

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**AKTİF (MASW) VE PASİF (REMI) KAYNAKLI DİSPERSİYON
EĞRİLERİNİN BİRLEŞİK TERS ÇÖZÜMÜ İLE V_{S100} HIZ
YAPISININ BELİRLENMESİ**

KUDRET TEKİN

KOCAELİ 2021

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AKTİF (MASW) VE PASİF (REMI) KAYNAKLI DİSPERSİYON
EĞRİLERİNİN BİRLEŞİK TERS ÇÖZÜMÜ İLE V_{S100} HIZ
YAPISININ BELİRLENMESİ

KUDRET TEKİN

Doç.Dr.Tahir Serkan IRMAK

Danışman, Kocaeli Üniv.

.....

Prof.Dr.Sedat YILMAZ

Jüri Üyesi, Süleyman Demirel Üniv.

.....

Dr.Öğr.Üyesi Metin AŞÇI

Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.

.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 17.06.2021

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması, AFAD KYH istasyonlarında V_{S30} 'un ötesinde daha derinden S Dalgası yayılım hızını tespit etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 48 kanallı sismik cihazla 74 farklı noktada alınmış olan Aktif Kaynaklı (MASW) ve Pasif Kaynaklı (ReMI) ölçümleri değerlendirilmiş, dispersiyon görüntüleri birleştirilmiş ve yeni oluşturulan dispersiyon görüntüsüne göre birleşik çözüm yapılmıştır.

Tez çalışmamda desteğini esirgemeyen, çalışmalarına yön veren, bana güvenen ve yüreklendiren danışmanım Doç.Dr. Tahir Serkan IRMAK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam esnasında bana güç veren, her aşamada sıkıntılarımı ve mutluluklarımı paylaşan sevgili eşim Sezin IŞIK TEKİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Haziran – 2021

Kudret TEKİN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iii
TABLolar DİZİNİ	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ÖZET.....	viii
ABSTRACT.....	ix
GİRİŞ	1
1. KAYMA HIZI VE ZEMİN ÖZELLİKLERİ İLİŞKİSİ	4
1.1. Elastik Dalgalar.....	4
1.1.1. P dalgası	4
1.1.2. Kayma dalgası.....	4
1.1.3. Yüzey dalgaları	6
1.1.4. Ara yüzeye gelen dalganın kırılma ve yansıma durumu.....	6
1.2. Dinamik Elastik Parametreler	7
1.3. Dispersiyon	9
1.3.1. Kanal dalgası (Guided waves – Channelled waves)	9
1.3.2. Katı yarı uzay üzerindeki zemine gelen Love dalgası	14
1.3.3. Katı yarı uzay üzerindeki zemine gelen Rayleigh dalgası	16
2. KAYMA DALGASI HIZINI BELİRLEME YÖNTEMLERİ.....	21
2.1. Sismik Kırılma Yöntemi (Refraksiyon).....	21
2.2. Yüzey dalgalarının Spektral Analizi.....	24
2.3. Yüzey Dalgalarının Çok Kanallı Analiz Yöntemi	26
2.4. Kırılma Mikrotremor (Refraction Microtremor, REMI) Yöntemi	32
2.5. Uzaysal Özilişki (Spatial Autocorrelation, SPAC).....	33
2.6. Dispersiyon Eğrisinden Derinlik Hız Modelinin Oluşturulması	36
3. AKTİF KAYNAKLI (MASW) VE PASİF KAYNAKLI (REMI) YÖNTEMLERLE DİSPERSİYON EĞRİLERİNİN ELDE EDİLMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	37
3.1. MASW Yöntemiyle Dispersiyon Eğrisinin Elde Edilmesi.....	37
3.2. ReMI Yöntemiyle Dispersiyon Eğrisinin Elde Edilmesi.....	47
3.3. Aktif ve Pasif Kaynaklı Dispersiyon Eğrilerinin Birleştirilmesi	51
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	55
KAYNAKLAR	64
EKLER.....	66
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	217
ÖZGEÇMİŞ	218

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Elastik Dalgaların yayılım esnasındaki davranış şekilleri.....	5
Şekil 1.2.	Ara yüzeye gelen sismik dalgalar.....	7
Şekil 1.3.	Çekme gerilmesine maruz kalan cisim.....	8
Şekil 1.4.	Katı yarı uzay üzerinde H kalınlığında su katmanı.....	10
Şekil 1.5.	Kanal dalgası sonucu oluşan dispersiyon eğrileri.....	13
Şekil 1.6.	Su tabakası içinde oluşan yer değiştirmeler.....	13
Şekil 1.7.	Katı yarı uzay üzerinde H kalınlığında zemin.....	14
Şekil 2.1.	İki tabakalı ortamda sismik dalgaların ilerlemesi.....	21
Şekil 2.2.	Yatay tabaka hali.....	22
Şekil 2.3.	İki tabakalı ortam için elde edilen ilk varış grafiği.....	23
Şekil 2.4.	Dört tabakalı jeolojik yer modelinde elde edilen ilk varış grafiği.....	24
Şekil 2.5.	SASW ölçüm düzeneği.....	24
Şekil 2.6.	İki sinyal arasındaki gecikme.....	25
Şekil 2.7.	Çok kanallı ölçü sistemiyle veri elde edilmesi.....	26
Şekil 2.8.	Balyoz ve patlayıcı ile alınan ölçümlerin kıyaslaması.....	27
Şekil 2.9.	MASW Yönteminin aşamaları.....	28
Şekil 2.10.	Dispersiyon eğrisinden araştırma derinliğinin hesaplanması.....	29
Şekil 2.11.	Yüzey dalgalarının dispersiyonu.....	30
Şekil 2.12.	Katmanlı bir ortamda iki farklı harmonik dalgaın yayılımı.....	30
Şekil 2.13.	τ -p Dönüşümü.....	31
Şekil 2.14.	Dairesel dizilim üzerindeki jeofon ya da sensörler.....	34
Şekil 2.15.	Dispersiyon Eğrisinden Derinlik Hız Modelinin Oluşturulması.....	36
Şekil 3.1.	SurfSeis5 programında MASW analizinin akış diyagramı.....	37
Şekil 3.2.	SurfSeis5 programının ilk açılış arayüzü.....	38
Şekil 3.3.	Utilities butonuna basılınca açılan ekran.....	38
Şekil 3.4.	Veri hakkında bilgiler.....	39
Şekil 3.5.	Verinin aktif kaynaklı ya da pasif kaynaklı olması.....	39
Şekil 3.6.	Jeofon aralıkları ve ofset mesafesi.....	40
Şekil 3.7.	Dispersiyon işlemi için açılan pencere.....	41
Şekil 3.8.	Ham kayıt görüntüsü.....	41
Şekil 3.9.	Filtreleme işlemi için verinin seçilmesi.....	42
Şekil 3.10.	Band geçişli süzgeç için girilen değerler.....	42
Şekil 3.11.	Filtrelenmiş veri.....	43
Şekil 3.12.	Mute işlemi.....	43
Şekil 3.13.	Mute işleminde en üst hız değerinin manuel olarak belirlenmesi.....	43
Şekil 3.14.	Mute işleminde en alt hız değerinin manuel olarak belirlenmesi.....	44
Şekil 3.15.	Preprocess butonu ile mute işleminin sonlandırılması.....	44
Şekil 3.16.	Overtone butonu.....	44
Şekil 3.17.	Dispersiyon görüntüsü.....	45
Şekil 3.18.	Dispersiyon görüntüsü üzerinde pikleme yapılması.....	45
Şekil 3.19.	Ters çözüm işlemi için açılan ekran.....	46
Şekil 3.20.	Ters çözüm öncesi ve sonrasında oluşan yer modeli.....	46
Şekil 3.21.	Derinlik-hız değerlerinin verildiği bir notepad dosyası.....	47

Şekil 3.22. Ham kaydın KGS formatına çevrilmesi	48
Şekil 3.23. Ham kayıt bilgileri	48
Şekil 3.24. Ham kaydın türü.....	48
Şekil 3.25. Ham kaydın geometrisi	49
Şekil 3.26. Dispersiyon görüntüsünün yatay eksen ve düşey eksen sınırları	49
Şekil 3.27. Pasif kaydın dispersiyon görüntüsü.....	50
Şekil 3.28. Dispersiyon görüntüsü üzerinde pikleme işleminin yapılması	50
Şekil 3.29. Ters çözüm sayfasının açılması.....	50
Şekil 3.30. Ters çözüm sonucu oluşan yer modeli	51
Şekil 3.31. Multi-Dispersiyon butonu	51
Şekil 3.32. Combine butonu	52
Şekil 3.33. Birleşik Dispersiyon görüntüsü	52
Şekil 3.34. Pikleme yapılan birleşik dispersiyon görüntüsü.....	53
Şekil 3.35. Dispersiyon görüntüsüne extract işlemi	53
Şekil 3.36. Ters çözüm için açılan sayfa	53
Şekil 3.37. Birleşik dispersiyon görüntüsünden elde edilen yer modeli	54
Şekil 4.1. Şekil 4.1. Sivas Gemerek ölçüm sonuçları.....	56
Şekil 4.2. KYH istasyonlarındaki V_{S30} değerleri.....	60
Şekil 4.3. KYH istasyonlarındaki V_{S50} değerleri.....	61
Şekil 4.4. KYH istasyonlarındaki V_{S100} değerleri	62
Şekil 4.5. KYH istasyonlarındaki Z1.0 değerleri	63

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Elastik Modüllerin birbirleri arasındaki ilişkiler.....	8
Tablo 1.2 Bazı malzemelerin Elastik Modül değerleri.....	9
Tablo 4.1. Aktif kaynaklı(MASW) ve Pasif Kaynaklı (ReMI) ölçümlerinin birleşik ters çözümü sonucu elde edilen sonuçlar	57



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

c	: Dalganın faz hızı
f	: Frekans
k	: Dalga sayısı
k_x	: X eksenine doğrultusundaki dalga sayısı
k_y	: Y eksenine doğrultusundaki dalga sayısı
k_z	: Z eksenine doğrultusundaki dalga sayısı
T	: Periyot
V_S	: S Dalga hızı
V_P	: P Dalga hızı
σ	: Poisson oranı
λ	: Lamé parametresi ve Dalga boyu
ρ	: Yoğunluk
μ	: Rijitite modülü
E	: Young modülü
K	: Bulk modülü
P_{xx}	: X doğrultusundaki normal gerilme
P_{yy}	: Y doğrultusundaki normal gerilme
P_{zz}	: Z doğrultusundaki normal gerilme
P_{yz}	: Y-Z düzleminde oluşan kayma gerilmesi
P_{xy}	: X-Y düzleminde oluşan kayma gerilmesi
P_{xz}	: X-Z düzleminde oluşan kayma gerilmesi
e_{xx}	: X doğrultusundaki normal deformasyon
e_{yy}	: Y doğrultusundaki normal deformasyon
e_{zz}	: Z doğrultusundaki normal deformasyon
u	: X yönündeki yer değiştirme
v	: Y yönündeki yer değiştirme
w	: Z yönündeki yer değiştirme
θ	: Rotasyon deformasyonu
p	: Işın parametresi, yavaşlık
Z_{MAX}	: Maksimum araştırma derinliği
α	: P Dalgası hızı
β	: S Dalgası hızı
SH	: S Dalgasının yatay bileşeni
SV	: S Dalgasının düşey bileşeni
V_R	: Rayleigh Dalga hızı
V_{S30}	: Yüzeyden 30 m derinliğe kadar ortalama S Dalgası hızı
V_{S50}	: Yüzeyden 50 m derinliğe kadar ortalama S Dalgası hızı
V_{S100}	: Yüzeyden 100 m derinliğe kadar ortalama S Dalgası hızı
Z1.0	: Makaslama dalga hızının 1000 m/s değerini geçtiği derinlik
Z1.5	: Makaslama dalga hızının 1500 m/s değerini geçtiği derinlik
Z2.5	: Makaslama dalga hızının 2500 m/s değerini geçtiği derinlik

Kısaltmalar

AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
KYH	: Kuvvetli Yer Hareketi
MASW	: Multi-Channel Analysis of Surface Waves (Yüzey Dalgalarının çok kanallı analiz yöntemi)
PGA	: Peak Ground Acceleration (En büyük yer ivme değeri)
REMI	: Refraction Microtremor (Sismik Kırılma-Mikrotitreşim Yöntemi)



AKTİF (MASW) VE PASİF (REMI) KAYNAKLI DISPERSİYON EĞRİLERİNİN BİRLEŞİK TERS ÇÖZÜMÜ İLE V_{S100} HIZ YAPISININ BELİRLENMESİ

ÖZET

Bir deprem sonucunda bir noktada oluşan kuvvetli yer hareketinin büyüklüğü, o noktadaki sığ zemin yapısına bağlıdır. V_{S30} hız yapısı (30 metredeki ortalama kayma dalga hızı) depreme dayanıklı yapı tasarımı için kullanılan yönetmeliklerde, büyütme olarak adlandırdığımız zemin tepkisinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Ancak kalın sedimanlar veya alüvyonlardan oluşan zeminlerde V_{S30} hızının zemin tepkisinin belirlenmesinde yetersiz kaldığı, uzun peryodlu salınımların ($T > 0,5$ sn) daha derin hız yapısından etkilendiği vurgulanmaktadır. Dolayısıyla özellikle kalın alüvyonların üzerinde yer alan bölgelerde oluşacak olan kuvvetli yer hareketinin büyüklüğünün deneysel olarak belirlenmesinde V_{S30} 'dan ziyade V_{S100} hızının (100 metredeki ortalama kayma dalga hızı) belirlenmesi önem kazanmaktadır. Bu çalışmada AFAD tarafından işletilen 74 adet kuvvetli yer hareketi istasyonu altındaki sığ hız yapısı (V_{S100}) ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla, istasyonların olduğu noktalarda aktif (MASW) ve pasif kaynaklı (ReMI) yöntemlerinden elde edilen verileri birlikte kullanılarak, temel mod ve yüksek modların daha belirgin olması sağlanmış ve araştırma derinliğinin arttırılmıştır. Elde edilen dispersiyon görüntülerinin birleştirilmesiyle elde edilen yeni görüntü üzerinde temel mod tekrar işaretlenerek yeni dispersiyon eğrisi elde edilmiş ve elde edilen bu temel mod eğrisinin ters çözümünden, 74 adet kuvvetli yer hareketi istasyonu altındaki ilk 100 metrelik kısmın 1 boyutlu (1D) hız yapısı elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dispersiyon, Masw, Sismik, V_{S100} , Yüzey Dalgası.

DETERMINATION OF V_{S100} VELOCITY STRUCTURE BY USING JOINT INVERSION OF ACTIVE (MASW) AND PASSIVE (ReMI) SOURCE METHODS DISPERSION CURVES

ABSTRACT

When an earthquake occur, pick ground acceleration (PGA) of a point depends on the shallow ground structure at that point. The V_{S30} velocity structure is used in the regulations used for earthquake resistant structure design to determine the ground response, which we call amplification. However, it is emphasized that in grounds consisting of thick sediments, V_{S30} velocity is insufficient in determining the ground response, and long-period oscillations ($T > 0,5$ sec) are affected by deeper velocity structure. Therefore, determining the velocity of V_{S100} rather than V_{S30} become importance in experimentally determining the pick ground acceleration of the strong ground motion that will occur especially in regions located on thick sediments. In this study, the shallow velocity structure under 74 strong ground motion stations operated by AFAD has been tried to be revealed. For this purpose, using the data obtained from active source (MASW) and passive source (ReMI) methods together at the stations where the stations are located, the fundamental mode and higher modes have been made more pronounced and the research depth has been increased. The new dispersion curve was obtained by marking the fundamental mode again on the new image obtained by combining the obtained dispersion images, and from the inverse solution of this fundamental mode curve, a 1-dimensional (1D) velocity structure (V_{S100}) under 74 strong ground motion stations was obtained.

Keywords: Dispersion, Masw, Seismic, V_{S100} , Surface Waves.

GİRİŞ

Bir deprem sonucunda bir noktada oluşan kuvvetli yer hareketinin büyüklüğü, o noktadaki sığ zemin yapısından etkilenmektedir.

30 Ekim 2020 Samos Adası (M=6,6) depreminde, depremin merkez üssüne yaklaşık 76-77 km uzaklıkta bulunan İzmir’de gözlenen hasarı, bu duruma örnek verebiliriz. En çok hasarın meydana geldiği Bayraklı’da bulunan iki kuvvetli yer hareketi istasyonundan V_{S30} değeri 836 m/s olan 3514 nolu istasyonda en büyük yer ivme değeri (PGA) D-B bileşeninde 56 cm/s^2 , K-G bileşeninde $39,4 \text{ cm/s}^2$, düşey bileşende ise $25,1 \text{ cm/s}^2$ ölçülmüştür. V_{S30} değeri 196 m/s olan 3513 nolu istasyonda en büyük yer ivme değeri D-B bileşeninde $94,7 \text{ cm/s}^2$, K-G bileşeninde $106,3 \text{ cm/s}^2$, düşey bileşende ise $44,2 \text{ cm/s}^2$ ölçülmüştür.

3514 nolu istasyonun V_{S30} hız değerinin yüksek olduğu görülmektedir. Bunun anlamı, bu istasyon nispeten daha sıkı bir zemin üzerinde bulunmaktadır. Bu yüzden de kayıt edilen ivme değerlerinin küçük olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, 3513 nolu istasyonun V_{S30} hız değerinin düşük olduğu ve buna bağlı olarak da yüksek ivmeye sahip olduğu görülmektedir. Meydana gelen hasara bakıldığında, 3514 nolu istasyon civarında hasar gözlenmezken, 3513 nolu istasyon civarında hasar meydana gelmiştir. Bu örnek bize sığ zemin yapısının oluşan kuvvetli yer hareketi üzerindeki etkisini göstermektedir. Bu yüzden sığ zemine ait hız yapısının bilinmesinin deprem zararlarının azaltılması çalışmalarında da önemli bir altlık olacağı düşünülmektedir.

V_{S30} veya daha açık bir ifade ile belirtmek gerekirse ilk 30 metredeki ortalama kayma dalgası hızı depreme dayanıklı yapı tasarımı için kullanılan yönetmeliklerde, büyütmeler olarak adlandırdığımız zemin tepkisinin belirlenmesinde kullanıldığı bilinmektedir. Ancak kalın sedimanlar veya alüvyonlardan oluşan zeminlerde V_{S30} hızının zemin tepkisinin belirlenmesinde yetersiz kaldığı, uzun periyodlu salınımların ($T > 0,5 \text{ sn}$) daha derin hız yapısından etkilendiği vurgulanmaktadır (Poovarodom ve Jirasakjamroosri, 2014). Baise ve Thompson (2011) yaptıkları çalışmada $T > 0,5 \text{ sn}$ periyodlarda hız bağımlı büyütmelerinin hesaplanmasında V_{S10} , V_{S30} , V_{S50} ve

V_{S100} hız değerlerini kullanmışlar ve V_{S100} değerlerinin V_{S30} değerlerine göre daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. Brody ve diğ., (2000) yaptıkları çalışmada birinci mod büyütmesinin kaya/yumuşak zemin empedansına bağlı olduğunu belirtmiş ve bu empedansı V_{S100}/V_{S30} oranı ile tanımlamıştır. Dolayısıyla özellikle kalın alüvyonların üzerinde yer alan bölgelerde oluşacak olan kuvvetli yer hareketinin büyüklüğünün deneysel olarak belirlenmesinde V_{S30} 'dan ziyade V_{S100} hızının belirlenmesi önem kazanmaktadır.

100 metrelik zemin profilinin ortaya konulabilmesi ise araştırma derinliği ile ilgilidir. Araştırma derinliği, aktif sismik yöntemlerin karşılaştığı temel problemlerden birisidir. Bu yüzden daha çok ofset uzaklığı ve serim boyu parametreleri ile araştırma derinliği arttırılmaya çalışılır.

Jeofon serim boyu birçok nedenden dolayı önemlidir. Sinyalin tüm iz (kayıt) kümesi üzerinde yeterli bir SNR (sinyal/gürültü oranı) ile kaydedilmesi koşuluyla, daha uzun bir serim daha yüksek bir spektral çözünürlük sağlar. Sonuç olarak, uzun dalga boylarının tanımlanmasının doğruluğu arttıkça mod ayırma olasılığı da artar. Teoride, belirli bir uzunlukta gözlemlenebilen maksimum dalga boyunda herhangi bir sınırlama yoksa da, pratikte belirsizlik, dalga boyu ile serim uzunluğu arasındaki oran olarak artar. Etkili uzunluğun SNR ile sınırlı olduğunu vurgulamak gerekir. Kaynak yeterince güçlü değilse, uzun bir dizilim ters etki yapabilir. Tipik serim uzunlukları sığ uygulamalarda 20 ile 100 m arasındadır ve araştırma derinliği genellikle yarım serim boyu uzunluğunda kabul edilir.

Genel bir kural olarak, aktif yüzey dalgası yöntemlerinin jeofon serim boyunun yaklaşık yarısına kadar zemin profilini çözebilmesi, derin katmanlar hakkında bilgi edinme olasılığını azaltmakta, hesaplama özellikleri ve uzun ofsetlerde yüzey dalgaları üretebilen yüksek enerji kaynaklarının kullanılması zorunluluğu ile sınırlanmaktadır. Uygulamada, sığ zemin yapısının yeterince karakterize edilememesi, daha derin katmanlar için hatalı bir modelle sonuçlanacaktır. Bu nedenle deneysel analizlerde geniş bir frekans aralığının kullanılması önemlidir ve aktif ve pasif yüzey dalgası verilerinin birleştirilmesi bu açıdan iyi bir stratejidir. Mikrotremorlara dayalı pasif yüzey dalgası ölçümleri (ReMI), araştırma derinliğini arttırmak için önemli bir veri grubudur. Aktif ve pasif yüzey dalgası yöntemlerini kullanılarak yapılan ters çözüm

işleminde çözülebilen maksimum derinlik, en uzun dalga boyunun yaklaşık yarısı olarak tanımlanmıştır. Bunun nedeni, dispersiyon eğrisinin bu derinliğin altındaki malzeme özelliklerindeki değişikliklere karşı duyarsız olmasıdır. Araştırma derinliğinin nasıl belirlendiği Bölüm 2.3’de gösterilmiştir.

