1-D							1-D						
CONSTANT VELOCITY							CONSTANT VELOCITY						
LINE08							LINE08						
LINE09							LINE09						
LINE10							LINE10						
LINE11							LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS		H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.3345	3.1119	2.5658	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.3585	3.1258	2.5708	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.3985	3.1491	2.5791	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.4139	3.1580	2.5823	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.7317	3.3435	2.6470	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.7050	3.3281	2.6415	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.2554	3.6492	2.7787	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.1662	3.5968	2.7516	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.7705	3.9494	2.9216	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.6284	3.8666	2.8845	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.1298	4.1590	3.0215	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.9652	4.0629	2.9710	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.2710	4.2414	3.0653	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	7.1176	4.1519	3.0161	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.1955	4.1973	3.0406	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	7.0791	4.1295	3.0029	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.9428	4.0499	2.9639	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.8758	4.0110	2.9458	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.5711	3.8331	2.8681	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.5526	3.8222	2.8625	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	8.1429	4.7838	3.3623	0.111E-02	0.200E-02		0.0000	8.1573	4.7925	3.3665	0.111E-02	0.200E-02	

elba_model.out ❌							klc_model.out ❌						
MODEL.01							MODEL.01						
Model after 10 iterations							Model after 10 iterations						
ISOTROPIC							ISOTROPIC						
KGS							KGS						
FLAT EARTH							FLAT EARTH						
1-D							1-D						
CONSTANT VELOCITY							CONSTANT VELOCITY						
LINE08							LINE08						
LINE09							LINE09						
LINE10							LINE10						
LINE11							LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS		H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.0572	2.9499	2.5123	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.3135	3.0994	2.5619	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.3003	3.0919	2.5586	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.3857	3.1416	2.5765	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.7445	3.3511	2.6482	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.7069	3.3288	2.6416	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.2384	3.6390	2.7738	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.1816	3.6059	2.7561	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.7302	3.9260	2.9121	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.6467	3.8774	2.8894	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.1155	4.1505	3.0170	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.9858	4.0750	2.9764	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.3090	4.2638	3.0753	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	7.1422	4.1663	3.0236	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.2829	4.2483	3.0644	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	7.1062	4.1452	3.0105	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.0539	4.1147	2.9905	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.9010	4.0255	2.9511	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.6691	3.8903	2.8897	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.5689	3.8319	2.8654	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	8.1863	4.8095	3.3750	0.111E-02	0.200E-02		0.0000	8.1593	4.7936	3.3661	0.111E-02	0.200E-02	



## D Grubu II Numaralı Deprem

klc_model.out ✖							esk_model.out ✖						
MODEL.01							MODEL.01						
Model after 10 iterations							Model after 10 iterations						
ISOTROPIC							ISOTROPIC						
KGS							KGS						
FLAT EARTH							FLAT EARTH						
1-D							1-D						
CONSTANT VELOCITY							CONSTANT VELOCITY						
LINE08							LINE08						
LINE09							LINE09						
LINE10							LINE10						
LINE11							LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS		H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.1764	3.0196	2.5344	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.2265	3.0488	2.5433	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.1969	3.0316	2.5386	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.2281	3.0497	2.5441	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.3726	3.1340	2.5746	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.3968	3.1481	2.5786	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.7390	3.3475	2.6488	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.7594	3.3596	2.6522	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.1991	3.6163	2.7618	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.2154	3.6258	2.7661	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.6222	3.8630	2.8829	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.6470	3.8776	2.8893	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.9058	4.0284	2.9555	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.9643	4.0625	2.9704	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.9944	4.0800	2.9777	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	7.1116	4.1484	3.0126	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.8775	4.0118	2.9472	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	7.0637	4.1205	2.9948	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.5788	3.8375	2.8705	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.8174	3.9769	2.9270	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	8.1402	4.7824	3.3631	0.111E-02	0.200E-02		0.0000	8.3789	4.9227	3.4401	0.111E-02	0.200E-02	

gbz_model.out ✖						
MODEL.01						
Model after 10 iterations						
ISOTROPIC						
KGS						
FLAT EARTH						
1-D						
CONSTANT VELOCITY						
LINE08						
LINE09						
LINE10						
LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.2613	3.0690	2.5506	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.2607	3.0686	2.5508	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.4228	3.1634	2.5838	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.7763	3.3696	2.6555	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.2319	3.6353	2.7710	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.6755	3.8942	2.8970	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.0124	4.0905	2.9843	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.1783	4.1873	3.0352	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.1400	4.1650	3.0208	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.8891	4.0187	2.9469	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	8.4288	4.9519	3.4592	0.111E-02	0.200E-02	