Bu çalışmada AFAD tarafından işletilen 74 adet kuvvetli yer hareketi istasyonu altındaki sığ hız yapısı ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. V_{S30} hızlarının yanı sıra V_{S100} hızları da, aktif (MASW) ve pasif kaynaklı (ReMI) yöntemlerinden elde edilen verilerin birleşik ters çözümü yöntemi ile elde edilmiştir. Buradaki amaç özellikle pasif kaynaklı yöntemlerden gelen düşük frekanslar yani uzun periyot yani uzun dalga boylu sinyallerin dispersiyon eğrilerinden daha derinlerden hız bilgisini elde edebilmektedir. İki farklı yöntemden elde edilen dispersiyon eğrisinde temel modu yakalamak daha kolay hale gelmektedir.

1. KAYMA DALGA HIZI VE ZEMİN ÖZELLİKLERİ İLİŞKİSİ

1.1. Elastik Dalgalar

Cisim Dalgaları ve yüzey dalgaları olarak iki kısma ayrılır. Cisim Dalgaları kendi içinde P ve S Dalgaları olarak iki dalga türünü ifade eder. S Dalgaları Kayma Dalgası olarak da adlandırılır. Yüzey Dalgaları ise Love ve Rayleigh dalgalarıdır. Elastik Dalgaların yayılımı şekil 1.1 de gösterilmiştir.

1.1.1-P Dalgası

P dalgası yayılımında dalga hareketi ve partikül hareketi aynı yönlüdür. Bu dalgalar yayılırken ortamdaki parçacıklar yayılma doğrultusunda yer değiştirirler. Bu yer değiştirme sonucu dilatasyon-kompression meydana gelir, ortamı oluşturan taneciklerde hacimsel değişiklik olur ama şekil değişikliği olmaz. Dinamik elastik parametreler cinsinden P Dalgasının hızı Denklem (1.1)'de verilmiştir.

$$V_P = \sqrt{\frac{\lambda+2\mu}{\rho}} = \sqrt{\frac{E(1-\nu)}{\rho(1-2\nu)(1+\nu)}} \quad (1.1)$$

λ : Lamé Sabiti μ : Katılık , Rijitide Modülü ρ : Yoğunluk

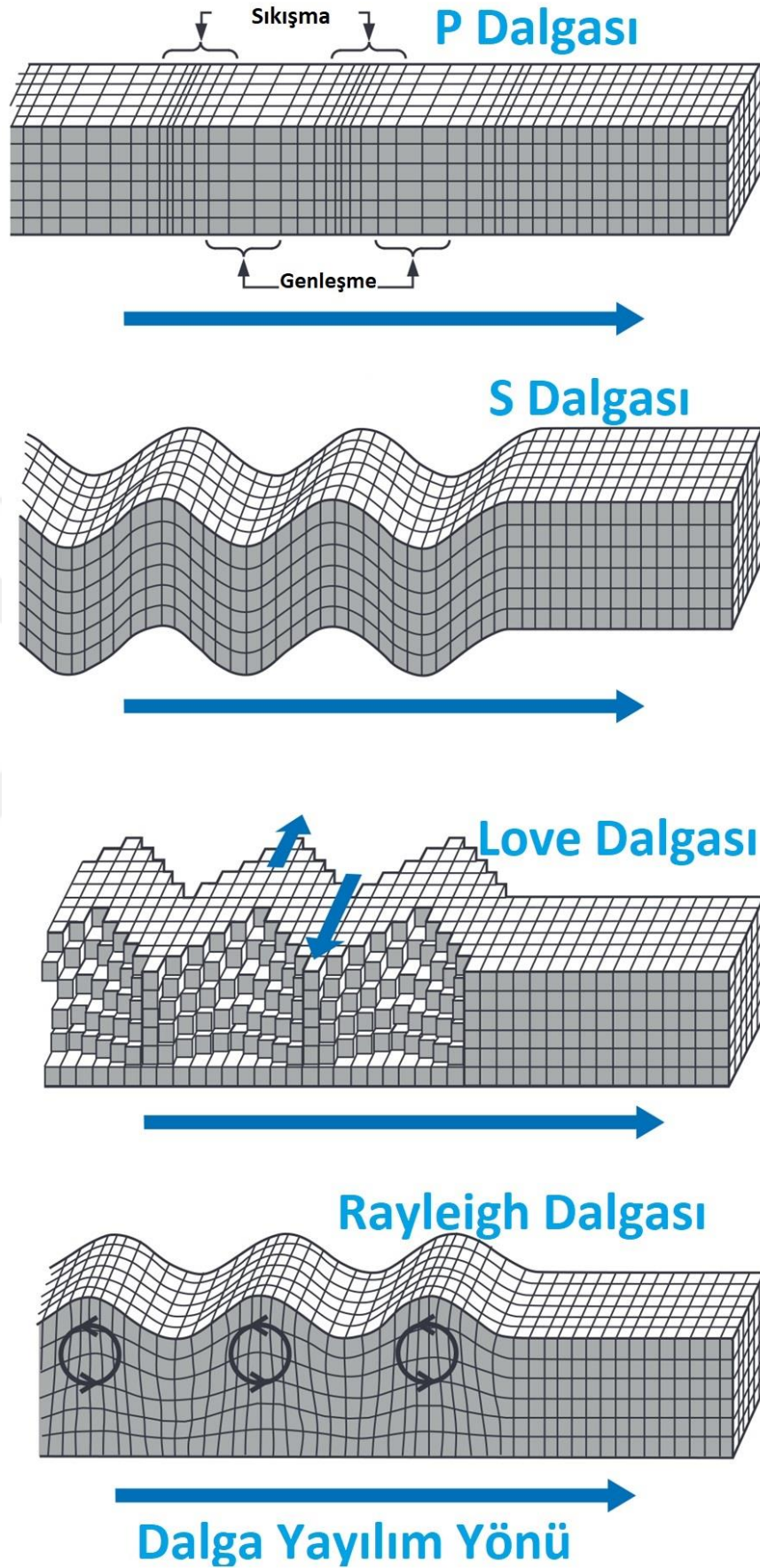
E : Young Modülü K : Bulk Modülü σ : Poisson oranı

1.1.2-S Dalgası (Kayma Dalgası)

S dalgası yayılımında partikül hareketi dalga hareketine dik yöndedir. Dalga yayılımı esnasında parçacıklar yayılma doğrultusuna dik yönde (yatay SH ve düşey SV düzleminde) yer değiştirirler. Ortamı oluşturan taneciklerde şekil değişikliği olur.

S dalgasının yayılma hızı P dalgasına göre düşüktür. Bu yüzden sismograflarda P dalgasından sonra kaydedilirler. Dinamik elastik parametreler cinsinden S Dalgasının hızı Denklem (1.2)'de verilmiştir.

$$V_S = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} = \sqrt{\frac{E}{2\rho(1+\nu)}} \quad (1.2)$$



Şekil 1.1. Elastik dalgaların yayılım esnasındaki davranış şekilleri

Sıvılar ve gazlar makaslamaya izin vermezler. Tablo.2 de görüldüğü üzere suyun rijitide modül değeri sıfırdır. Sıvılarda ve gaz ortamında $\mu = 0$ olduğu için makaslama dalgaları (V_s) sıvılarda ve gaz ortamında ilerleyemezler.

1.1.3. Yüzey Dalgaları

Yüzey Dalgaları iki ortamı ayıran ara yüzey boyunca yayılırlar. Yüzey Dalgalarının genliği cisim dalgalarının genliğinden çok büyüktür. Düşük frekansa ve büyük genliklere sahip olmalarından dolayı yüzey dalgaları birçok depremde yapılara zarar veren dalga türüdür. Rayleigh ve Love dalgası olmak üzere başlıca iki tür yüzey dalgası vardır.

Rayleigh Dalgasının geçtiği ortam içinde bulunan tanecikler yayılma doğrultusu boyunca ters bir eliptik hareket yaparlar. Yüzey tabakası içine giren P + SV kritik açı ötesinde yayılmaya başladığı zaman dispersif karakter kazanır bu da Rayleigh dalgasını oluşturur. Dispersif dalgalarda faz hızı frekansa bağlı olarak değişir.

Love dalgalarında ise partiküller tamamen yayılma doğrultusuna dik yatay düzlemde titreşirler. Yüzey tabakası içine giren SH kritik açı ötesinde yayılmaya başladığı zaman dispersif karakter kazanır bu da Love dalgasını oluşturur.

1.1.4. Ara Yüzeye Gelen Dalganın Kırılma ve Yansıma Durumu

Ara yüzeye gelen sismik dalgaları 3 şekilde incelenmektedir. (Şekil 1.2.)

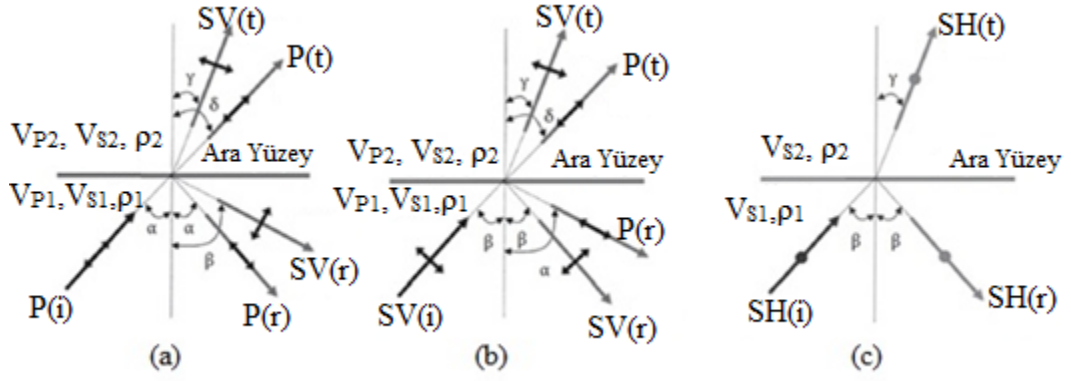
1-Ara yüzeye gelen P Dalgası ise yansıyan P dalgası ve SV dalgası, kırılan P dalgası ve SV dalgasıdır.

2-Ara yüzeye gelen SV Dalgası ise yansıyan P dalgası ve SV dalgası, kırılan P dalgası ve SV dalgasıdır.

3-Ara yüzeye gelen SH dalgası ise yansıyan SH dalgası, kırılan SH dalgasıdır.

Sinel Kanununa göre kırılan ve yansıyan dalgalar arasındaki ilişki Denklem (1.3)'de verildiği gibidir

$$\frac{\sin\alpha}{V_{P1}} = \frac{\sin\beta}{V_{S1}} = \frac{\sin\delta}{V_{P2}} = \frac{\sin\gamma}{V_{S2}} \quad (1.3)$$



Şekil 1.2. Ara yüzeye gelen sismik dalgalar ,gelen dalga (i) incidence , yansıyan dalga (r) reflection , iletilen dalga (t) transmission (a) Gelen P Dalgası (b) Gelen SV Dalgası (c) Gelen SH Dalgası

1.2. Dinamik Elastik Parametreler

Makaslama Modülü (Rijitide Modülü)

Makaslama Modülü literatürde Rijitide modülü ya da Shear Modülü olarak da geçmektedir. μ ile sembolize edilir. (1.4) bağıntısında da görüldüğü gibi makaslama gerilmesinin makaslama deformasyonuna oranı olarak tanımlanmaktadır. Sıvılarda makaslama modülü sıfırdır. (1.2) bağıntısında S Dalgasının makaslama modülü ile ilişkisi görülmektedir. Makaslama modülünün sıfır olması, S Dalgasının yayılımının sıvılarda olmayacağını göstermektedir.

$$P_{ij} = 2\mu e_{ij} \Rightarrow \mu = \frac{P_{ij}}{2e_{ij}} \quad (1.4)$$

Bulk Modülü

Çevreleyen basınç altında ortamda oluşan hacim değişimini gösterir. Hidrostatik basıncın dilatasyona oranıdır. Cismin hacim değişikliğine direnci olarak da tanımlanabilir. (1.5) bağıntısında ifade edildiği gibidir.

$$K = \frac{-P}{\left(\frac{\Delta V}{V}\right)} \Rightarrow K = \frac{-P}{e_{ii}} \quad (1.5)$$

λ , Lamé Parametrelerinin ikincisi

Fiziksel bir anlamı olmamakla birlikte Hook Kanununu sadeleştirilmesinde rolü vardır.

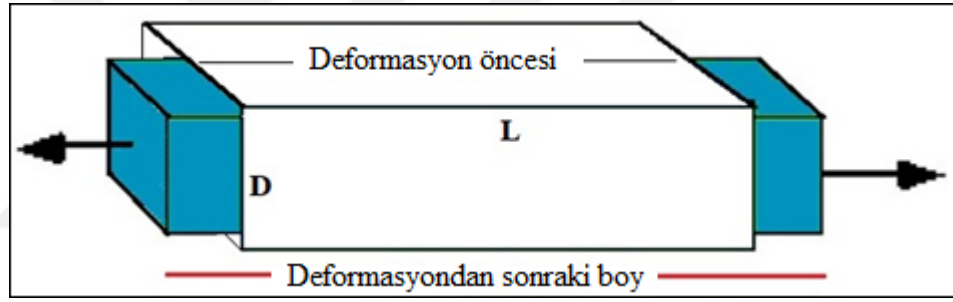
Young Modülü

Her doğrultudaki deformasyon, bu deformasyona neden olan tansiyon bileşeni ile doğru orantılıdır. E ile sembolize edilir.

$$P_{xx} = Ee_{xx}, P_{yy} = Ee_{yy}, P_{zz} = Ee_{zz} \quad (1.6)$$

Poisson Oranı

Bir cisim üzerindeki enine daralmanın boyuna uzamaya oranıdır. σ ile sembolize edilir. Şekil 1.3. da çekme gerilmesine maruz kalan bir cismin gerilme öncesi ve sonrası durumu görülmektedir. Poisson Oranı Denklem (1.7)'de verilmiştir. Poisson oranı 0 ile 0,5 arasında değişir ve sıvılar için değeri 0,5 tir. Poisson oranı P ve S dalgaları cinsinden Denklem (1.8)'de verilmiştir.



Şekil 1.3. Çekme gerilmesine maruz kalan cisim

$$\sigma = - \frac{e_{yy}}{e_{xx}} = - \frac{\frac{\Delta d}{D}}{\frac{\Delta L}{L}} \quad (1.7)$$

$$\sigma = \frac{(V_P)^2 - 2(V_S)^2}{2[(V_P)^2 - (V_S)^2]} \quad (1.8)$$

Elastik Modüllerin birbirleri arasındaki İlişkiler Tablo 1.1'de verilmiş olup bazı malzemelerin Elastik Modül değerleri ise Tablo 1.2'de verilmiştir.

Tablo 1.1. Elastik Modüllerin birbirleri arasındaki ilişkiler

μ	K	λ	E	σ
$\frac{3(K - \lambda)}{2}$	$\lambda + \frac{2\mu}{3}$	$K - \frac{2\mu}{3}$	$\frac{9K\mu}{3K + \mu}$	$\frac{\lambda}{2(\lambda + \mu)}$
$\lambda \left(\frac{1 - 2\sigma}{2\sigma} \right)$	$\mu \left(\frac{2(1 + \sigma)}{3(1 - 2\sigma)} \right)$	$\frac{2\mu\sigma}{1 - 2\sigma}$	$2\mu(1 + \sigma)$	$\frac{\lambda}{3K - \lambda}$
$3K \left(\frac{1 - 2\sigma}{2 + 2\sigma} \right)$	$\lambda \left(\frac{1 + \sigma}{3\sigma} \right)$	$3K \left(\frac{\sigma}{1 + \sigma} \right)$	$\mu \left(\frac{3\lambda + 2\mu}{\lambda + \mu} \right)$	$\frac{3K - 2\mu}{2(3K + \mu)}$
$\frac{E}{2(1 + \sigma)}$	$\frac{E}{3(1 - 2\sigma)}$	$\frac{E\sigma}{(1 + \sigma)(1 - 2\sigma)}$	$3K(1 - 2\sigma)$	$\frac{3K - E}{6K}$

Tablo 1.2. Bazı malzemelerin Elastik Modül değerleri (Modern Global Seismology)

Malzeme	K(GPa)	μ (GPa)	λ (GPa)	σ	ρ (gr/cm^3)
Su	2,1	0	2,1	0,50	1,0
Kumtaşı	17	6	13	0,34	1,9
Olivin	129	82	74	0,24	3,2
Perovskit	266	153	164	0,26	4,1

1.3. Dispersiyon

Bir dalga yayılımı esnasında hızın frekans ya da periyoda bağlı olarak değişmesine dispersiyon denir. Farklı yer modelleri için dispersiyon durumlarını inceleyelim.

1.3.1.Kanal dalgası (Guided waves, Channelled waves)

Bu dalgalar, yarı uzay üzerinde bir su tabakası içinde hapsolmuş olarak yatay yönde hareket eder. Kanal dalgası ya da yönlendirilmiş dalga da denir. P Dalga Denklemini x ve z yönünde yazacak olursak,

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = \frac{1}{\alpha^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2} , \quad (1.9)$$

α : P Dalgasının yayılma hızı

Su tabakası için sıkıştırma dalgası potansiyeli, aşağıya doğru giden ve yukarı gelen dalga fonksiyonlarının toplamı ile ifade edilebilir.

$$\Phi = Ae^{(ik_x r z + ik_x(x-ct))} + Be^{(-ik_x r z + ik_x(x-ct))} \quad (1.10)$$

k_x : Dalga cephesinin x eksenindeki dalga numarası

k_z : Dalga cephesinin z eksenindeki dalga numarası

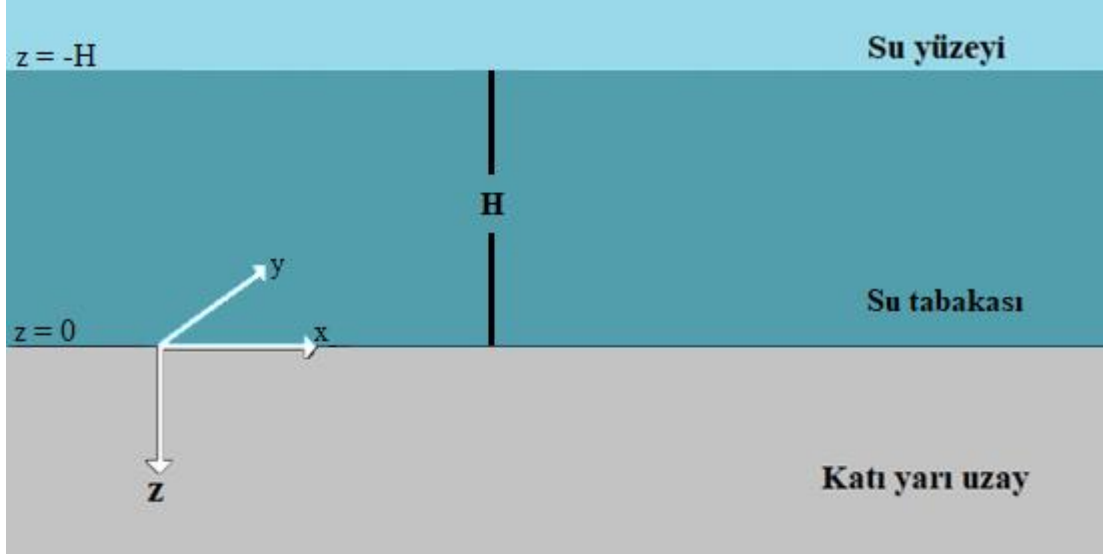
$$r = \sqrt{\frac{c^2}{\alpha^2} - 1} \quad (1.11)$$

1. Sınır Koşulu

Su yüzeyinde,

$$z = -H , \text{ stres bileşeni } P_{zz} = 0$$

$$P_{zz} = \lambda \Delta + 2\mu e_{zz} = 0 , z = -H \quad (1.12)$$



Şekil 1.4 Kıyı yarı uzay üzerinde H kalınlığında su katmanı

$\mu = 0$, μ : Rijitide modülü , sıvılarda μ değeri sıfırdır.

$$P_{zz} = \lambda \Delta \quad (1.13)$$

$$u = \frac{\partial \Phi}{\partial x} + \frac{\partial \psi}{\partial z} \quad (1.14)$$

$$w = \frac{\partial \Phi}{\partial z} - \frac{\partial \psi}{\partial x} \quad (1.15)$$

u : x ekseni yönündeki deplasman

w : z ekseni yönündeki deplasman

$$\Delta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} \quad (1.16)$$

$$\Delta = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial x} + \frac{\partial \psi}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial z} - \frac{\partial \psi}{\partial x} \right) \quad (1.17)$$

$$\Delta = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} \quad (1.18)$$

Δ değerini P_{zz} eşitliğinde yerine yazarsak,

$$P_{zz} = \lambda \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) \quad (1.19)$$

Akustik durum için,

$$u = \frac{\partial \Phi}{\partial x} \quad (1.20)$$

$$w = \frac{\partial \Phi}{\partial z} \quad (1.21)$$

(1.20) ve (1.21) bağıntılarını (1.19) de yerine yazarsak,

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = 0 \quad , \quad z = -H \text{ durumunda} \quad (1.22)$$

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} = -k_x^2 A e^{ik_x r z + ik_x(x-ct)} - k_x^2 B e^{-ik_x r z + ik_x(x-ct)} \quad (1.23)$$

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = -k_x^2 r^2 A e^{ik_x r z + ik_x(x-ct)} - k_x^2 r^2 B e^{-ik_x r z + ik_x(x-ct)} \quad (1.24)$$

(1.23) ve (1.24) bağıntılarını (1.22) bağıntısında yerine yazarsak,

$$A e^{-ik_x r H} + B e^{ik_x r H} = 0 \quad (1.25)$$

2. Sınır Koşulu

Rijit yarı uzay ile su arasındaki ara yüzeyde , $z = 0$ durumunda

$$w = \frac{\partial \Phi}{\partial z} = 0 \quad , \quad z = 0 \text{ durumunda} \quad (1.26)$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial z} = ik_x r A e^{ik_x r z + ik_x(x-ct)} - ik_x r B e^{-ik_x r z + ik_x(x-ct)} = 0 \quad (1.27)$$

$Z = 0$ değerini denklemden yerine yazarsak,

$$ik_x r A e^{ik_x(x-ct)} - ik_x r B e^{ik_x(x-ct)} = 0 \quad (1.28)$$

$$A - B = 0 \quad (1.29)$$

$$A = B \quad (1.30)$$

(1.30) ve (1.25) denklemlerini birlikte çözersek,

$$A e^{-ik_x r H} + A e^{ik_x r H} = 0 \quad (1.31)$$

$$A(e^{ik_x r H} + e^{-ik_x r H}) = 0 \quad (1.32)$$

Diğer tarafta cosinüs bağıntısını yazacak olursak,

$$\cos x = \frac{e^{ix} + e^{-ix}}{2} \quad (1.33)$$

(1.32) denklemini trigonometrik olarak yazarsak ,

$$A \cos(k_x r H) = 0 \quad (1.34)$$

Cosinüsün değerini sıfır yapan açılar : $\pi/2$, $3\pi/2$, $5\pi/2$, $7\pi/2$

$$k_x r H = \left(n + \frac{1}{2}\right) \pi, \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (1.35)$$

(1.11) bağıntısını (1.35) bağıntısında yerine koyarsak,

$$k_x \left(\frac{c^2}{\alpha^2} - 1\right)^{1/2} H = \left(n + \frac{1}{2}\right) \pi, \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (1.36)$$

$k_x = \frac{w}{c}$ değeri (1.36) bağıntısında yerine yazılırsa,

$$\frac{w}{c} \left(\frac{c^2}{\alpha^2} - 1\right)^{1/2} H = \left(n + \frac{1}{2}\right) \pi, \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (1.37)$$

(1.37) denkleminde faz hızı (c) frekansa yada dalga sayısına bağlıdır. Denklemi yeniden düzenleyecek olursak,

$$c(w) = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\alpha^2} - \left[\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi\right]^2 \frac{1}{H^2 w^2}}}, \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (1.38)$$

(1.38) denklemi faz hızının frekansa bağlı değişimini gösteren dispersiyon denklemdir. Burada $n = 0$ değeri temel modu göstermektedir. $n \geq 1$ değeri ise yüksek modları ifade etmektedir.

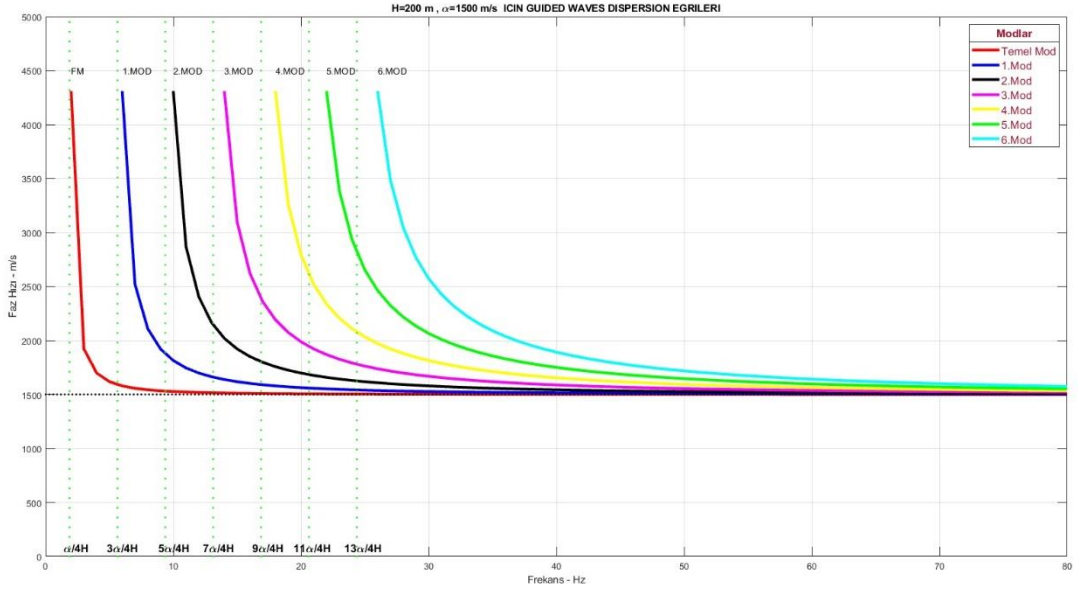
Dispersiyon eğrisinin düşey asimptot değerini bulmak için (1.38) denkleminde paydayı sıfır yapan değeri bulmamız gerekir.

$$\frac{1}{\alpha^2} - \left[\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi\right]^2 \frac{1}{H^2 w^2} = 0 \quad (1.39)$$

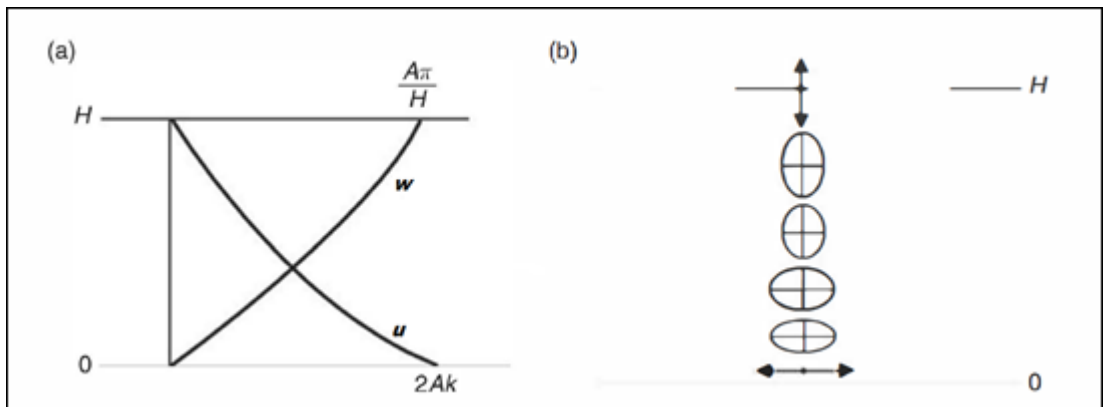
(1.39) denkleminde düşey asimptot değerini veren w kesme frekansı olarak adlandırılır. Kesme frekansını w_c olarak ifade edersek ve denklemden w_c yi çekersek,

$$\omega_c = \frac{\pi(n+\frac{1}{2})\alpha}{H}, n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (1.40)$$

olarak bulunur. Denklemde su tabakasının hız değerini veren α ise eğrinin yatay asimptot değeridir. Dispersiyon eğrilerini açısal frekansa ($\omega = 2\pi f$) göre çizdirirsek düşey asimptotlar $\pi\alpha/2H, 3\pi\alpha/2H, 5\pi\alpha/2H, \dots$ şeklinde olacaktır. $\pi\alpha/2H$ temel modun kesme frekansıdır. Dispersiyon eğrilerini frekansa göre çizdirirsek düşey asimptotlar $\alpha/4H, 3\alpha/4H, 5\alpha/4H, \dots$ şeklinde olacaktır. Denklem (1.38) kullanılarak Matlab programında bütün modlar için çizdirilen dispersiyon eğrileri Şekil 1.5' te görülmektedir.



Şekil 1.5. Kanal dalgası sonucu oluşan dispersiyon eğrileri.

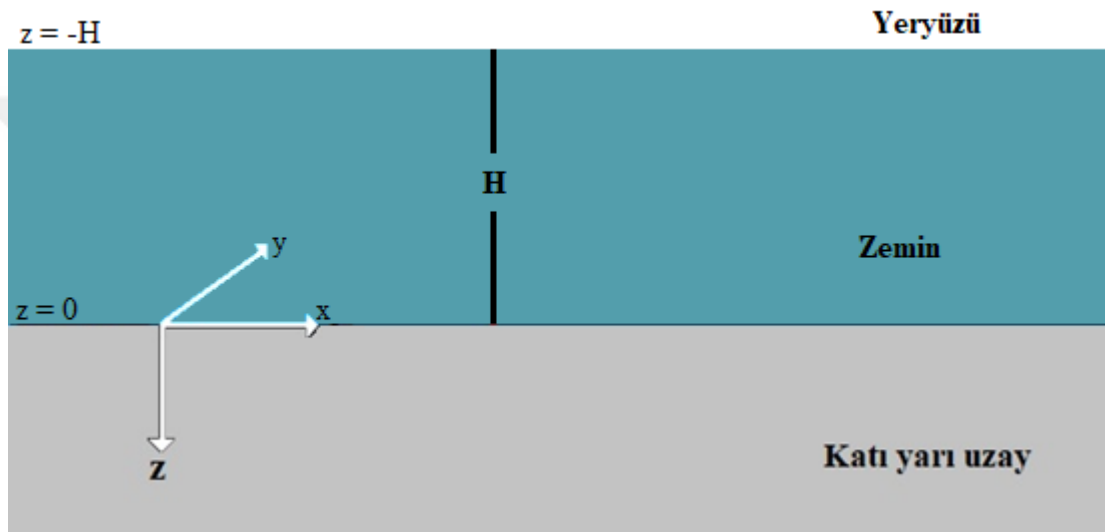


Şekil 1.6. a) Katı yarı uzay üstündeki su tabakasında oluşan yönlendirilmiş dalgaların yer değiştirme bileşenlerinin genlikleri. b) Düşey eksenindeki parçacık hareketi.

Denklem (1.38)'de su tabakasının kalınlığı $H = 200$ m ve su tabakasının hızı $\alpha = 1500$ m/s alınmıştır. Su tabakasının hızı olan 1500 m/s değerinin bütün dispersiyon eğrilerinde yatay asimptot olduğu görülmektedir.

Su tabakası içinde oluşan yer değiştirmeler Şekil 1.6'da görülmektedir. Su tabanında en büyük yer değiştirme yanal yönde olurken, su yüzeyinde en büyük yer değiştirme düşey yönde olmaktadır.

1.3.2. Katı yarı uzay üzerindeki zemine gelen Love dalgası



Şekil 1.7 Katı yarı uzay üzerinde H kalınlığında zemin

Şekil 1.7 de görüldüğü gibi katı yarı uzay üzerinde H kalınlığında elastik bir katman olsun. Denklem (1.41) SH dalga yayılımını ifade eder.

u : x eksenindeki deplasman

v : y eksenindeki deplasman

w : z eksenindeki deplasman

$$\rho \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = (\lambda + \mu) \frac{\partial \Delta}{\partial y} + \mu \nabla^2 v \quad (1.41)$$

Dalga hareket yönü xz düzleminde olurken, Partikül hareketi dalga hareketine dik yönde yani y ekseninde olacaktır.

$$v = A e^{[ik_x s z + ik_x (x - ct)]} + B e^{[-ik_x s z + ik_x (x - ct)]} \quad (1.42)$$

β : S Dalgasının yayılım hızı

c : Faz hızı

olmak üzere,

$$s = \sqrt{\frac{c^2}{\beta^2} - 1} \quad (1.43)$$

1. Sınır Koşulu

Zemin üzerinde, $z = -H$ durumunda, Makaslama gerilme bileşeni P_{yz} ,

$$P_{yz} = 2\mu e_{yz} = 0 \quad (1.44)$$

olacaktır. e_{yz} ise,

$$e_{yz} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right)$$

$$z = -H \text{ durumunda, } \frac{\partial v}{\partial z} = 0 \quad (1.45)$$

$$\frac{\partial v}{\partial z} = ik_x s A e^{[ik_x s z + ik_x(x-ct)]} - ik_x s B e^{[-ik_x s z + ik_x(x-ct)]} = 0 \quad (1.46)$$

$$ik_x s [A e^{[ik_x s H]} - B e^{[-ik_x s H]}] = 0 \quad (1.47)$$

$$A e^{[ik_x s H]} - B e^{[-ik_x s H]} = 0 \quad (1.48)$$

2. Sınır Koşulu

Zemin ve katı yarı uzay arasında ara yüzeyde, $z = 0$ durumunda,

$$v = 0$$

$$A + B = 0 \quad (1.49)$$

(156) ve (157) denklemlerini beraber çözersek,

$$e^{[ik_x s H]} + e^{[-ik_x s H]} = 0 \quad (1.50)$$

Diğer tarafta cosinüs bağıntısını yazacak olursak,

$$\cos x = \frac{e^{ix} + e^{-ix}}{2}$$

(1.50) denklemini trigonometrik formatta yazarsak,

$$\cos(k_x s H) = 0 \quad (1.51)$$

Kosinüsün sıfır olduğu açılar 90^0 , 270^0 , 450^0 , ... şeklindedir.

$$k_x s H = \left(n + \frac{1}{2}\right) \pi, \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (1.52)$$

$k_x = \frac{w}{c}$ ve s değeri (1.52) bağıntısında yerine yazılırsa,

$$c(w) = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\beta^2} - \left[\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi\right]^2 \frac{1}{H^2 w^2}}}, \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (1.53)$$

Dispersiyon denklemi elde edilir. Buradaki n değerleri dispersiyon eğrisinin kaçınıcı modda olduğunu göstermektedir. n=0 değeri temel modu göstermektedir.

1.3.3. Katı yarı uzay üzerindeki zemine gelen Rayleigh dalgası

Şekil 1.7'de görüldüğü gibi katı yarı uzay üzerinde H kalınlığında elastik bir katman olsun.

α : Sıkışma-genleşme dalgası yayılma hızı olmak üzere ,Sıkışma – genleşme dalga denklemi,

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} = \frac{1}{\alpha^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} \quad (1.54)$$

β : Makaslama Dalgası yayılma hızı olmak üzere, Makaslama Dalgası denklemi,

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} = \frac{1}{\beta^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} \quad (1.55)$$

Sıkışma-genleşme dalgası potansiyeli,

$$\Phi = A e^{(ik_x r z + ik_x(x-ct))} + B e^{(-ik_x r z + ik_x(x-ct))} \quad (1.56)$$

Makaslama Dalgası potansiyeli,

$$\psi = C e^{(ik_x s z + ik_x(x-ct))} + D e^{(-ik_x s z + ik_x(x-ct))} \quad (1.57)$$

r ve s değerleri aşağıda tanımlanmıştır.

$$r = \sqrt{\frac{c^2}{\alpha^2} - 1} \quad (1.58)$$

$$s = \sqrt{\frac{c^2}{\beta^2} - 1} \quad (1.59)$$

1. Sınır Koşulu

Zemin ile katı yarı uzay arasındaki ara yüzeyde $z = 0$, $u = 0$ dır.

$$u = \frac{\partial \Phi}{\partial x} + \frac{\partial \psi}{\partial z} = 0 \quad (1.60)$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial x} = ik_x A e^{(ik_x r z + ik_x(x-ct))} + ik_x B e^{(-ik_x r z + ik_x(x-ct))} \quad (1.61)$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial z} = ik_x s C e^{(ik_x s z + ik_x(x-ct))} - ik_x s D e^{(-ik_x s z + ik_x(x-ct))} \quad (1.62)$$

$z = 0$ değerini denklemde yerine yazarsak,

$$A + B + sC + sD = 0 \quad (1.63)$$

2. Sınır Koşulu

Zemin ile katı yarı uzay arasındaki ara yüzeyde $z = 0$, $w = 0$ dır.

$$w = \frac{\partial \Phi}{\partial z} - \frac{\partial \psi}{\partial x} = 0 \quad (1.64)$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial z} = ik_x r A e^{(ik_x r z + ik_x(x-ct))} - ik_x r B e^{(-ik_x r z + ik_x(x-ct))} \quad (1.65)$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial x} = ik_x C e^{(ik_x s z + ik_x(x-ct))} + ik_x D e^{(-ik_x s z + ik_x(x-ct))} \quad (1.66)$$

$z = 0$ değerini denklemde yerine yazarsak,

$$rA - rB - C - D = 0 \quad (1.67)$$

3. Sınır Koşulu

Zemin ile hava arasındaki ara yüzeyde $z = -H$ durumunda $P_{zz} = 0$ dir.

u : x eksenindeki deplasman

v : y eksenindeki deplasman

w : z eksenindeki deplasman

$$P_{zz} = \lambda \Delta + 2\mu e_{zz}$$

$$u = \frac{\partial \Phi}{\partial x} + \frac{\partial \psi}{\partial z}$$

$$w = \frac{\partial \Phi}{\partial z} - \frac{\partial \psi}{\partial x}$$

$$\Delta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z}$$

$$\Delta = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial x} + \frac{\partial \psi}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial z} - \frac{\partial \psi}{\partial x} \right)$$

şeklinde idi.

$$P_{zz} = \lambda \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + 2\mu \left(\frac{\partial w}{\partial z} \right) \quad (1.68)$$

$$P_{zz} = \lambda \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial x} + \frac{\partial \psi}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial z} - \frac{\partial \psi}{\partial x} \right) \right] + 2\mu \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial z} - \frac{\partial \psi}{\partial x} \right) \quad (1.69)$$

$$P_{zz} = \lambda \left[\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial x \partial z} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \psi}{\partial x \partial z} \right] + 2\mu \left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \psi}{\partial x \partial z} \right) \quad (1.70)$$

$$P_{zz} = \lambda \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \lambda \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} + 2\mu \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} - 2\mu \frac{\partial^2 \psi}{\partial x \partial z} \quad (1.71)$$

$$P_{zz} = \lambda \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + (\lambda + 2\mu) \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} - 2\mu \frac{\partial^2 \psi}{\partial x \partial z} \quad (1.72)$$

Sınır şartlarını (1.72) denkleminde yerine yazarsak,

$$\lambda \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + (\lambda + 2\mu) \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} - 2\mu \frac{\partial^2 \psi}{\partial x \partial z} = 0, z = -H \text{ durumunda} \quad (1.73)$$

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} = -(k_x)^2 A e^{(ik_x r z + ik_x(x-ct))} - (k_x)^2 B e^{(-ik_x r z + ik_x(x-ct))} \quad (1.74)$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial z \partial x} = -(k_x)^2 s C e^{(ik_x s z + ik_x(x-ct))} + (k_x)^2 s D e^{(-ik_x s z + ik_x(x-ct))} \quad (1.75)$$

(1.74) ve (1.75) denklemlerini (1.73) de yerine yazarsak,

$$-[(1+r^2)\lambda + 2r^2\mu]e^{(-ik_x r H)} A - [(1+r^2)\lambda + 2r^2\mu]e^{(ik_x r H)} B + 2s\mu e^{(-ik_x s H)} C - 2s\mu e^{(ik_x s H)} D = 0 \quad (1.76)$$

4. Sınır Koşulu

Zemin ile hava arasındaki ara yüzeyde $z = -H$ durumunda $P_{xz} = 0$ dır.

$$P_{xz} = 2\mu e_{xz}$$

$$e_{zx} = e_{xz} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right)$$

$$u = \frac{\partial \Phi}{\partial x} + \frac{\partial \psi}{\partial z}$$

$$w = \frac{\partial \Phi}{\partial z} - \frac{\partial \psi}{\partial x}$$

Denklemlerini birlikte yazarsak,

$$P_{xz} = \mu \left(2 \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z \partial x} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} \right) \quad (1.77)$$

$$2 \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z \partial x} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} = 0, \quad z = -H \quad (1.78)$$

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial z \partial x} = -(k_x)^2 r A e^{(ik_x r z + ik_x(x-ct))} + (k_x)^2 r B e^{(-ik_x r z + ik_x(x-ct))} \quad (1.79)$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} = -(k_x)^2 s^2 C e^{(ik_x s z + ik_x(x-ct))} - (k_x)^2 s^2 D e^{(-ik_x s z + ik_x(x-ct))} \quad (1.80)$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} = -(k_x)^2 C e^{(ik_x s z + ik_x(x-ct))} - (k_x)^2 D e^{(-ik_x s z + ik_x(x-ct))} \quad (1.81)$$

(1.78) denklemini tekrar düzenlersek,

$$-2r e^{(-ik_x r H)} A + 2r e^{(ik_x r H)} B + (1-s^2) e^{(-ik_x s H)} C + (1-s^2) e^{(ik_x s H)} D = 0 \quad (1.82)$$

Sınır koşullarından elde edilen denklemleri matris formunda yazacak olursak,

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & s & -s \\ r & -r & -1 & -1 \\ -[(1+r^2)\lambda + 2r^2\mu]e^{(-ik_x rH)} & -[(1+r^2)\lambda + 2r^2\mu]e^{(ik_x rH)} & 2s\mu e^{(-ik_x sH)} & 2s\mu e^{(ik_x sH)} \\ -2re^{(-ik_x rH)} & 2re^{(ik_x rH)} & (1-s^2)e^{(-ik_x sH)} & (1-s^2)e^{(ik_x sH)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \\ D \end{bmatrix} = 0 \quad (1.83)$$

elde edilir. Rayleigh dalgaları için dispersiyon ilişkisi, denklemdaki matrisin determinantının sıfıra eşitlenmesiyle elde edilir. Ewing vd.(1957) ve Udias(1999).