## E Grubu I Numaralı Deprem

ddem_model.out ✖							dagi_model.out ✖						
MODEL.01							MODEL.01						
Model after 10 iterations							Model after 10 iterations						
ISOTROPIC							ISOTROPIC						
KGS							KGS						
FLAT EARTH							FLAT EARTH						
1-D							1-D						
CONSTANT VELOCITY							CONSTANT VELOCITY						
LINE08							LINE08						
LINE09							LINE09						
LINE10							LINE10						
LINE11							LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS		H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.5789	3.2544	2.6182	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.3239	3.1055	2.5645	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.6314	3.2849	2.6285	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.4510	3.1797	2.5903	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.8720	3.4253	2.6759	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.8866	3.4339	2.6782	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.2599	3.6516	2.7784	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.4121	3.7404	2.8249	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.6301	3.8676	2.8825	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.8100	3.9725	2.9308	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.8500	3.9958	2.9387	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.9939	4.0797	2.9778	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.8671	4.0058	2.9434	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.9698	4.0657	2.9715	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.6956	3.9055	2.9004	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.7872	3.9591	2.9248	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.3940	3.7298	2.8204	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.5106	3.7980	2.8542	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.0437	3.5255	2.7182	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.2053	3.6197	2.7647	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	7.7352	4.5444	3.2278	0.111E-02	0.200E-02		0.0000	7.9295	4.6587	3.2904	0.111E-02	0.200E-02	
dboc_model.out ✖							mack_model.out ✖						
MODEL.01							MODEL.01						
Model after 10 iterations							Model after 10 iterations						
ISOTROPIC							ISOTROPIC						
KGS							KGS						
FLAT EARTH							FLAT EARTH						
1-D							1-D						
CONSTANT VELOCITY							CONSTANT VELOCITY						
LINE08							LINE08						
LINE09							LINE09						
LINE10							LINE10						
LINE11							LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS		H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.5273	3.2242	2.6086	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.2696	3.0739	2.5543	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.5761	3.2528	2.6181	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.4368	3.1717	2.5873	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.8107	3.3896	2.6641	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.8959	3.4392	2.6792	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.2076	3.6211	2.7628	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.3823	3.7231	2.8155	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.6072	3.8542	2.8762	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.7414	3.9327	2.9135	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.8678	4.0063	2.9427	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.9262	4.0403	2.9611	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.9226	4.0383	2.9571	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.9399	4.0484	2.9642	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.7741	3.9517	2.9200	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.8112	3.9734	2.9308	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.4736	3.7763	2.8435	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.5824	3.8398	2.8719	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.1012	3.5588	2.7350	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.3005	3.6752	2.7917	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	7.7496	4.5528	3.2327	0.111E-02	0.200E-02		0.0000	8.0117	4.7069	3.3172	0.111E-02	0.200E-02	

## F Grubu I Numaralı Deprem

cdag_model.out ✖							odtu_model.out ✖					
MODEL.01							MODEL.01					
Model after 10 iterations							Model after 10 iterations					
ISOTROPIC							ISOTROPIC					
KGS							KGS					
FLAT EARTH							FLAT EARTH					
1-D							1-D					
CONSTANT VELOCITY							CONSTANT VELOCITY					
LINE08							LINE08					
LINE09							LINE09					
LINE10							LINE10					
LINE11							LINE11					
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS		H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS
5.0000	4.9994	2.9163	2.5016	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	4.9675	2.8978	2.4954	0.500E-02	0.100E-01
5.0000	5.3141	3.0999	2.5610	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.3104	3.0978	2.5601	0.500E-02	0.100E-01
5.0000	5.7043	3.3276	2.6389	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.7145	3.3335	2.6403	0.500E-02	0.100E-01
5.0000	5.9982	3.4989	2.7008	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.9929	3.4960	2.6992	0.500E-02	0.100E-01
5.0000	6.2968	3.6731	2.7913	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.2873	3.6675	2.7891	0.500E-02	0.100E-01
5.0000	6.5777	3.8370	2.8696	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.5897	3.8439	2.8739	0.500E-02	0.100E-01
5.0000	6.7637	3.9456	2.9142	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.8141	3.9748	2.9285	0.500E-02	0.100E-01
5.0000	6.8044	3.9692	2.9220	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.8919	4.0202	2.9455	0.500E-02	0.100E-01
5.0000	6.6912	3.9031	2.8918	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.7997	3.9664	2.9202	0.500E-02	0.100E-01
5.0000	6.4499	3.7626	2.8277	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.5510	3.8212	2.8567	0.500E-02	0.100E-01
0.0000	8.1213	4.7711	3.3502	0.111E-02	0.200E-02		0.0000	8.1789	4.8049	3.3702	0.111E-02	0.200E-02

bba_model.out ✖						
MODEL.01						
Model after 10 iterations						
ISOTROPIC						
KGS						
FLAT EARTH						
1-D						
CONSTANT VELOCITY						
LINE08						
LINE09						
LINE10						
LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.0215	2.9292	2.5066	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.3428	3.1167	2.5670	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.7451	3.3513	2.6467	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.0275	3.5160	2.7090	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.3132	3.6827	2.7969	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.6012	3.8508	2.8777	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.8132	3.9742	2.9302	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.8841	4.0159	2.9464	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.7908	3.9613	2.9215	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.5458	3.8184	2.8588	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	8.1808	4.8060	3.3742	0.111E-02	0.200E-02	

## G Grubu I Numaralı Deprem

dydn_model.out ✖							tuta_model.out ✖						
MODEL.01							MODEL.01						
Model after 10 iterations							Model after 10 iterations						
ISOTROPIC							ISOTROPIC						
KGS							KGS						
FLAT EARTH							FLAT EARTH						
1-D							1-D						
CONSTANT VELOCITY							CONSTANT VELOCITY						
LINE08							LINE08						
LINE09							LINE09						
LINE10							LINE10						
LINE11							LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS		H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.3259	3.1069	2.5627	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.3157	3.1009	2.5612	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.3215	3.1041	2.5630	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.3282	3.1080	2.5642	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.4738	3.1930	2.5965	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.5196	3.2198	2.6043	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.8847	3.4327	2.6793	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.9410	3.4656	2.6899	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.4058	3.7366	2.8209	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.4670	3.7723	2.8422	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.8321	3.9854	2.9298	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.9284	4.0417	2.9612	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.0466	4.1105	2.9809	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	7.2091	4.2052	3.0436	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.0283	4.0999	2.9738	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	7.2618	4.2361	3.0581	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.8183	3.9775	2.9202	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	7.0928	4.1374	3.0032	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.4869	3.7839	2.8360	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.7400	3.9316	2.9078	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	8.1065	4.7626	3.3444	0.111E-02	0.200E-02		0.0000	8.2515	4.8479	3.3973	0.111E-02	0.200E-02	

ekar_model.out ✖						
MODEL.01						
Model after 10 iterations						
ISOTROPIC						
KGS						
FLAT EARTH						
1-D						
CONSTANT VELOCITY						
LINE08						
LINE09						
LINE10						
LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.1365	2.9962	2.5273	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.2591	3.0677	2.5504	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.5397	3.2316	2.6078	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.9695	3.4822	2.6960	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.4984	3.7906	2.8520	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.9708	4.0663	2.9714	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.2565	4.2327	3.0559	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.2991	4.2576	3.0660	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.1050	4.1445	3.0031	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.7211	3.9208	2.9007	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	8.2102	4.8234	3.3819	0.111E-02	0.200E-02	

## H Grubu I Numaralı Deprem

gazi_model.out ✖							ermk_model.out ✖						
MODEL.01							MODEL.01						
Model after 10 iterations							Model after 10 iterations						
ISOTROPIC							ISOTROPIC						
KGS							KGS						
FLAT EARTH							FLAT EARTH						
1-D							1-D						
CONSTANT VELOCITY							CONSTANT VELOCITY						
LINE08							LINE08						
LINE09							LINE09						
LINE10							LINE10						
LINE11							LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS		H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.0010	2.9172	2.5011	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.2264	3.0489	2.5463	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.2555	3.0657	2.5504	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.4258	3.1652	2.5845	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.6398	3.2899	2.6267	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.7077	3.3295	2.6411	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.8795	3.4297	2.6757	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.9418	3.4662	2.6889	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.0137	3.5080	2.7042	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.1429	3.5833	2.7438	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.0914	3.5532	2.7264	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.2863	3.6668	2.7859	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.1214	3.5710	2.7338	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.3454	3.7014	2.8030	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.1091	3.5637	2.7292	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.3197	3.6864	2.7953	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.0660	3.5384	2.7164	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.2287	3.6335	2.7688	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.0106	3.5062	2.7010	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.1032	3.5603	2.7321	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	7.9616	4.6774	3.2964	0.111E-02	0.200E-02		0.0000	7.9740	4.6848	3.3032	0.111E-02	0.200E-02	