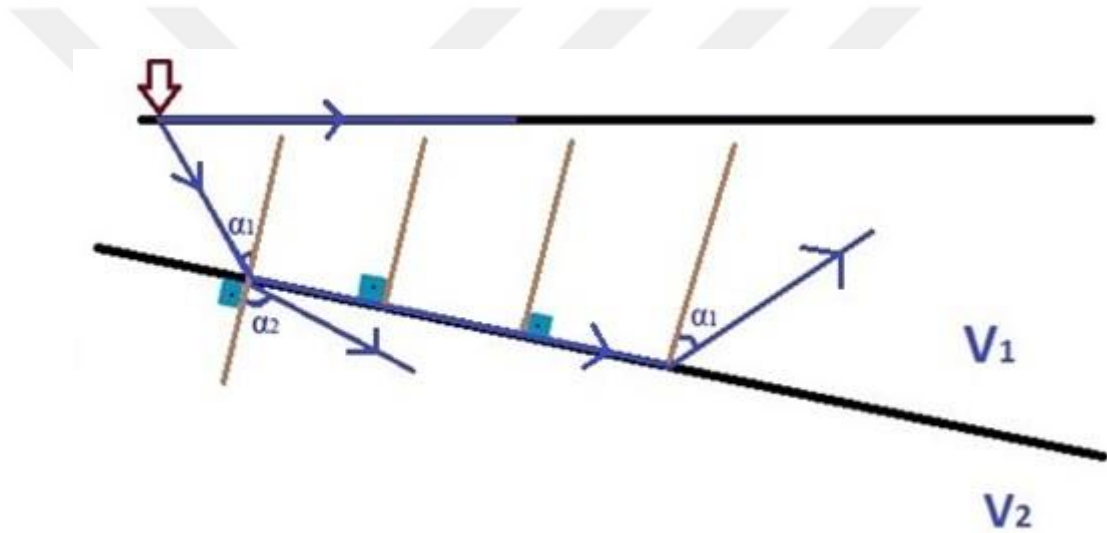
2. KAYMA DALGASI HIZINI BELİRLEME YÖNTEMLERİ

2.1. Sismik Kırılma Yöntemi (Refraksiyon)

Kaynaktan ara yüzeye gelen bir ışın $V_2 > V_1$ ise, Snell kanununa göre ikinci ortamda normalden uzaklaşarak kırılır.

$$\frac{\sin \alpha_1}{V_1} = \frac{\sin \alpha_2}{V_2} \quad \text{bağntısında } \alpha_1 \text{ in belli bir } \alpha_c \text{ (kritik açı) değeri için} \quad (2.1)$$

$$\sin \alpha_2 = 1 \quad \Rightarrow \quad \alpha_2 = 90^\circ \text{ olur.}$$



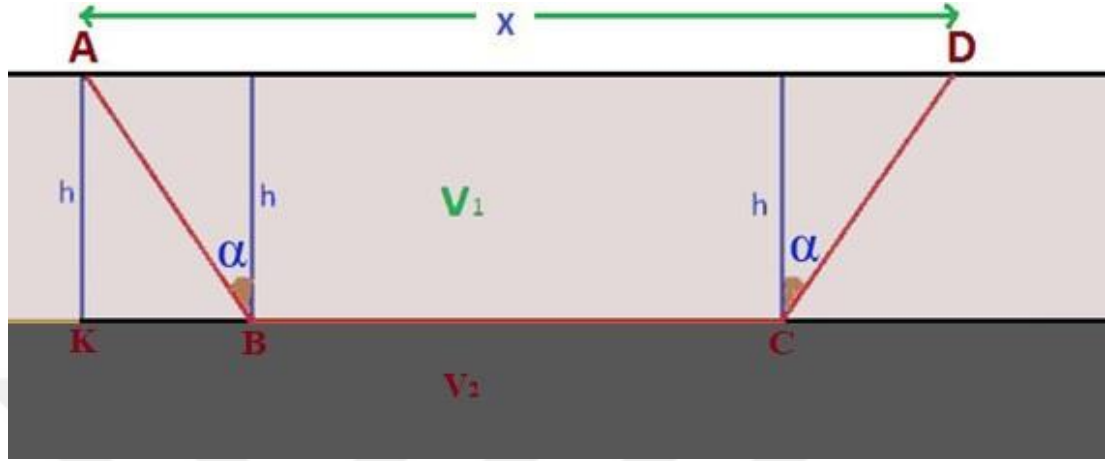
Şekil 2.1. İki tabakalı ortamda sismik dalgaların ilerlemesi

Snell bağntısına göre,

$$\frac{\sin \alpha_1}{V_1} = \frac{1}{V_2} \quad (2.2)$$

Kırılan ışın iki ara yüzey boyunca V_2 hızıyla yayılır ve Huygens Prensibine göre, ara yüzey üzerinde vardığı her noktada yeni bir kaynak gibi davranacağından normalle α_c yaparak yüzeye çıkar. $\alpha_2 = 90^\circ$ için oluşan ve arayüzeyde V_2 hızı ile yayılan bu dalgalara refraksiyon dalgaları denir. Şekil 2.2. de verilen yatay tabakalı yer modeline göre yüzeydeki A kaynak noktasından yatay ara yüzey üzerindeki bir B noktasına ışın α gibi kritik açı ile gelsin ve BCD yolu ile yüzeye çıksın. Kırılma yönteminde ışının A dan D ye ulaşmak için izlediği yollardan 2 tanesi kullanılır. Birincisi A ile D arasında

V_1 hızıyla alınan direkt yol; ikincisi ABCD yolu. Bu yol üzerinde AB ve CD parçaları V_1 hızı ile BC yolu ise V_2 hızı ile alınır. Buna göre direk dalganın denklemi Denklem (2.3)'teki gibi olur.



Şekil 2.2. Yatay tabaka hali

$$T = \frac{AD}{V_1} = \frac{x}{V_1} \quad (2.3)$$

Refraksiyon dalgası için zaman,

$$T = \frac{AB}{V_1} + \frac{BC}{V_2} + \frac{CD}{V_1} \quad (2.4)$$

A kaynak noktası, D alıcı ise kaynak alıcı uzaklığı $AD = x$ olsun. V_1 hızlı tabakanın kalınlığına h dersek,

$$AB = CD = \frac{h}{\cos \alpha} \quad \text{ve} \quad \tan \alpha = \frac{KB}{h}$$

$$BC = x - 2KB = x - 2h \tan \alpha$$

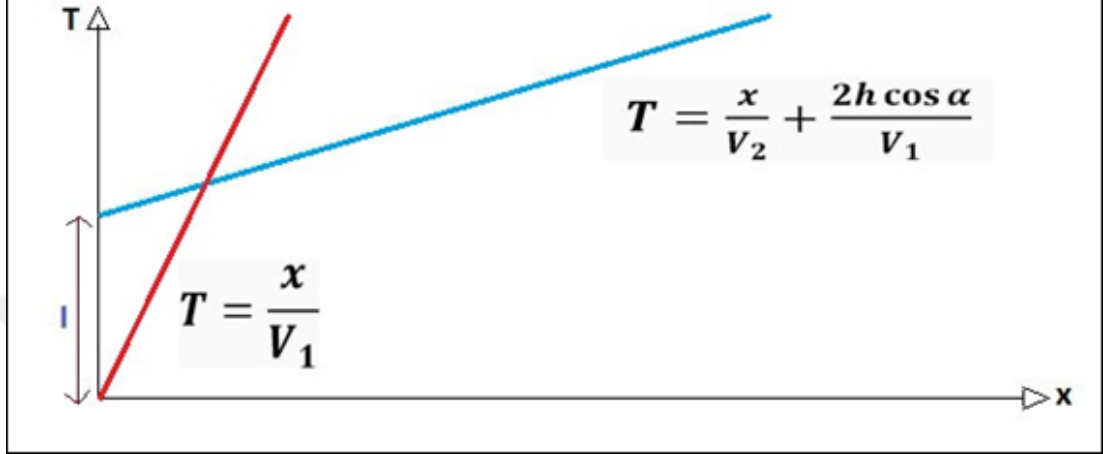
$$T = \frac{2h}{V_1 \cos \alpha} + \frac{x - 2h \tan \alpha}{V_2} \quad \frac{\sin \alpha}{V_1} = \frac{1}{V_2} \quad \text{olduğundan}$$

$$T = \frac{x}{V_2} + \frac{2h \cos \alpha}{V_1} \quad (2.5)$$

Denklem (2.5)'e göre h , V_1 , V_2 sabit olduğu için denklem T ve x arasında $y=mx+n$ formatında bir doğru denklemdir. A dan D ye doğrudan gelen dalganın denklemi

$$T = \frac{x}{V_1} \quad \text{idi. Bu orjinden geçen ve eğimi } 1/V_1 \text{ olan doğru denklemdir. (Şekil 2.3)}$$

Refraksiyon dalgasının geliş zamanı ise , $T = \frac{x}{V_2} + \frac{2h \cos \alpha}{V_1}$ ile belirleniyor. Bu doğrunun eğimi ise $1/V_2$ dir. Şekil 2.3’de görüldüğü gibi doğrunun T eksenini kestiği yer Intersept (I) adını alır. Intersept değerinden de yararlanılarak tabakanın kalınlık değeri bulunur.



Şekil 2.3. İki tabakalı ortam için elde edilen ilk varış grafiği

$$I = \frac{2h \cos \alpha}{V_1} \Rightarrow h = \frac{IV_1}{2 \cos \alpha} \quad (2.6)$$

$$T = \frac{x}{V_n} + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{2h_i}{V_i} \cos \alpha_i \quad (2.7)$$

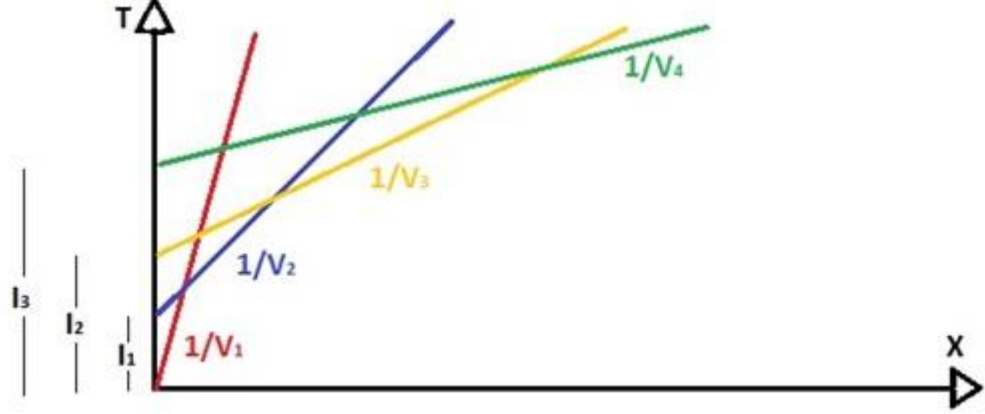
Yatay tabaka halinin genelleştirilmiş hali Denklem (2.7)’de verilmiştir. Şekil 2.4’de ise 4 tabakalı ortam için ilk varış grafiği görülmektedir. Grafik verilerine göre ilk 3 tabakanın kalınlık formülleri Denklem (2.8) ,(2.9) ve (2,10)’da görülmektedir. Z1 1. tabakanın kalınlığı, Z2 2. tabakanın kalınlığı ve Z3 3. tabakanın kalınlığı olmak üzere,

$$Z_1 = \frac{I_1 V_1}{2 \cos(\sin^{-1}(\frac{V_1}{V_2}))} \quad (2.8)$$

$$Z_2 = \frac{\left[I_2 \frac{\cos(\sin^{-1}(\frac{V_1}{V_3}))}{\cos(\sin^{-1}(\frac{V_1}{V_2}))} \right] V_2}{2 \cos(\sin^{-1}(\frac{V_2}{V_3}))} \quad (2.9)$$

$$Z_3 = \frac{\left[I_3 \frac{\cos(\sin^{-1}(\frac{V_1}{V_4}))}{\cos(\sin^{-1}(\frac{V_1}{V_2}))} - \frac{2Z_2 \cos(\sin^{-1}(\frac{V_2}{V_4}))}{V_2} \right] V_3}{2 \cos(\sin^{-1}(\frac{V_3}{V_4}))} \quad (2.10)$$

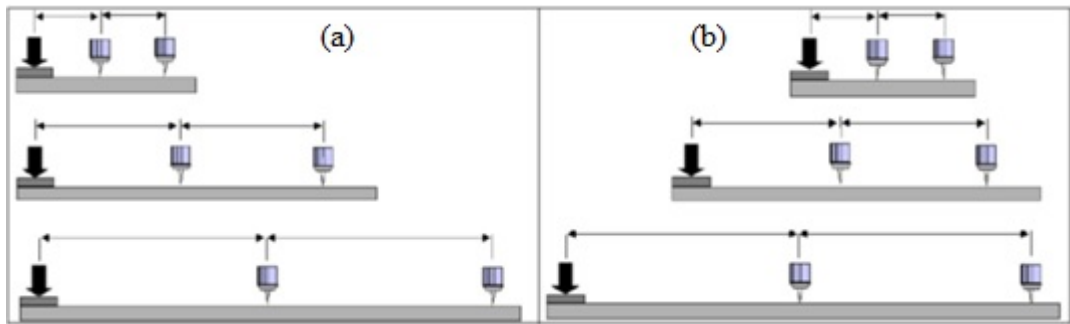
Bu formüllerin doğru olması için geçerli olan şart $V_1 < V_2 < V_3 < V_4$ olmalıdır.



Şekil 2.4. Dört tabakalı jeolojik yer modelinde elde edilen ilk varış grafiği

2.2. Yüzeysel Dalgaların Spektral Analizi (Spectral Analysis of Surface Waves)

Kısaca SASW yöntemi olarak adlandırılan bu yöntem Stoke ve Nazarian (1984) tarafından ortaya konmuştur. Yöntem 2 adet jeofonla farklı düzeneklerde kayıt alma esasına dayanır. Kaynak ve jeofonlar arası eşit mesafededir. İki şekilde ölçü alınmaktadır. Birincisi her ölçümde kaynak noktası sabit tutulur jeofonlar açılarak ilerlenir, ikincisi ise jeofonlar arası orta nokta sabit tutulur ve bu şekilde ölçü alınmaya devam edilir. Şekil 2.5’de ölçü alım düzeneği görülmektedir.

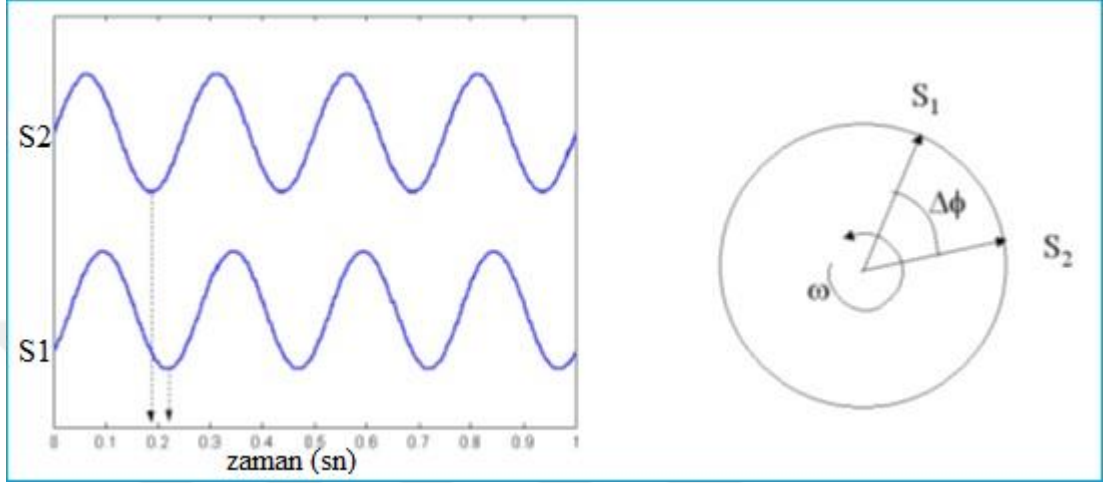


Şekil 2.5. a) Ortak atış noktasına göre ölçüm alma, b) Jeofonlar arası orta noktanın sabit tutulması ile ölçüm alma

$$F(w) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{-iwt} dt \quad (2.11)$$

$$G(w) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} g(t) e^{-iwt} dt \quad (2.12)$$

Şekil 2.6’da ise iki jeofon arasındaki gecikme zamanı görülmektedir. Her bir frekans için faz hızı hesaplanır. İki jeofondan alınan $f(t)$ ve $g(t)$ şeklinde 2 sinyalin faz farkı Denklem (2.11), (2.12), (2.13) ve (2.14) kullanılarak hesap edilir. Denklem (2.15)’e göre frekansa bağlı faz hızı grafiği çizdirilir.



Şekil 2.6. İki sinyal arasındaki gecikme

İki sinyalin frekans ortamındaki Cross-korelasyon işlemi Denklem (2.13)’de verilmiştir.

$$CC_{fg}(w) = F(w)\overline{G(w)} = A_f(w)A_g(w)e^{i\Delta\phi(w)} \quad (2.13)$$

Denklem (2.13)’de verilen $A_f(w)$ ve $A_g(w)$, $F(w)$ ve $G(w)$ ’nin genlik değerleri, $\overline{G(w)}$ ise $G(w)$ ’nin kompleks konjuget’i olarak tanımlanmaktadır. İki sinyal arasındaki faz farkı ise Denklem (2.14)’de verilmiştir

$$\Delta\phi(w) = \arctan\left(\frac{\text{Re}(CC_{fg}(w))}{\text{Im}(CC_{fg}(w))}\right) \quad (2.14)$$

Faz farkının bulunmasından sonra faz hızının hesaplanması Denklem (2.15)’de verilmektedir.

$$c(w) = \frac{2\pi f \Delta x}{\Delta\phi(w)} \quad (2.15)$$

Denklem (2.15) de verilen Δx , 2 jeofon arasındaki uzaklığı ifade eder. Bu denklemde frekansa bağlı faz hızı grafiğinin çizdirilmesi ile dispersiyon eğrisi elde edilir.

Dispersiyon eğrisinin çizdirilmesinden sonra ise derinlik dönüşümü kullanılarak derinliğe bağlı tabakaların hız değerleri elde edilir.

2.3. Yüzey Dalgalarının Çok Kanallı Analiz Yöntemi (Multi-channel analysis of Surface Waves, MASW)

Aktif kaynaklı MASW yöntemi Park ve diğ., (1999) tarafından geliştirilmiştir. MASW yöntemi 1-30 Hz arası yüzey dalgalarının analiziyle uğraşır ve yöntemin birkaç metreden onlarca metre derinliğe kadar inceleme alanı vardır.(Park, 2007)



Şekil 2.7. Ağırlık düşürme cihazı ve çok kanallı ölçü sistemi

Şekil 2.9'de gösterildiği gibi MASW yöntemi 3 aşamadan oluşur. Öncelikle çok kanallı jeofon sistemi ile ölçü alınır. İkinci olarak elde ettiğimiz veriden frekans-dalga sayısı dönüşümü ya da "slant stack" dönüşümü kullanılarak dispersiyon görüntüsü elde edilir. Elde edilen dispersiyon görüntüsü üzerinde temel mod ve yüksek modlar yer alacağı için görüntü üzerinde büyük bir titizlikle temel mod seçimi yapılır ve dispersiyon eğrisi belirlenir. Son olarak pikleme işlemi ile belirlenen dispersiyon eğrisine ters çözüm işlemi uygulandığında derinliğe bağlı tabaka kalınlıkları ve her

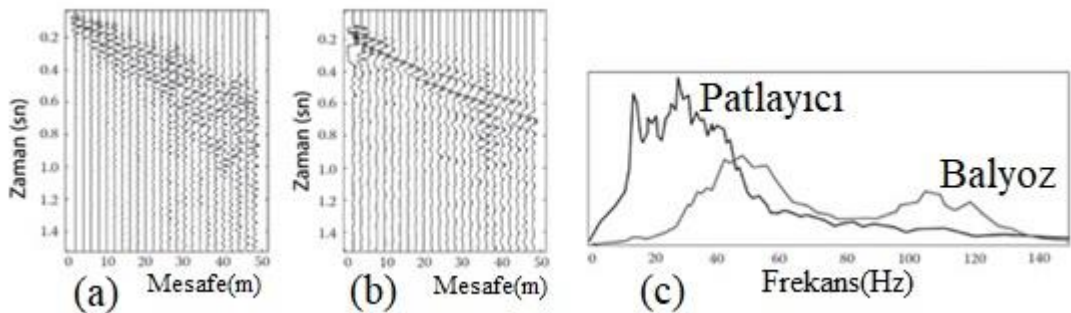
tabakanın makaslama dalgası yayılım hızı tespit edilmiş olur. Şekil 2.7’de görülen sismik kayıt sistemi içinde 50 kg ağırlıklı elektromekanik ivmeli kaynak sistemi, 48 kanallı 2 metre jeofon aralıklı ana kablo, 48 adet 4,5 Hz düşey jeofonlar ve 2 adet Geode marka kayıt ünitesi vardır. Bütün ölçümler bu sismik kayıt sistemi ile alınmıştır.

MASW yönteminde veri toplama için kaynak, çok kanallı jeofon ve kayıtçı sistemi gereklidir. Rayleigh Dalgası analizi için düşey jeofonlar kullanılır. Kullanılan jeofonların frekansı ne kadar düşük olursa araştırma derinliğimiz ters orantılı olarak o derece yüksek olacaktır.

Aynı şekilde kullanılan enerji kaynağı da araştırma derinliğini etkileyen diğer bir faktördür. Enerji kaynağımız balyoz, ağırlık düşürme sistemleri ya da patlayıcı olabilir fakat kullanılan enerji miktarı ne kadar yüksekse araştırma derinliğimiz de o derece yüksek olacaktır.

Şekil 2.8’de aynı noktada iki farklı kaynak kullanılarak aynı alıcı dizisi ile elde edilen sismogramları ve spektrumları göstermektedir. Enerji spektrumuna baktığımız zaman patlayıcı kullanılarak elde edilen veriden düşük frekanslardan daha net bilgi alabildiğimiz açıkça görülmektedir.

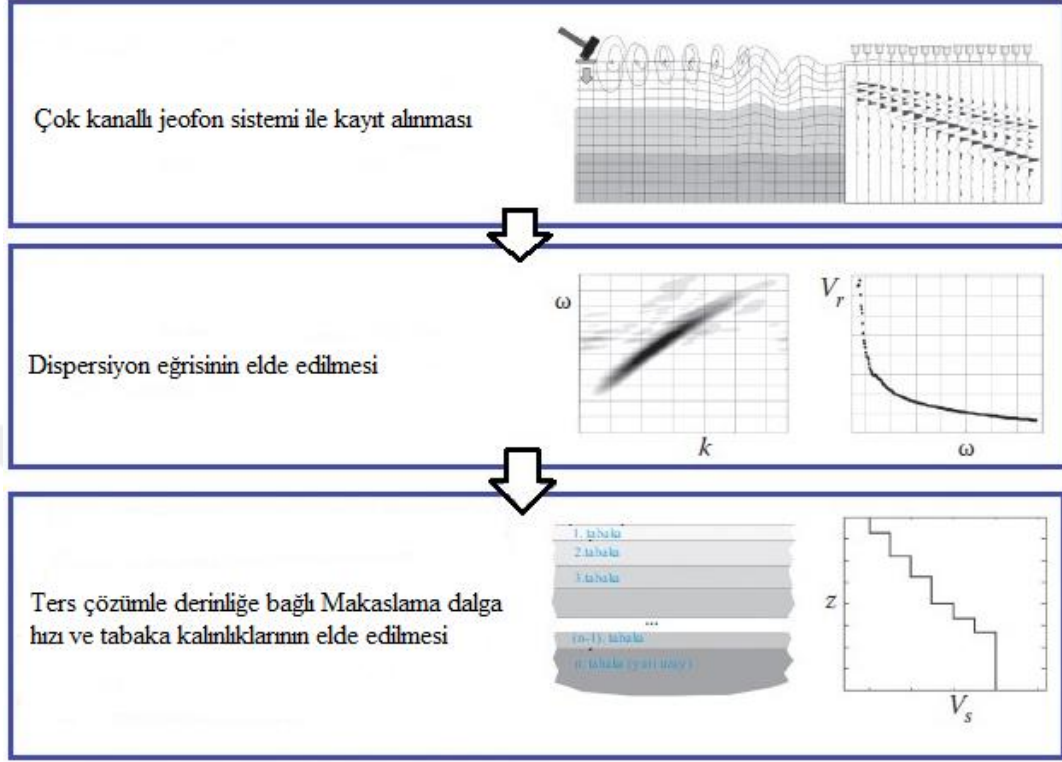
Ölçü alınırken tek vuruş yerine birden fazla düşey yönlü vuruş yapılarak stack işleminin yapılması Sinyal/Gürültü oranının artırılmasını dolayısıyla gürültünün bastırılmasını sağlayacaktır.



Şekil 2.8. Balyoz ve patlayıcı ile alınan ölçümlerin kıyaslaması a) Patlayıcı kullanılarak alınan kayıt b) Balyoz kullanılarak alınan kayıt c) Patlayıcı ve balyoz kayıtlarının enerji spektrumları (Foti vd.-2015)

Aktif kaynaklı MASW yöntemi için araştırma derinliği kullanılan kaynağın türüne, dizilim boyuna, kullanılan jeofonun frekansına ve üzerinde ölçü aldığımız jeolojik

birime göre değişebilmektedir. Aktif kaynaklı MASW yöntemi için maksimum araştırma derinliği (2.16) bağıntısıyla verilmiştir.(Park ve diğ., 1999)



Şekil 2.9. Masw yönteminin aşamaları (Rix, ve diğ., (2015))

$$Z_{max} = \frac{c_1}{(2f_1)}, \quad (2.16)$$

f_1 : Kaydedilen en düşük frekans

C_1 : f_1 'e karşılık gelen faz hızı

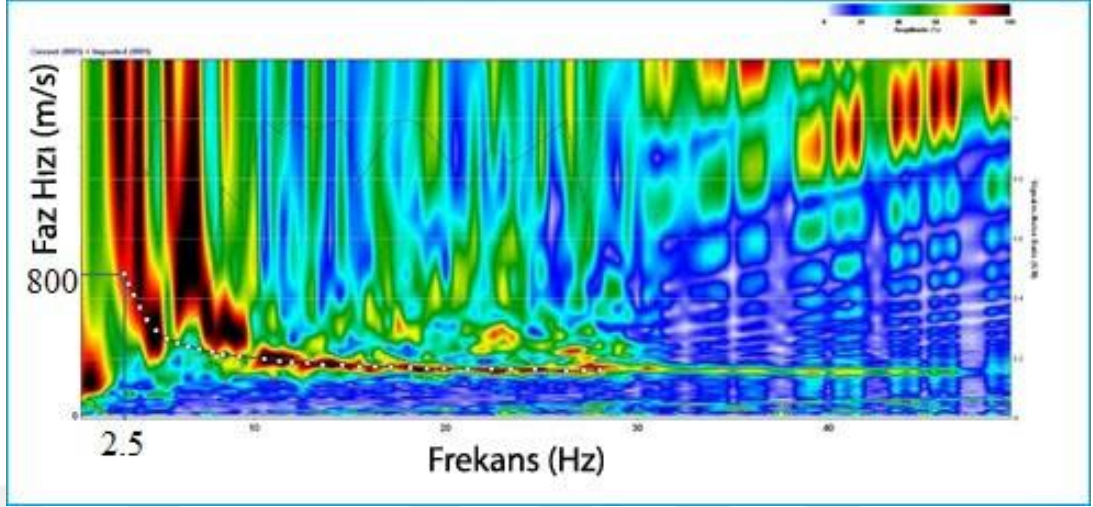
Aynı şekilde Foti ve diğ., (2015) araştırma derinliğinin maximum dalga boyunun yaklaşık yarısı civarında olduğunu belirtmiş ve araştırma derinliğini (2.17) bağıntısıyla vermiştir.

$$Z = \frac{\lambda_{max}}{2} = \frac{\frac{V_R}{f_{min}}}{2} = \frac{V_R}{2f_{min}}, \quad (2.17)$$

f_{min} : Kaydedilen en düşük frekans

λ_{max} : Maksimum dalga boyu

V_R : En düşük frekansa karşılık gelen Rayleigh Dalgası hızı



Şekil 2.10. Araştırma derinliği için dispersiyon eğrisi üzerinden veri alınması. Samsun Ladik'te bulunan KYH istasyonunda alınan ölçüden elde edilen dispersiyon eğrisi

Park vd'nin (1999) formülünü Şekil 2.10'daki dispersiyon eğrisinde uygularsak,

$$Z_{max} = \frac{c_1}{(2f_1)} = \frac{800}{2 \cdot 2,5} = 160 \text{ metre} \quad \text{sonucunu elde ederiz.}$$

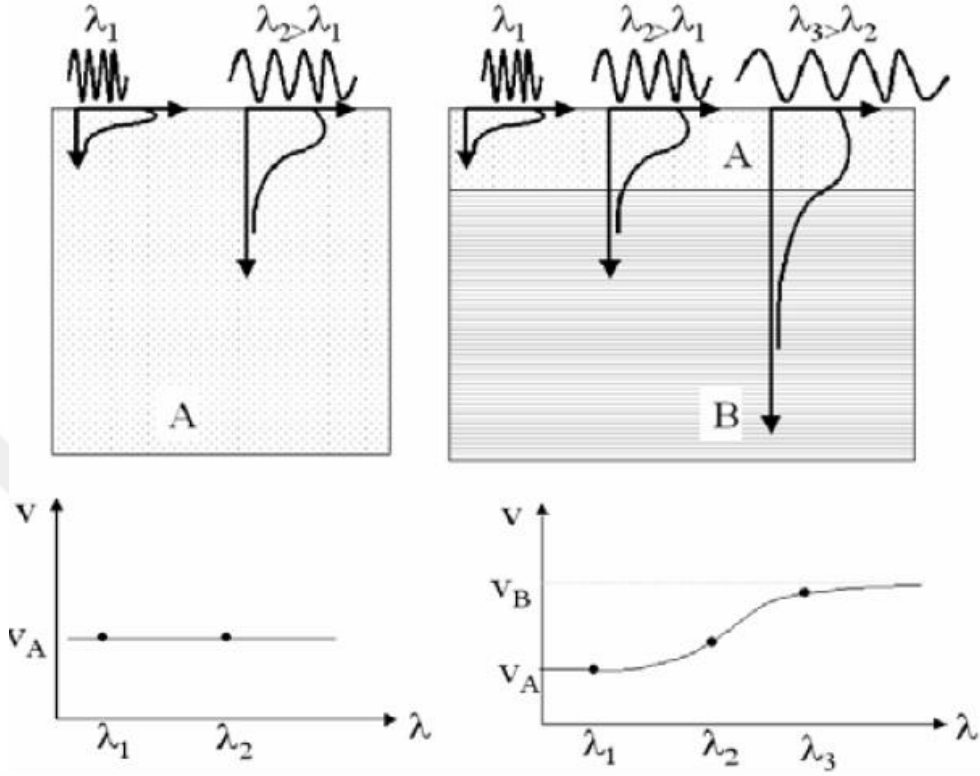
Araştırma derinliği kullanılan jeofon, serim boyu, enerji kaynağı gibi parametrelere doğrudan bağlı fakat (2.16) ve (2.17) formüllerinden araştırma derinliğinin bunlara ilaveten jeolojik birimle doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir.

Kaydedilen en düşük frekanstaki sismik hız yüksekse araştırma derinliğimizde doğru orantılı olarak yüksek çıkacaktır. Tam tersi bir durumda yani sismik hızın düşük olduğu jeolojik birimlerde ise araştırma derinliği düşük çıkacaktır.

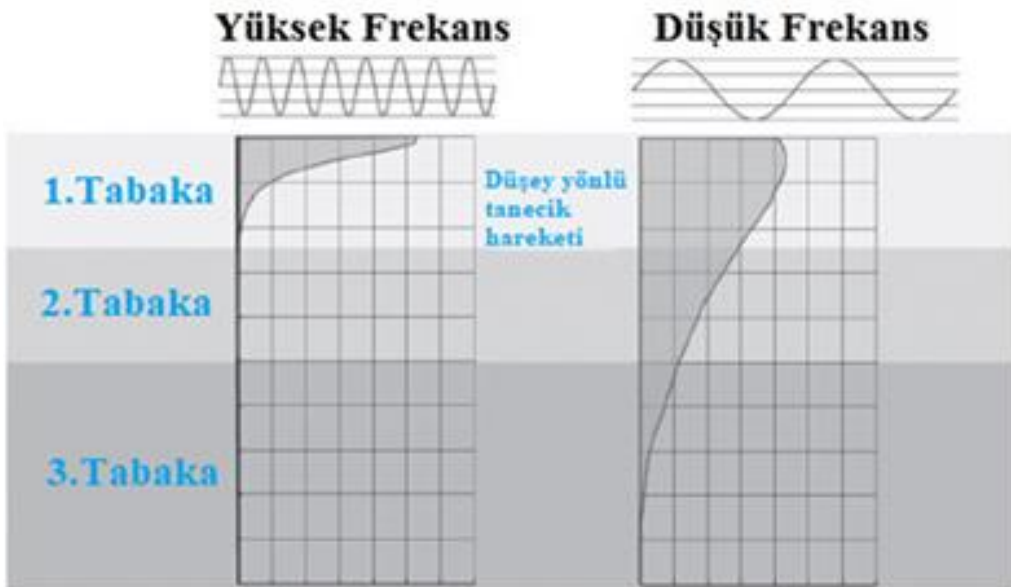
Diğer yandan jeofon aralığı dx kayıt edilecek en küçük dalga boyu ile doğrudan ilişkilidir. Yer altındaki ince tabakaları tespit etmek için jeofon aralığının düşük tutulması gerekir.

Örneğin yer altında 1 metre kalınlığında bir tabakanın tespit edilebilmesi için jeofon aralığı maksimum 1 metre olmalıdır, ama jeofon aralığı 2 metre 3 metre gibi bir değer olursa 1 metre kalınlığındaki tabakanın tespit edilmesi mümkün olmayacaktır. Şekil 2.11'de kısa ve uzun dalga boyları için Rayleigh dalgalarının nüfuz derinliği şematik

olarak gösterilmiştir. (Strobbia, 2004) Her dalga boyunun karşılığı olan bir faz hızı vardır (Xia et al., 1999).



Şekil 2.11. Yüzey Dalgalarının Dispersiyonu. (a) tekdüze ortamda sabit faz hızı ve (b) iki katmanlı ortamda faz hızının dalga boyu ile değişimi (Socco and Strobbia, 2004)



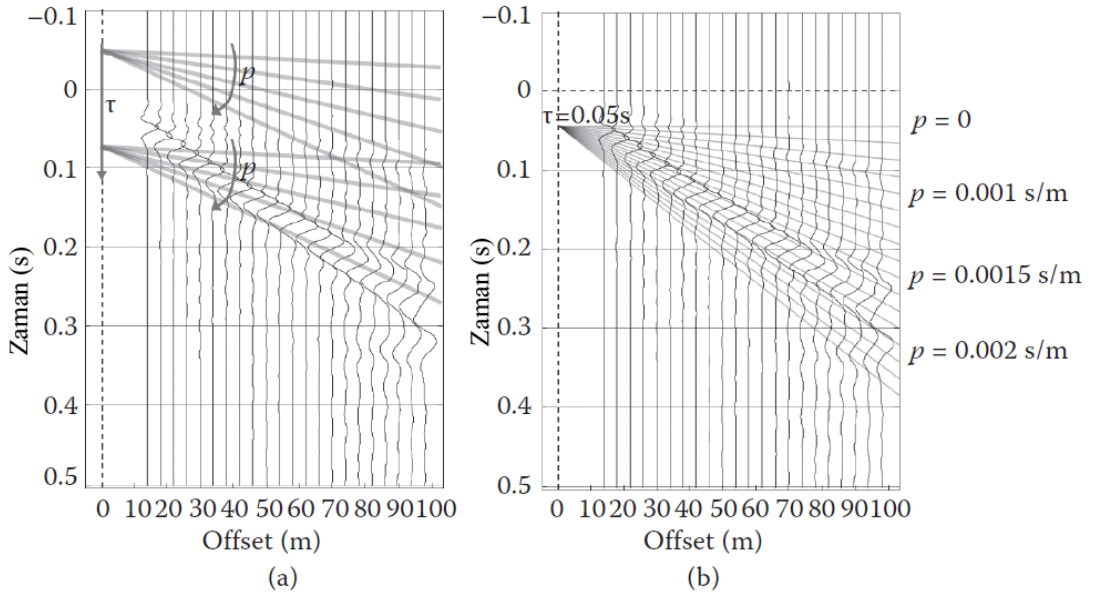
Şekil 2.12. Katmanlı bir ortamda iki farklı harmonik dalganın yayılımı

Homojen ortamda farklı dalga boyları aynı faz hızındadır. Katmanlı ortamda ise küçük dalga boylarında faz hızı birinci katmanın, çok büyük dalga boylarında ise daha derindeki katmanın faz hızına eşit olacaktır. Yüksek frekanslı dalgalar derinlere nüfuz edemezken düşük frekanslı dalgalar derinlere nüfuz edebilmektedir (Şekil 2.12).

Denklem (2.18)'e göre dalga boyu ile frekans arasında ters orantı vardır. Dolayısıyla düşük frekanslı dalgalar derinlere nüfuz ederken, dalga boyu açısından olaya bakarsak yüksek dalga boyuna sahip dalgalar derinlere nüfuz etmektedir.

$$\lambda = VT \rightarrow V = \lambda f \quad (2.18)$$

MASW yönteminde alınan veriden dispersiyon eğrisinin çıkarılması için faz kaydırma, frekans – dalga sayısı dönüşümü (f-k transform) ya da slant stack dönüşümü (τ -P transformu) kullanılmaktadır.



Şekil 2.13. a) τ -p Dönüşümünün şematik gösterimi, b) Eğimi p zaman eksenini kestiği yer τ olan doğruların, x-t grafiğinde kesiştikleri genlik değerleri toplanır.

τ -p Dönüşümü Radon dönüşümünün özel bir halidir ve “slant-stack” dönüşümü olarak adlandırılır. Yapılan işlem alınan sismik kayıt, $d(x,t)$ nin düzlem dalga dönüşümü yapılarak x-t eksenlerinin τ -p eksenlerine dönüştürülmesidir (Şekil 2.13). Sonrasında ise elde edilen yeni veri fourier dönüşümü ile faz hızı frekans grafiği elde edilir.

p :Işın parametresi , x doğrultusundaki görünür hızın tersine eşittir. $p = dt/dx$ olarak ifade edilir. Bundan dolayı yavaşlık olarak da adlandırılır, x mesafe olmak üzere,

$$\tau = t - px \quad (2.19)$$

$$u(p, \tau) = \sum_x d(x, \tau + px) \quad (2.20)$$

u ışın parametresi olan p ile bir düzlem dalgasını temsil eder. u 'nun ayrık formu aşağıdaki gibi yazılır.

$$u(p, \tau) = \sum_k u_k(p) \delta(\tau - k\Delta\tau), \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (2.21)$$

Burada $u(p)$, belirli bir p değerine sahip bir iz için, zaman eksenini τ boyunca u 'nun ayrık örnekleridir, $\Delta\tau$ örnekleme aralığı, $\delta(\tau - k\Delta\tau)$ ise Dirac delta fonksiyonudur.

$$\delta(\tau) = \begin{cases} 1, & \tau = 0 \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (2.22)$$

$d(x,t)$ 'nin dispersiyon eğrisini hesaplamak için p izlerinin her biri için zaman değişkeni τ yönünde $u(p,\tau)$ 'nin ayrık Fourier dönüşümünü gerçekleştirilir, w zaman değişkeni t 'nin fourier çifti olmak üzere,

$$u(p, w) = \sum_k u_k(p) e^{-i w k \Delta\tau}, \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (2.20)$$

Daha sonra, her bir p -izi için kompleks Fourier dönüşüm fonksiyonu $u(p,w)$ 'dan genlik spektrumu $A(p,w)$ hesaplanır. Son olarak, genlik spektrumunu $A(p,w)$ 'dan $A(c,w)$ 'ya eşlemek için p ışın parametresinin tersini alınır, burada c , yatay faz hızı ve $A(c,w)$, atış toplama verisi $d(x, t)$ 'nin dispersiyon spektrumudur.

2.4. Kırılma Mikrotremor (Refraction Microtremor, ReMI) Yöntemi

ReMI yöntemi ağırlık düşürme uygulamadan yer içindeki doğal titreşimler ve günlük hayattaki gürültülerin doğrusal bir jeofon diziliminde kaydedilmesi esasına dayanır. Pasif yöntemler üzerine çalışmalar Japonya' da 1950'li yıllarda başlamıştır. Bu yöntem, Japonya' da MSM (Microtremor Survey Method) yöntemi olarak bilinmektedir (Aki, 1957). Pasif yöntemlerin, yeraltı araştırmalarında (100 metre derinliğe kadar) kullanılması çeşitli araştırmacılar (Haruhiko ve Hayashi, 2003; Yoon

ve Rix, 2004) tarafından yapılmıştır. Louie (2001)' de bir hat boyunca alınan pasif kayıtlardan (serim klasik sismik kırılma düzeni) dispersiyon eğrisinin elde edilmesi üzerine yaklaşım geliştirilmiş ve Kırılma Mikrotremor (Refraction Microtremor, ReMi) adını vermiştir.

Kullanılan jeofonlar 1-10 Hz aralığındadır. Ne kadar düşük frekanslı jeofon kullanılırsa nüfuz derinliği o derece artar. Veri kalitesinin iyi olması için 24 kanallı (yada daha fazla) jeofon sistemlerinin kullanılması önerilmektedir. REMI verilerinin analizi Aktif MASW verilerinin analizi ile aynıdır. (Yılmaz, (2015))

Pasif doğrusal dizilimler REMI ve pasif yol kenarı MASW (Passive roadside MASW survey) şeklindedir. Pasif yol kenarı MASW yönteminde doğal gürültüler dışında trafik tarafından oluşturulan yüzey dalgaları kaynak olarak kullanılır.

2.5. Uzaysal Özilişki (Spatial Autocorrelation, SPAC)

Aki 1957 yılında mikro tremor verilerinden yüzey dalgalarının faz hızını hesaplamak için mikro tremor verilerinin istatistiksel olarak analiz edildiği bir yöntemi (SPAC) önermiştir. Bütün Jeofonların birbirleri arasındaki uyum fonksiyonu hesaplanır. $f(t)$ ve $g(t)$ iki sismometre yada jeofonun kaydı olsun. Fourier transformları $F(w)$ ve $G(w)$ olacaktır. İki izin Cross correlasyonu Denklem (2.21) deki gibi olacaktır.

$$CC_{fg}(w) = F(w)\overline{G(w)} = A_f(w)A_g(w)e^{i\Delta\phi(w)} \quad (2.21)$$

İki iz arasındaki kompleks uyum (coherence) Denklem (2.22)'de verilmiştir.

$$COH_{fg}(w) = \frac{CC_{fg}(w)}{A_f(w)A_g(w)} \quad (2.22)$$

Faz hızı $c(w)$ faz farkından Denklem (2.23) deki gibi hesaplanabilir.

$$c(w) = \frac{2\pi f \Delta x}{\Delta\phi(w)} \quad (2.23)$$

Denklem (2.23)'de Δx iki jeofon arasındaki uzaklığı ifade eder. Faz farkı $\Delta\phi(w)$ Denklem (2.24)'deki gibi yazılabilir.

$$\Delta\phi(w) = \frac{w\Delta x}{c(w)} \quad (2.24)$$

Denklem (2.24)'deki $\Delta\phi(w)$ değerini Denklem (2.21)'de yerine yazarsak

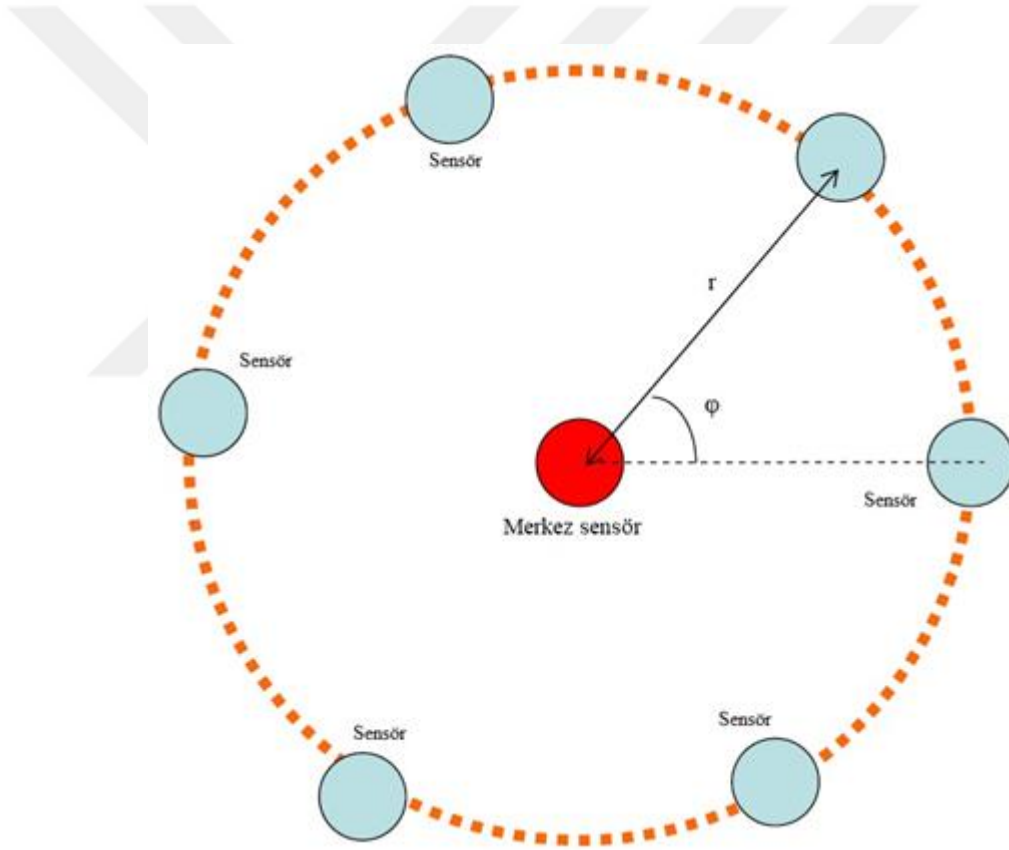
$$CC_{fg}(w) = F(w)\overline{G(w)} = A_f(w)A_g(w)e^{i\left(\frac{w\Delta x}{c(w)}\right)} \quad (2.25)$$

Denklem (2.25)'i kullanarak Denklem (2.22)'yi tekrar yazarsak,

$$COH_{fg}(w) = \frac{CC_{fg}(w)}{A_f(w)A_g(w)} = e^{i\left(\frac{w\Delta x}{c(w)}\right)} \quad (2.26)$$

Denklem (2.26)'nın real kısmını alırsak,

$$Re\left(COH_{fg}(w)\right) = \cos\left(\frac{w\Delta x}{c(w)}\right) \quad (2.27)$$



Şekil 2.14. Dairesel dizilim üzerindeki jeofon ya da sensörler.