## H Grubu II Numaralı Deprem

kort_model.out ✖							gazi_model.out ✖						
MODEL.01							MODEL.01						
Model after 10 iterations							Model after 10 iterations						
ISOTROPIC							ISOTROPIC						
KGS							KGS						
FLAT EARTH							FLAT EARTH						
1-D							1-D						
CONSTANT VELOCITY							CONSTANT VELOCITY						
LINE08							LINE08						
LINE09							LINE09						
LINE10							LINE10						
LINE11							LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS		H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.4702	3.1910	2.5915	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.5413	3.2323	2.6079	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.4519	3.1801	2.5886	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.5527	3.2390	2.6101	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.4973	3.2068	2.6000	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.6392	3.2896	2.6279	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.7331	3.3443	2.6489	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.8300	3.4008	2.6668	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.1217	3.5710	2.7396	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.0937	3.5547	2.7295	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.5230	3.8052	2.8568	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.3610	3.7105	2.8089	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.8078	3.9712	2.9288	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.5613	3.8273	2.8654	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.9061	4.0285	2.9532	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.6479	3.8779	2.8871	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.8068	3.9706	2.9277	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.6038	3.8521	2.8756	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.5396	3.8148	2.8595	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.4352	3.7539	2.8297	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	8.1554	4.7914	3.3673	0.111E-02	0.200E-02		0.0000	8.1626	4.7956	3.3693	0.111E-02	0.200E-02	

ermk_model.out ✖						
MODEL.01						
Model after 10 iterations						
ISOTROPIC						
KGS						
FLAT EARTH						
1-D						
CONSTANT VELOCITY						
LINE08						
LINE09						
LINE10						
LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.4875	3.2010	2.5981	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.5496	3.2373	2.6098	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.7401	3.3484	2.6469	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.9590	3.4761	2.6911	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.1720	3.6002	2.7519	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.3686	3.7150	2.8115	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.5253	3.8066	2.8569	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.6111	3.8565	2.8780	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.6009	3.8506	2.8741	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.4822	3.7812	2.8414	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	8.2498	4.8468	3.3965	0.111E-02	0.200E-02	

## K Grubu I Numaralı Deprem

ilga_model.out ✖							sams_model.out ✖						
MODEL.01							MODEL.01						
Model after 10 iterations							Model after 10 iterations						
ISOTROPIC							ISOTROPIC						
KGS							KGS						
FLAT EARTH							FLAT EARTH						
1-D							1-D						
CONSTANT VELOCITY							CONSTANT VELOCITY						
LINE08							LINE08						
LINE09							LINE09						
LINE10							LINE10						
LINE11							LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS		H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	6.2296	3.6340	2.7629	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.8159	3.3926	2.6627	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.1859	3.6085	2.7510	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.8565	3.4162	2.6706	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.1754	3.6026	2.7517	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.0303	3.5176	2.7087	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.3277	3.6911	2.8012	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.3064	3.6785	2.7934	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.6506	3.8795	2.8927	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.6345	3.8702	2.8870	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.0388	4.1059	2.9949	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.9417	4.0495	2.9661	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.3577	4.2920	3.0936	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	7.1492	4.1702	3.0272	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.5043	4.3777	3.1371	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	7.1996	4.1999	3.0413	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.4223	4.3295	3.1089	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	7.0687	4.1236	2.9986	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.0956	4.1391	3.0044	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.7618	3.9444	2.9159	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	8.5300	5.0113	3.4962	0.111E-02	0.200E-02		0.0000	8.3016	4.8772	3.4183	0.111E-02	0.200E-02	

havz_model.out ✖						
MODEL.01						
Model after 10 iterations						
ISOTROPIC						
KGS						
FLAT EARTH						
1-D						
CONSTANT VELOCITY						
LINE08						
LINE09						
LINE10						
LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.8681	3.4230	2.6725	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	5.8851	3.4332	2.6761	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.0187	3.5107	2.7059	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.2792	3.6627	2.7857	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.6003	3.8501	2.8780	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.8891	4.0185	2.9519	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.0667	4.1222	3.0003	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.0880	4.1347	3.0056	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.9426	4.0497	2.9626	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.6479	3.8779	2.8867	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	8.2348	4.8379	3.3943	0.111E-02	0.200E-02	