Denklem (2.27) iki iz için kompleks uyumun gerçek kısmının kosinüs fonksiyonuna gittiği göstermektedir.

İki boyutlu dizi için uzamsal oto-korelasyon (SPAC), Denklem (2.27)'nin sol tarafı, karmaşık tutarlılığın yönlü ortalaması olarak tanımlanır ve Denklem (2.28)'deki gibi yazılabilir.

$$SPAC(r, w) = \frac{1}{2\pi} \int_{\varphi=0}^{\varphi=2\pi} COH(r, \varphi, w) d\varphi \quad (2.28)$$

Denklem (2.28)'de r iki jeofon arasındaki mesafe veya bir dairenin yarıçapıdır, ϕ iki sensörün açısal yönüdür. Denklem (2.28), r ve açısı ϕ olan iki sensör için karmaşık tutarlılığın hesaplanması ve bir daire boyunca karmaşık tutarlılığın ortalamasının alınması anlamına gelir (Şekil 2.14).

Trigonometrik fonksiyonların yönlü ortalaması Bessel fonksiyonuna ifade eder,

$$J_0(kr) = \frac{1}{2\pi} \int_{\varphi=0}^{\varphi=2\pi} e^{ikr \cos(\varphi)} d\varphi \quad (2.29)$$

Denklem (2.29)'da k dalga sayısını ifade eder. Denklem (2.29)'u kullanarak Denklem (2.27)'yi tekrar düzenlersek Denklem (2.30)'u elde ederiz.

$$J_0\left(\frac{wr}{c(w)}\right) = \frac{1}{2\pi} \int_{\varphi=0}^{\varphi=2\pi} \cos\left(\frac{wr}{c(w)}, \varphi\right) d\varphi \quad (2.30)$$

Denklem (2.28) ve Denklem (2.30) tekrar birlikte düzenlenirse,

$$Re(SPAC(r, w)) = J_0\left(\frac{w}{c(w)}r\right) \quad (2.31)$$

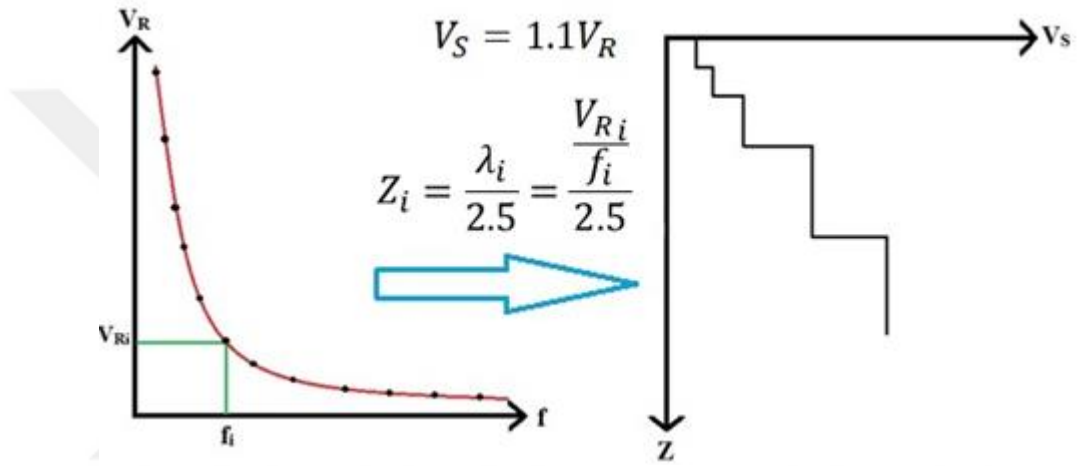
Denklem (2.31)'de $c(w)$ faz hızını, w açısal frekansı ifade eder. Denklem (2.31)'in sol tarafı incelenen mikrotremor verilerinden hesaplanır. Faz hızı denklemin sol tarafındaki uzamsal otokorelasyon ve sağ tarafındaki Bessel fonksiyonunun karşılaştırılması ile hesaplanır.

Denklem (2.28)'de tanımlanan uzamsal otokorelasyon, ifade edilen yönlü ortalamayı hesaplamak için yalnızca daireler veya üçgenler gibi dizilimler uygulanabilir. Doğrusal hat ya da L şekilleri gibi dizilimlere uygulanamaz. Genel olarak, mikro titreşimlerin yayılma yönü sabit değildir ve mikrotremor verilerinin yeterince uzun süreli ortalamasını almak, Denklem (2.28)'in yönlü ortalamasını doğru bir şekilde

hesaplamamızı sağlar. Uzamsal otokorelasyonu hesaplamak için yeterince uzun süreli mikrotremor verisi (en az 10 dakika) alınmalıdır.

2.6. Dispersiyon Eğrisinden Derinlik Hız Modelinin Oluşturulması

S Dalgası ile Rayleigh Dalgası arasındaki ilişki Denklem (2.32)'de verildiği gibidir. Bununla birlikte ölçülen dalga boyu ve derinlik arasında Denklem (2.33)'de verilen ilişki söz konusudur (Foti vd.-2015). Bu bağıntıya derinlik dönüşümü adı verilmektedir.



Şekil 2.15. Dispersiyon eğrisi üzerindeki her nokta için, denklem 2.32 ve 2.33 kullanılarak V_S ve Z değerleri hesaplanırsa, derinliğe bağlı S dalga hız kesiti elde edilir.

$$V_S = 1,1V_R , \quad (2.32)$$

$$Z_i = \frac{\lambda_i}{2,5} = \frac{V_{Ri}}{2,5} , \quad (2.33)$$

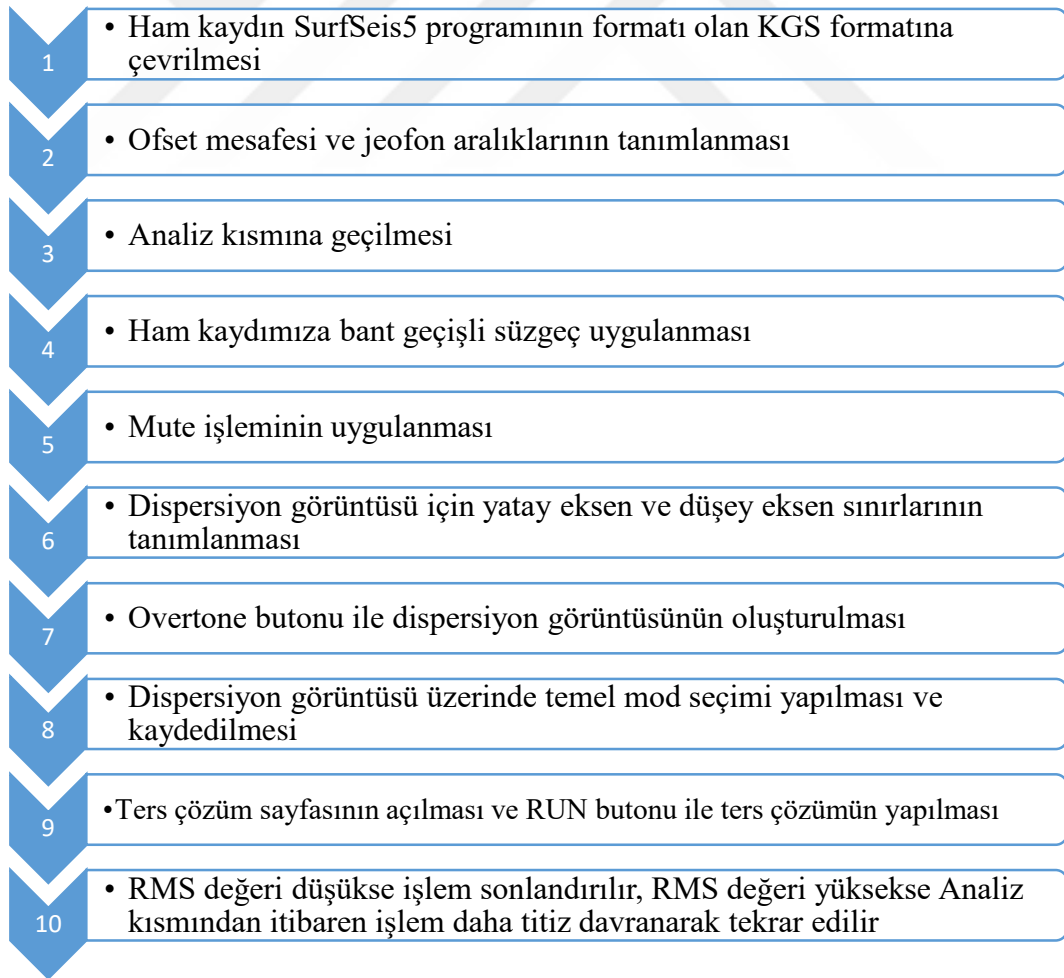
Şekil 2.15'de denklem 2.32 ve 2.33'ün kullanımı görülmektedir.

3. AKTİF (MASW) VE PASİF KAYNAKLI (ReMI) YÖNTEMLERLE DİSPERSİYON EĞRİLERİNİN ELDE EDİLMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

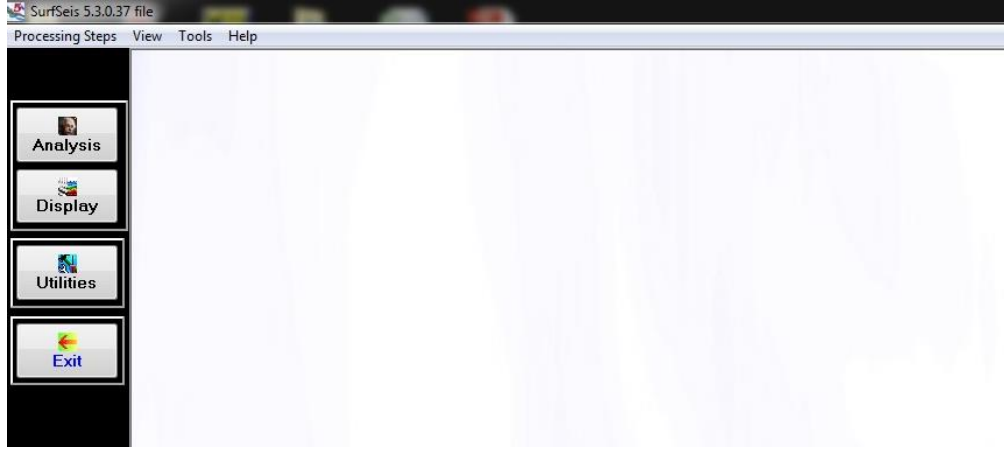
Aktif MASW ve Pasif ReMI verileri Kansas Üniversitesi tarafından yazılmış olan SurfSeis5 Yüzeysel Dalgaları Analiz Programında değerlendirilmiştir.

3.1 MASW Yöntemiyle Dispersiyon Eğrisinin Elde Edilmesi

SurfSeis5 programının aktif MASW verileri için kullanımı Şekil 3.1'deki akış diyagramında görülmektedir. Ayrıntılı olarak ise bir örnek üzerinden diğer resimlerde adım adım görülmektedir.

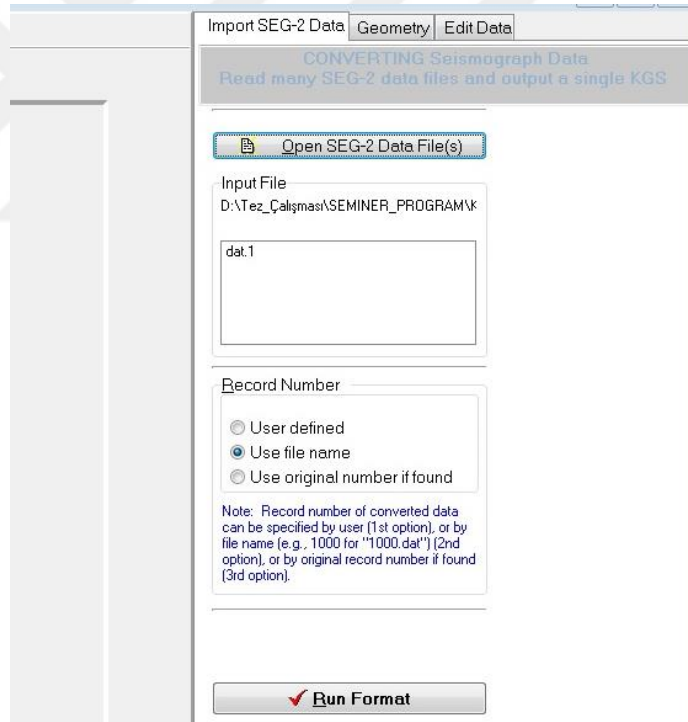


Şekil 3.1. SurfSeis5 programında MASW analizinin akış diyagramı



Şekil 3.2. SurfSeis5 programının ilk açılış ara yüzü

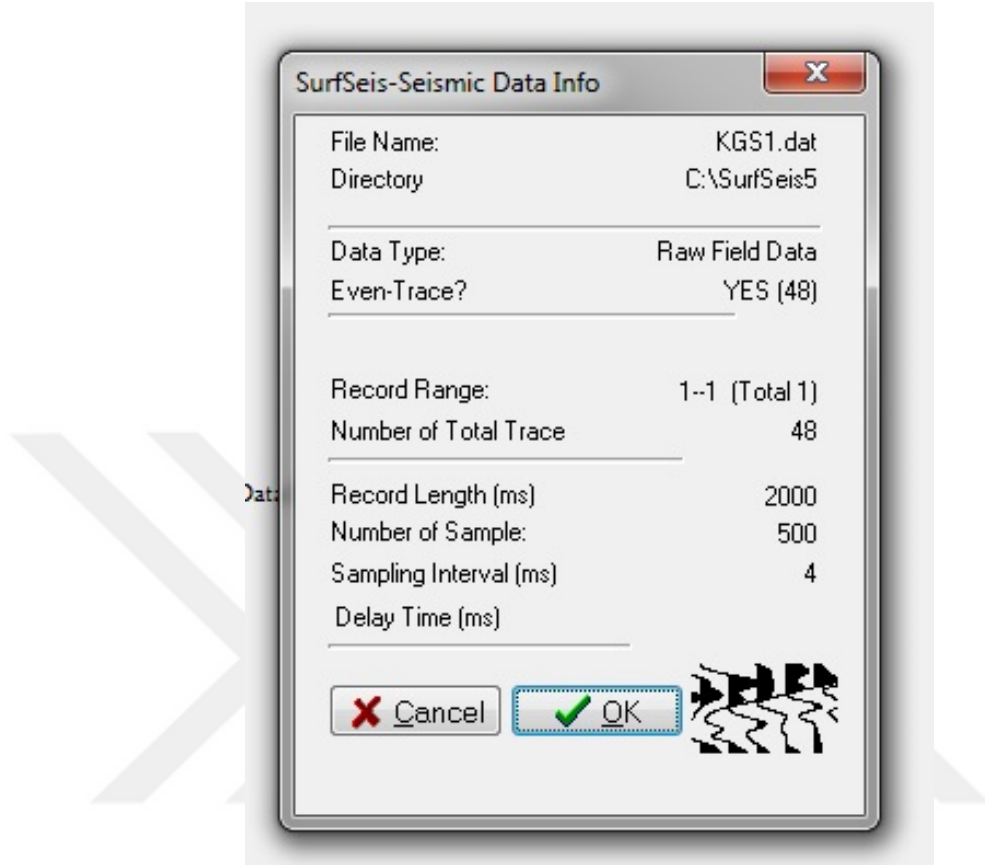
Elimizdeki veri öncelikle programın formatına çevrilir. Bunun için Şekil 3.1’de sol tarafta bulunan Utilities butonu tıklanır.



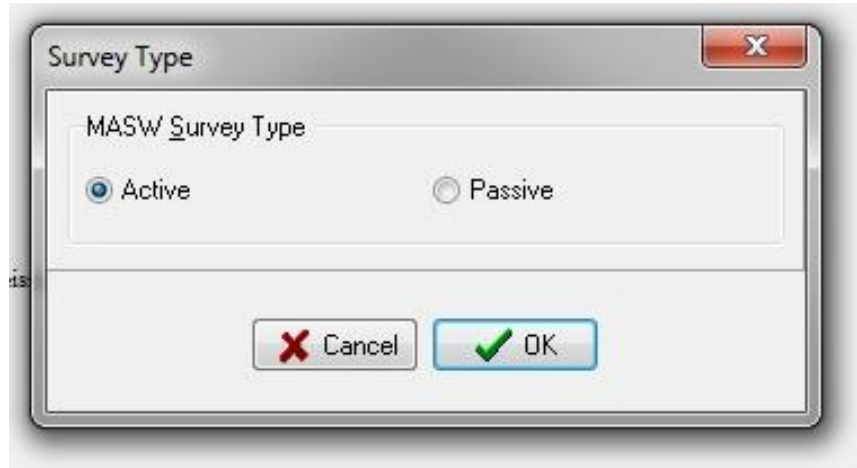
Şekil 3.3. Utilities butonuna basılınca açılan ekran

Utilities butonuna basıldıktan sonra Şekil 3.2’de açılan pencerede verimiz OpenSEG-2 butonu ile çağrılır. Açılan veriden sonra Run Format butonu tıklanır ve böylece format değişikliği yapılmış olur. Programın formatına çevrilmiş olan veri artık işlem yapmak için hazırdır. Şekil 3.1’de sol üst köşede bulunan Analysis butonu tıklanır. Burda yeni formattaki veri çağrılır. Şekil 3.3 de görüldüğü gibi öncelikle veri hakkında

bilgiler ekrana gelir. Okey tuşuna basıldıktan sonra ise Şekil 3.4’de görüldüğü gibi program kullanıcıya verinin aktif verimi yoksa pasif verimi olduğunu sorar.



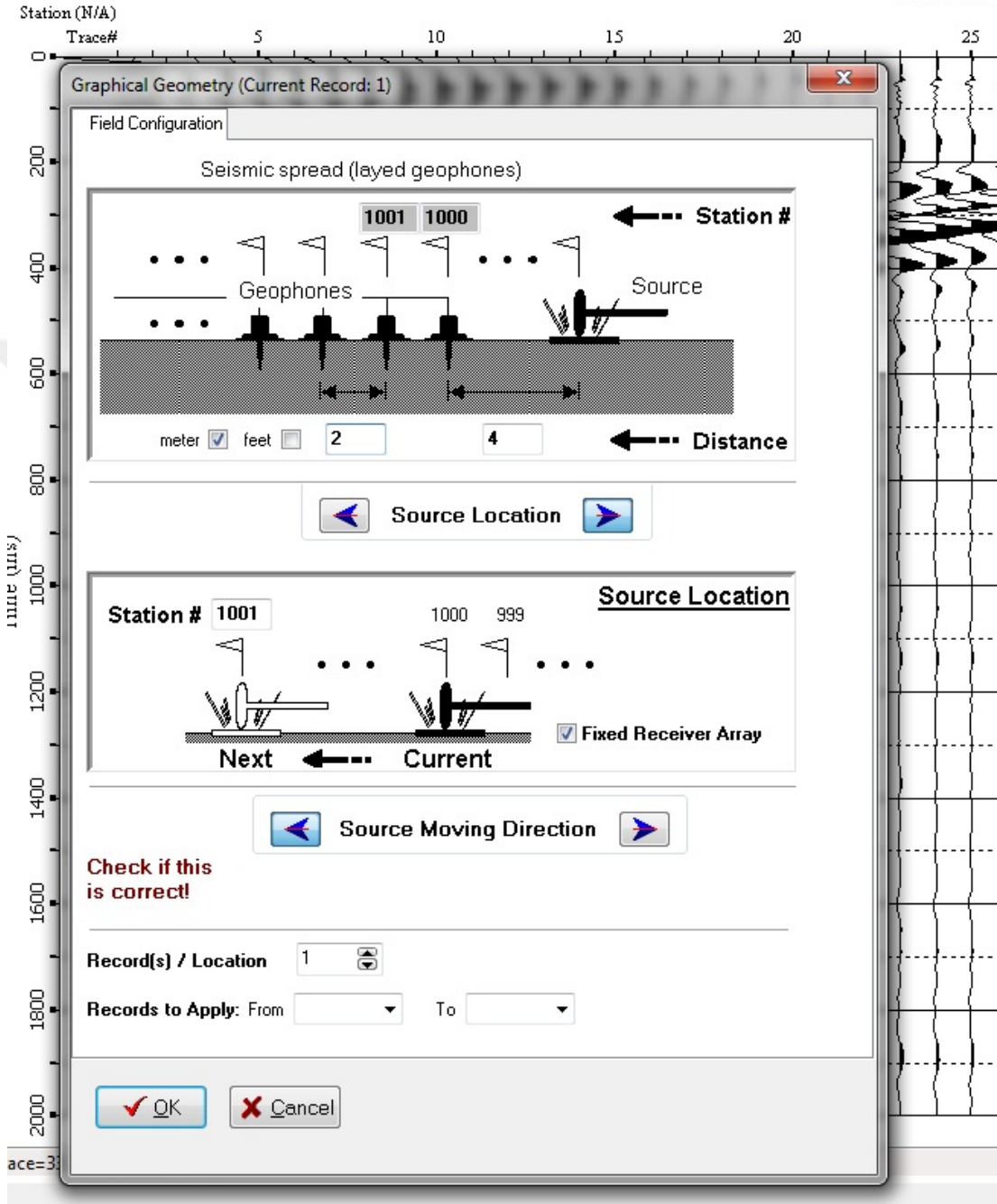
Şekil 3.4. Veri açılmadan önce veri hakkındaki bilgiler



Şekil 3.5. Programda açılan verinin aktif mi pasif mi olduğunu soran pencere

Şekil 3.5’de görüldüğü gibi program kullanıcıdan jeofon aralıklarını ve ofset mesafesinin girilmesini ister.Bu değerler girildikten sonra Şekil 3.6’da görülen ekran

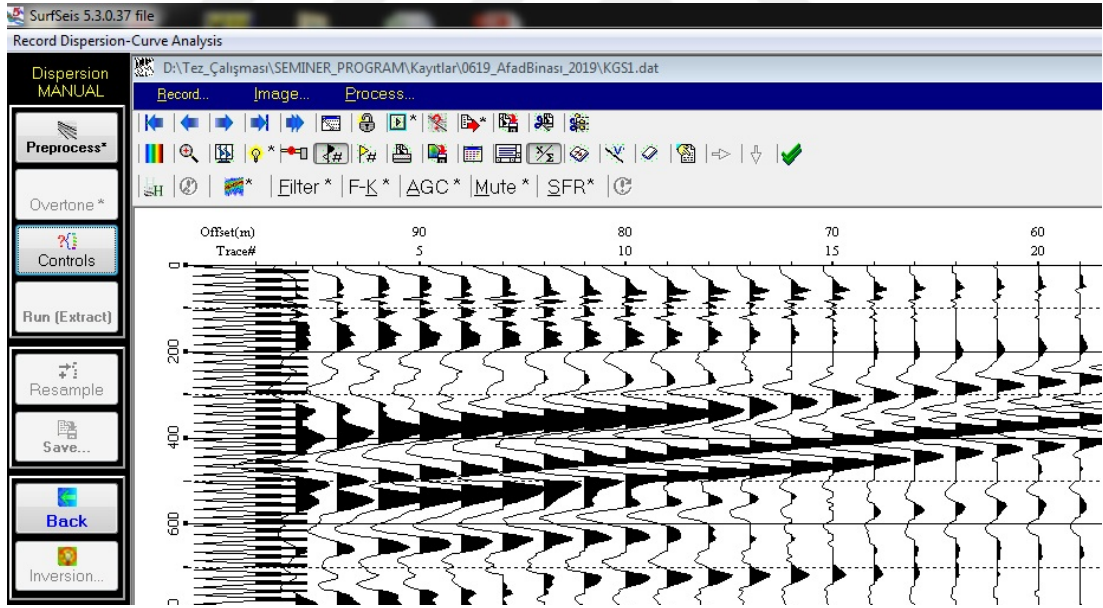
dispersiyon işlemini başlatmak için açılır. Dispersion butonuna tıklayınca Şekil 3.7’de görüldüğü gibi ham kaydımız ekrana gelir. Ekran gelen ham kayda öncelikle bant-pass filtre uygulanır sonrasında ise mute işlemi ile alt ve üst hız limitleri belirlenir.



Şekil 3.6. Jeofon aralıkları ve ofset mesafesinin girildiği pencere

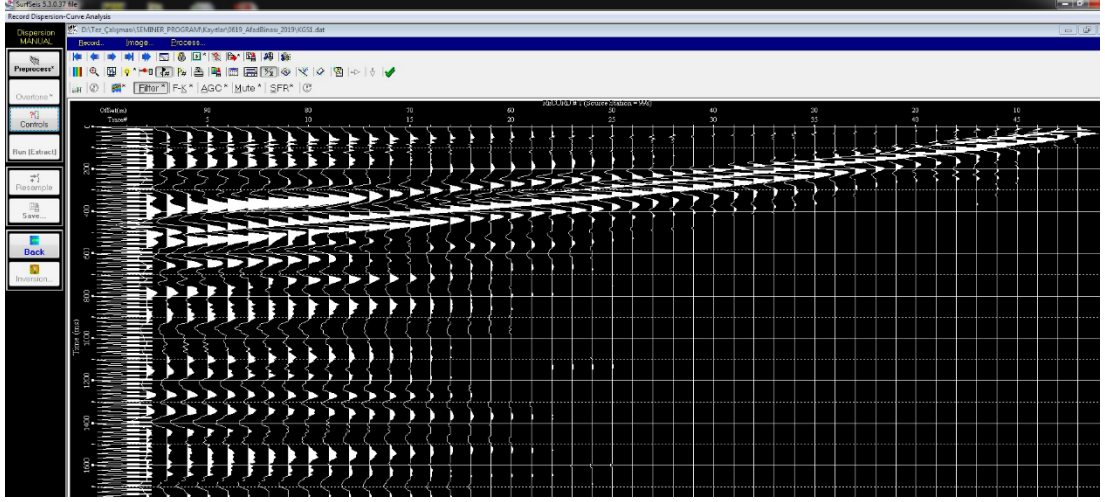


Şekil 3.7 Dispersiyon işlemi için açılan pencere

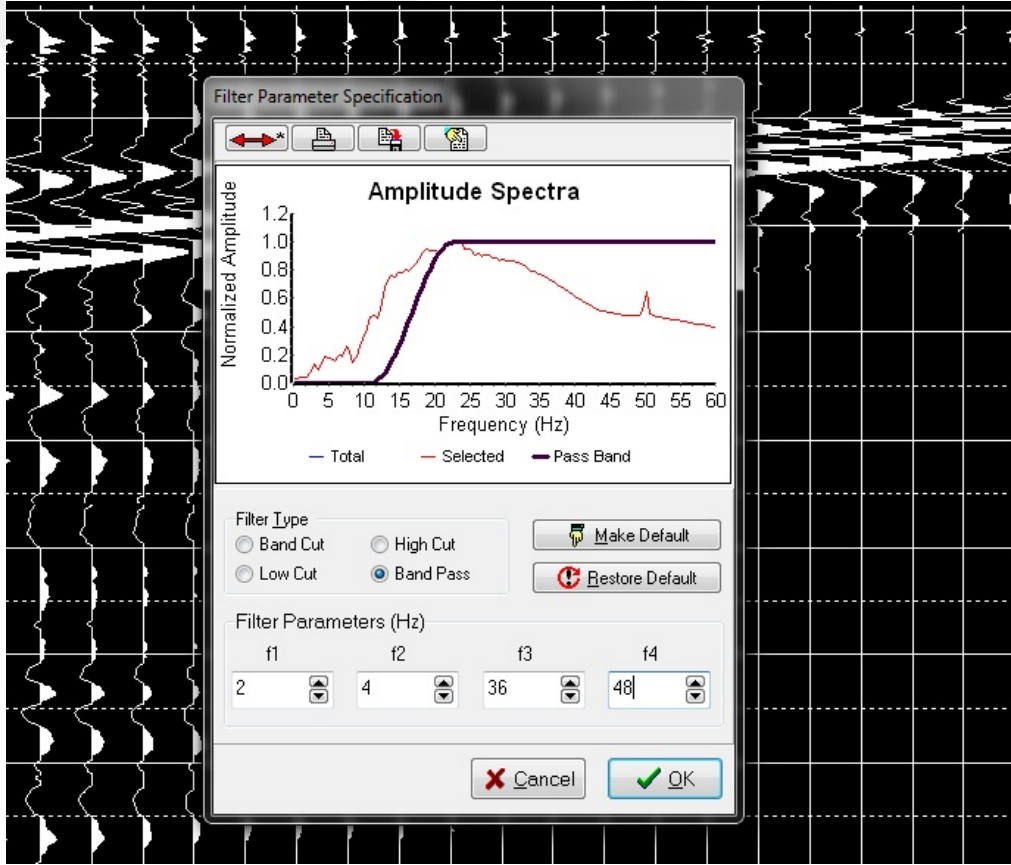


Şekil 3.8. Ham kayıt görüntüsü

Şekil 3.8’de görülen Ham kayda band geçişli filtre uygulamak için Filter butonu aktif hale getirilir. Daha sonra bütün veri Şekil 3.9’de görüldüğü gibi seçilir. Seçilen veriye çift tıklatıldığında Şekil 3.10’daki pencere açılır. Band geçişli süzgeç için alt sınır jeofonun frekansının biraz altı alınırken üst sınır maksimum 50 Hz alınır.

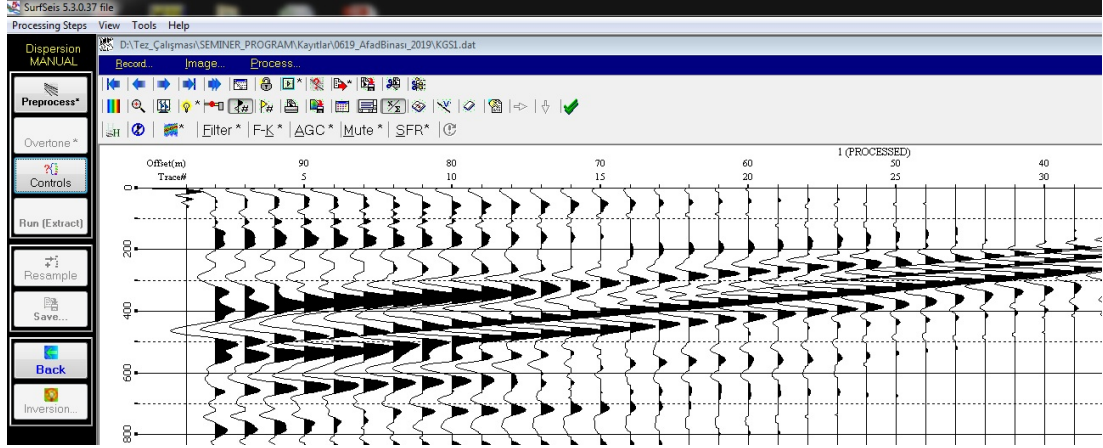


Şekil 3.9. Filtreleme işlemi için verinin seçilmesi



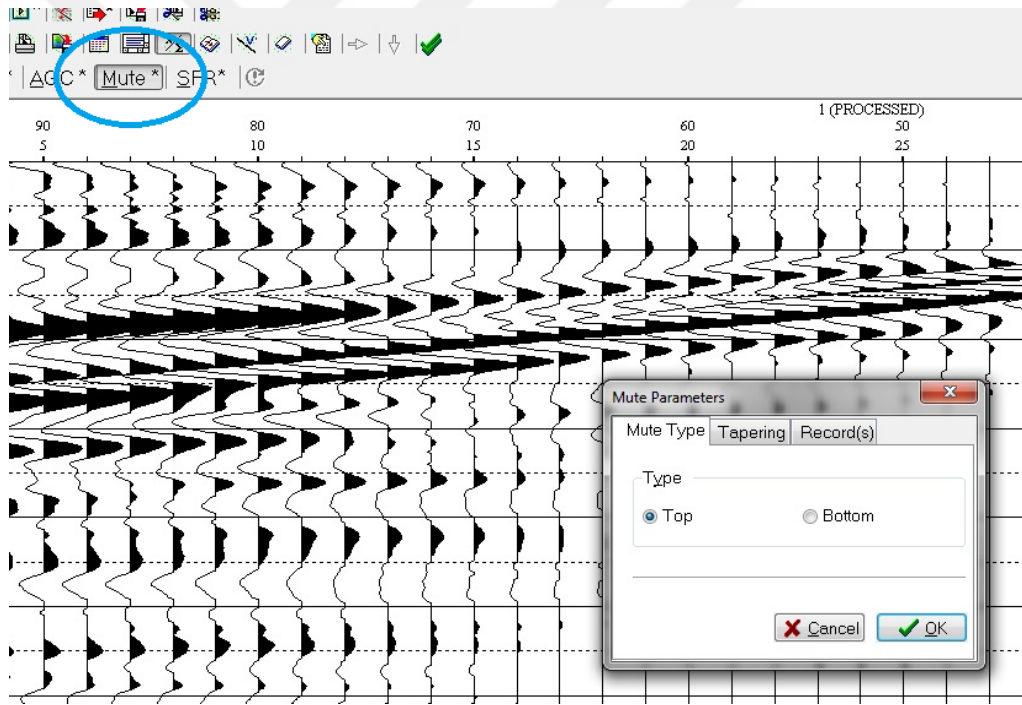
Şekil 3.10. Band geçişli süzgeç için girilen değerler

Şekil 3.10'da açılan pencerede öncelikle Band Pass seçeneği aktif hale getirilir sonrasında ekranda görülen f1 için 2, f2 için 4, f3 için 36 ve f4 için 48 değerleri girilir ve OK tuşuna basılır. Ekran Şekil 3.11 da görülen filtrelenmiş veri gelecektir.

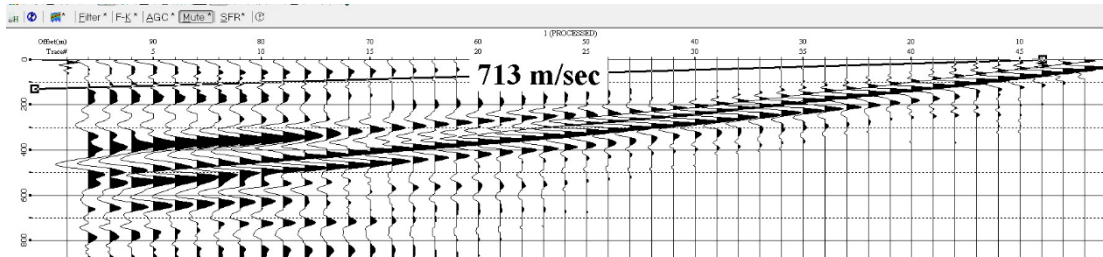


Şekil 3.11. Filtrelenmiş veri

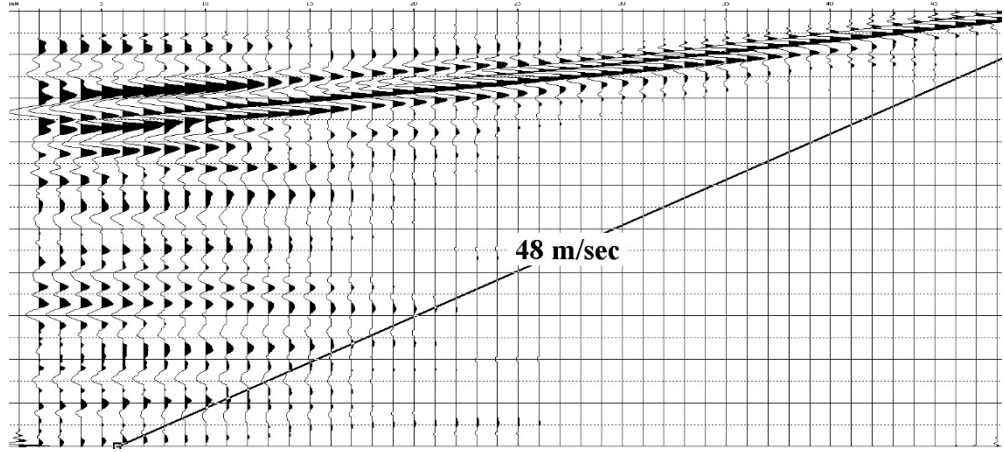
Şekil 3.12'de görüldüğü gibi filtreleme işleminden sonra mute butonu aktif hale getirilir ve butonun üzerindeki farelin sağ kısmı tıklanır.



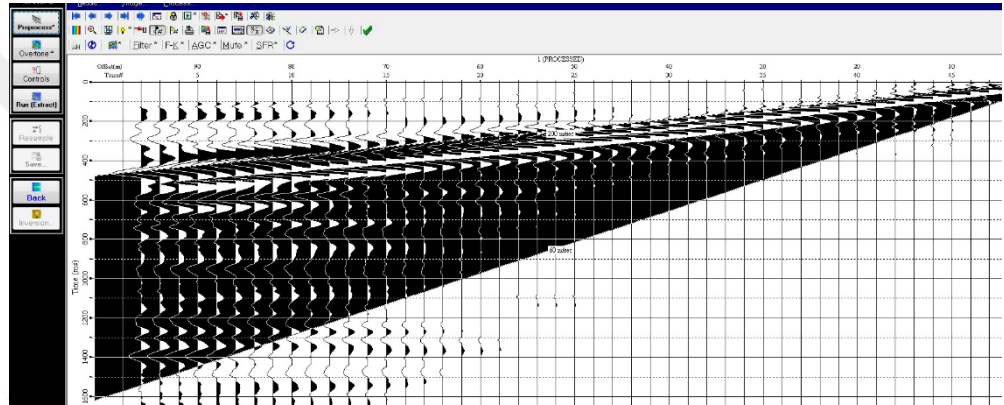
Şekil 3.12. Mute işlemi



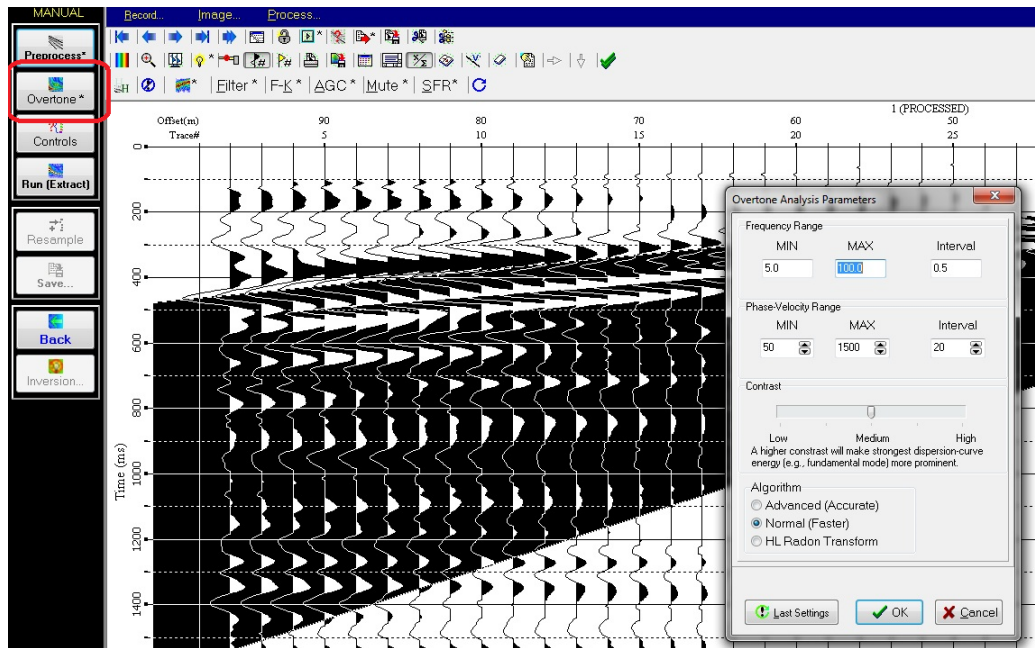
Şekil 3.13. Mute işleminde en üst hız değerinin manuel olarak belirlenmesi



Şekil 3.14. Mute işleminde en alt hız değerinin manuel olarak belirlenmesi

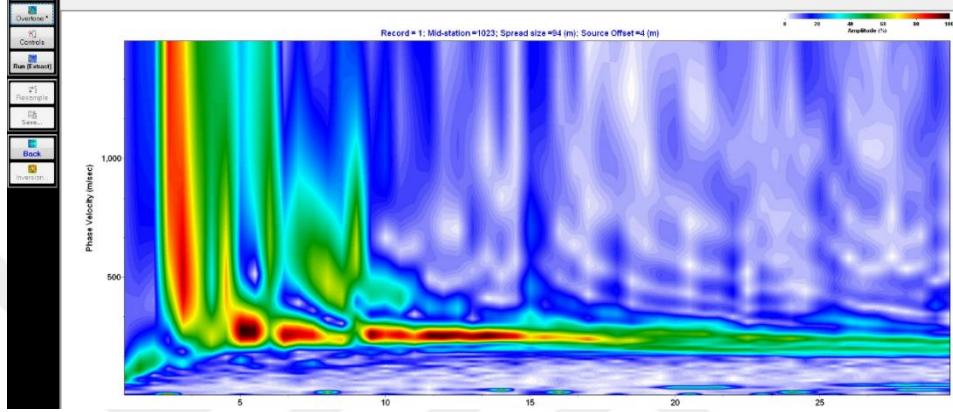


Şekil 3.15. Sol üst köşede bulunan Preprocess butonu ile mute işleminin sonlandırılması



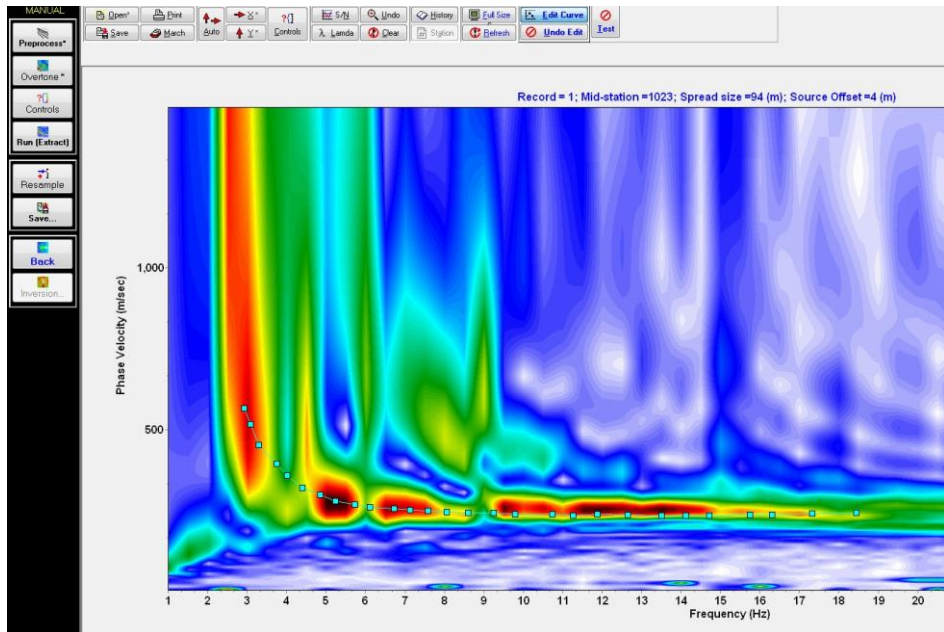
Şekil 3.16. Overtone butonuna sağ tıklanır ve yeni bir pencere açılır

Mute işlemi ile kırılan ve yansıyan dalgalardan ayıklanmış, mümkün olduğu kadar sadece yüzey dalgaları içeren veri elde ederiz. Şekil 3.15’de mute işleminin sonlandırılması ile artık veriden dispersiyon görüntüsü elde etmek için ön işlemler tamamlanmıştır. Şekil 3.16’de Sol tarafta kırmızı yuvarlak içinde gösterilen Overtone üzerine sağ tıklayarak açılan pencereden dispersiyon eğrisinin yatay ve düşey eksen değer aralıkları belirlenir.