## K Grubu II Numaralı Deprem

ilga_model.out ✖							sams_model.out ✖						
MODEL.01							MODEL.01						
Model after 10 iterations							Model after 10 iterations						
ISOTROPIC							ISOTROPIC						
KGS							KGS						
FLAT EARTH							FLAT EARTH						
1-D							1-D						
CONSTANT VELOCITY							CONSTANT VELOCITY						
LINE08							LINE08						
LINE09							LINE09						
LINE10							LINE10						
LINE11							LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS		H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	6.3551	3.7071	2.7999	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.9722	3.4840	2.6931	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.3127	3.6823	2.7884	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	5.9866	3.4923	2.6961	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.2991	3.6744	2.7883	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.1068	3.5623	2.7318	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.4322	3.7522	2.8324	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.3451	3.7013	2.8055	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.7235	3.9219	2.9119	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.6592	3.8846	2.8938	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.0786	4.1291	3.0085	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.9663	4.0637	2.9725	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.3734	4.3010	3.0998	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	7.1794	4.1878	3.0363	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.5083	4.3797	3.1397	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	7.2352	4.2206	3.0516	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.4254	4.3314	3.1110	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	7.1050	4.1447	3.0088	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.1055	4.1448	3.0084	0.500E-02	0.100E-01		5.0000	6.7925	3.9622	2.9227	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	8.5486	5.0223	3.5028	0.111E-02	0.200E-02		0.0000	8.3179	4.8868	3.4230	0.111E-02	0.200E-02	

havz_model.out ✖						
MODEL.01						
Model after 10 iterations						
ISOTROPIC						
KGS						
FLAT EARTH						
1-D						
CONSTANT VELOCITY						
LINE08						
LINE09						
LINE10						
LINE11						
H(KM)	VP(KM/S)	VS(KM/S)	RHO(GM/CC)	QP	QS	
5.0000	5.9934	3.4960	2.6978	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.0067	3.5041	2.7008	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.1220	3.5712	2.7366	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.3505	3.7043	2.8068	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.6456	3.8765	2.8898	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.9279	4.0414	2.9624	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.1193	4.1530	3.0177	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.1654	4.1799	3.0307	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	7.0430	4.1085	2.9907	0.500E-02	0.100E-01	
5.0000	6.7565	3.9413	2.9145	0.500E-02	0.100E-01	
0.0000	8.3234	4.8900	3.4253	0.111E-02	0.200E-02	



**EK-2 KULANILAN İSTASYONLARIN LOKASYON BİLGİLERİ**

<b>İSİM</b>	<b>ENLEM</b>	<b>BOYLAM</b>
BBAL	39,5427	33,123
CDAG	39,6236	34,3719
DAGI	41,0778	41,9142
DBAD	41,0183	41,6947
DBOC	41,3453	41,6666
DDEM	40,8923	41,7507
EKAR	39,2559	42,064
ELBA	41,1469	28,4307
ERMK	36,6414	32,9113
ESK	40,6069	28,9455
EUZM	39,7073	39,6975
GAZI	36,2347	32,3157
GBZ	40,7866	29,4501
HAVZ	41,0743	35,718
ILGA	41,0521	33,7165
KDHN	38,5209	32,1164
KELT	40,1486	39,2556
KKUL	39,1713	32,9173
KLC	40,633	29,398
KMER	37,7685	32,368
KONT	37,9453	32,3605
KOPT	40,0179	40,4972
KORT	37,0007	30,3503
MACK	40,9432	39,7686
ODTU	39,7935	32,8681
SAMS	41,361	36,1872
SART	40,6889	27,18
TUTA	39,4019	42,8137

## ÖZGEÇMİŞ

Fatih ALVER 1985 yılında Elazığ'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ankarada'da tamamladı. 2006'da kazandığı Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümünden 2010 yılında mezun oldu. 2012 yılında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Ana Bilim Dalında Yüksek Lisansa başladı. 2011 de KPSS puanı ile Kahramanmaraş İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğüne Jeofizik Mühendisi olarak atandı. 2 Yıl Kahramanmaraş da çalıştıktan sonra Ankara Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı Deprem Dairesine geçiş yaptı. Halen buradaki görevine devam etmektedir

Adres: Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı Deprem Dairesi

Çankaya - ANKARA

Telefon: 0531 273 21 22

e-posta : fatih.alver@afad.gov.tr