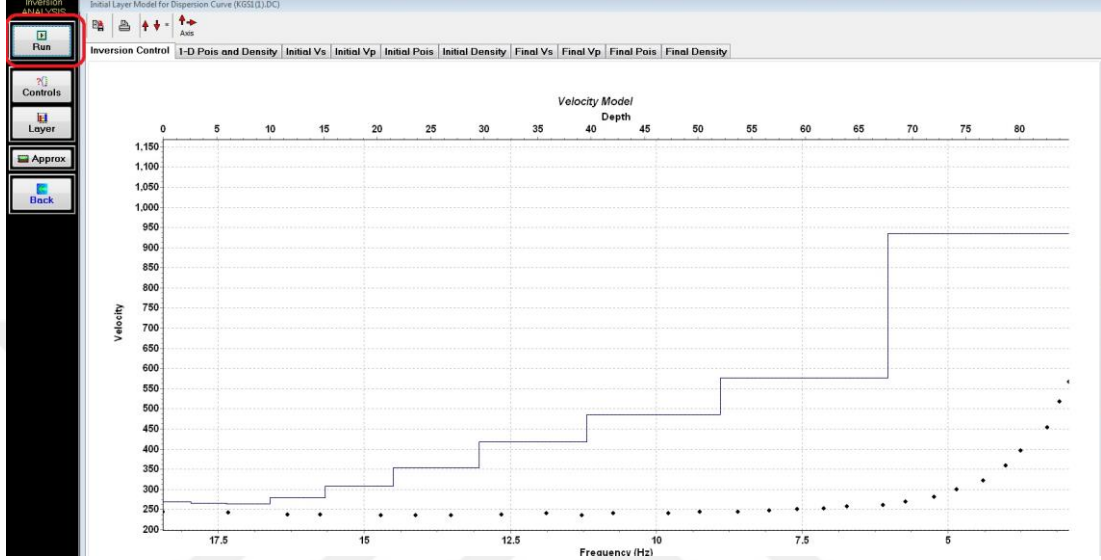
Şekil 3.17. Dispersiyon görüntüsü

Şekil 3.16’de görülen penceredeki değerler girildikten sonra Overtone üzerine tıklanır ve Şekil 3.17’de görülen dispersiyon görüntüsü ekrana gelir. Overtone butonuna tıklayınca program arka planda seçenekli olarak τ - p Dönüşümü ya da f - k dönüşümünü kullanarak dispersiyon görüntüsünü oluşturur.



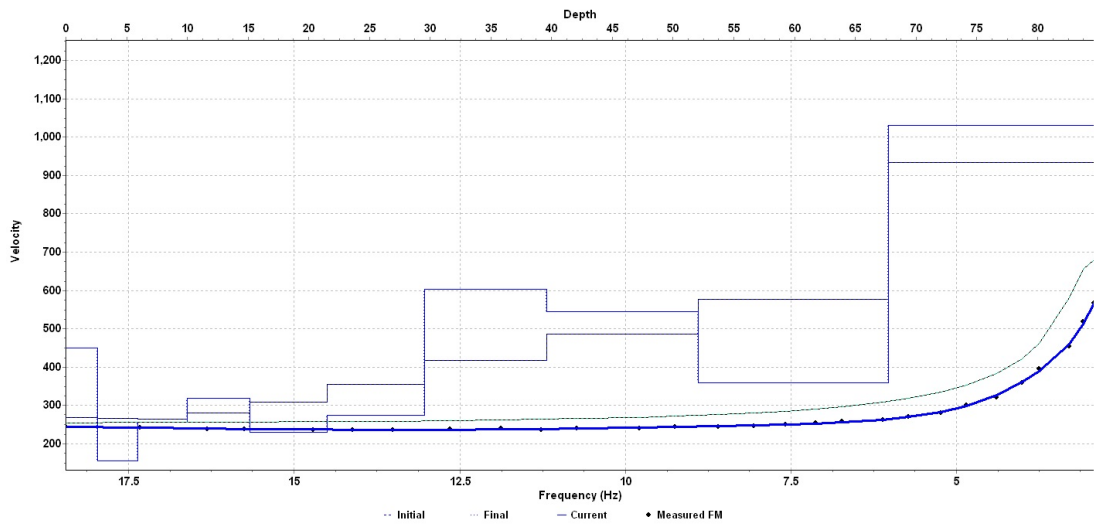
Şekil 3.18. Dispersiyon görüntüsü üzerinde pikleme yapılması

Şekil 3.18 de görüldüğü gibi pikleme yapılan dispersiyon eğrisi üzerinde işlem bittikten sonra sol tarafta bulunan Save tuşuna basılır ve .DC uzantılı olarak kaydedilir. Kaydettiğimiz anda ekrana ters çözüm yapmak için yeni bir sayfa açılır. Ters çözüm yapmak üzere Şekil 3.19'deki görüntü ekrana gelir.

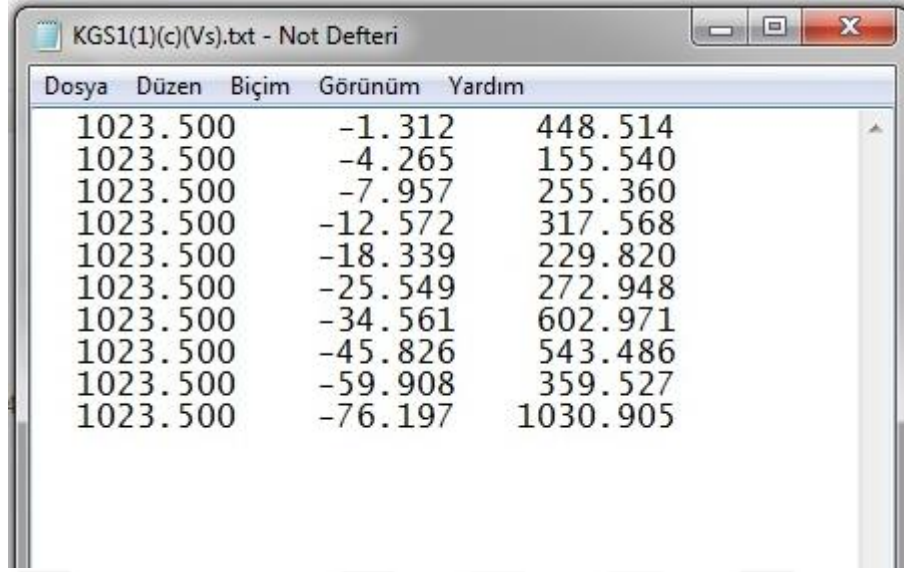


Şekil 3.19. Ters çözüm işlemi için açılan ekran

Şekil 3.19'de sol üst köşede bulunan Run butonuna basılır ve ter çözüm işlemi başlar. Ters çözüm işleminin tamamlanmasından sonra Şekil 3.20'daki yer modelini elde ederiz. Bunun dışında Şekil 3.21'de görüldüğü gibi arka planda derinlik-hız değerlerinin verildiği bir notepad dosyası klasöre kaydedilir.



Şekil 3.20. Ters çözüm öncesi ve sonrasında oluşan yer modeli



The screenshot shows a Not Defteri window titled 'KGS1(1)(c)(Vs).txt - Not Defteri'. The window contains a table with three columns: 'Dosya', 'Düzen', and 'Biçim'. The data is as follows:

Dosya	Düzen	Biçim	Görünüm	Yardım
1023.500			-1.312	448.514
1023.500			-4.265	155.540
1023.500			-7.957	255.360
1023.500			-12.572	317.568
1023.500			-18.339	229.820
1023.500			-25.549	272.948
1023.500			-34.561	602.971
1023.500			-45.826	543.486
1023.500			-59.908	359.527
1023.500			-76.197	1030.905

Şekil 3.21. Dosyadaki ilk sütun serim orta noktasını ifade ederken, ikinci sütun metre cinsinden derinlik ve 3. Sütun ise hız değerlerini ifade eder.

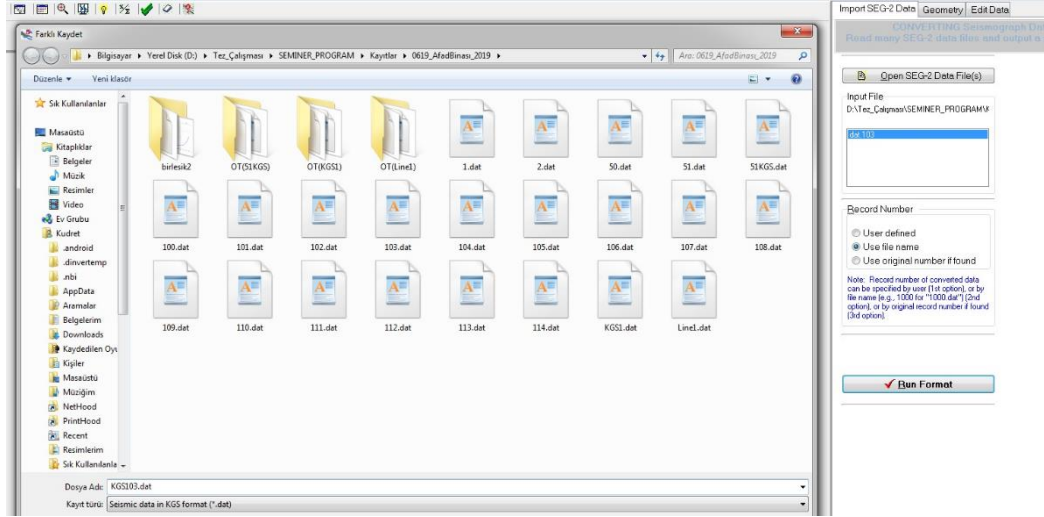
3.2 ReMI Yöntemiyle Dispersiyon Eğrisinin Elde Edilmesi

Aktif MASW çözümünde uygulanan adımlar Pasif ReMI yöntemi içinde uygulanır sadece burada filtreleme işlemi yapılmaz. Çünkü kaydımız zaten doğal gürültü kaydı. Bir önceki aktif MASW örneğinin olduğu noktada alınan pasif kaydın adım adım programda uygulaması aşağıdaki gibidir.

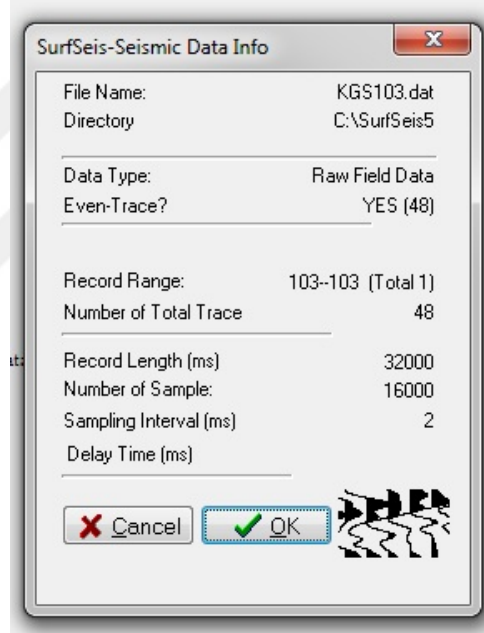
Öncelikle ham kayıt programın formatına çevrilir. Programın formatına çevrilirken ölçüm geometrisi, verinin aktif ya da pasif veri olması gibi değerler Şekil 3.22'den Şekil 3.25'ya kadar olan kısımda görüldüğü gibi programa girilir.

Daha sonra Şekil 3.26'de görüldüğü gibi dispersiyon görüntüsünün yatay eksen ve dikey eksen sınırları belirlenir. Overtone butonuna basılması ile dispersiyon görüntüsü Şekil 3.27'de olduğu gibi görünür.

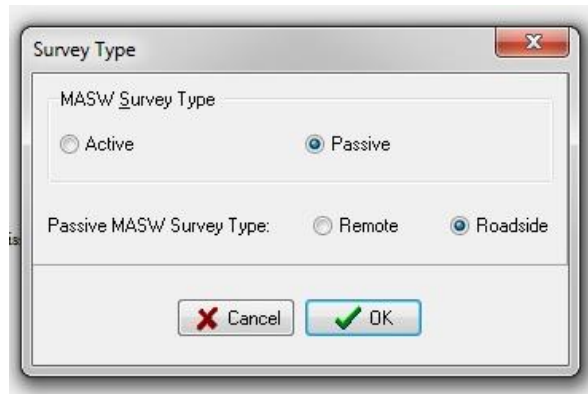
Dispersiyon görüntüsü üzerinde Şekil 3.28'da görüldüğü gibi pikleme işlemi yapılır ve temel mod dispersiyon eğrisi belirlenmiş olur. Sol tarafta bulunan Save tuşuna basınca dispersiyon görüntümüz DC uzantılı olarak kaydedilir. Daha sonra ise Şekil 3.29'de görüldüğü gibi ters çözüm ekranı açılır. Ters çözüm işlemi Run butonuna basılarak başlatılır ve işlem sonunda yer modelimiz Şekil 3.30'da görüldüğü gibi oluşur.



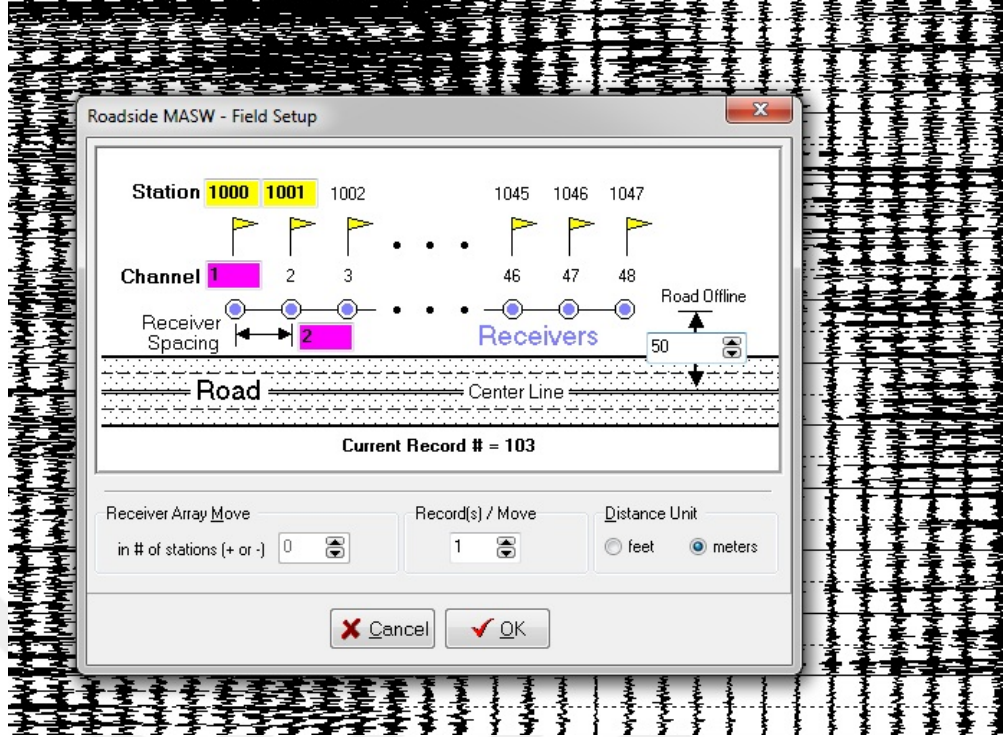
Şekil 3.22. Ham kaydın KGS formatına çevrilmesi



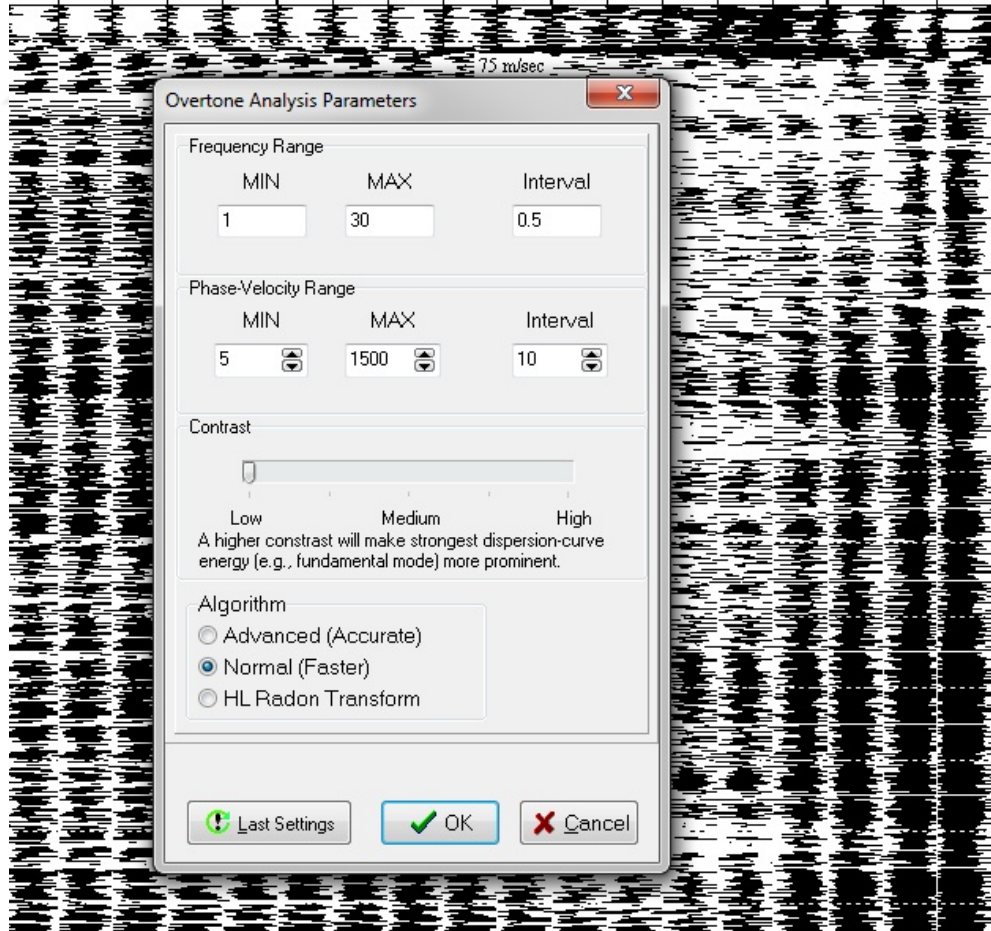
Şekil 3.23. Ham kaydın bilgileri



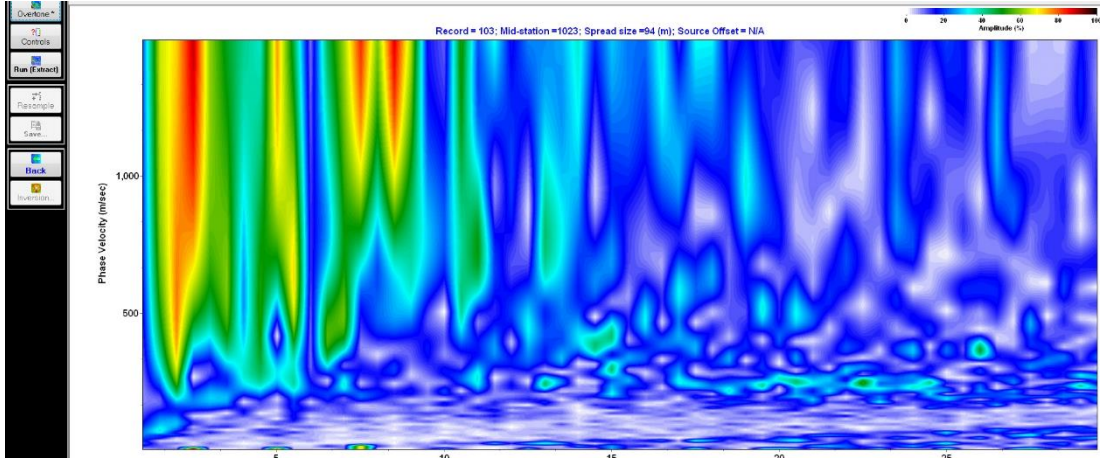
Şekil 3.24. Ham kaydın türü



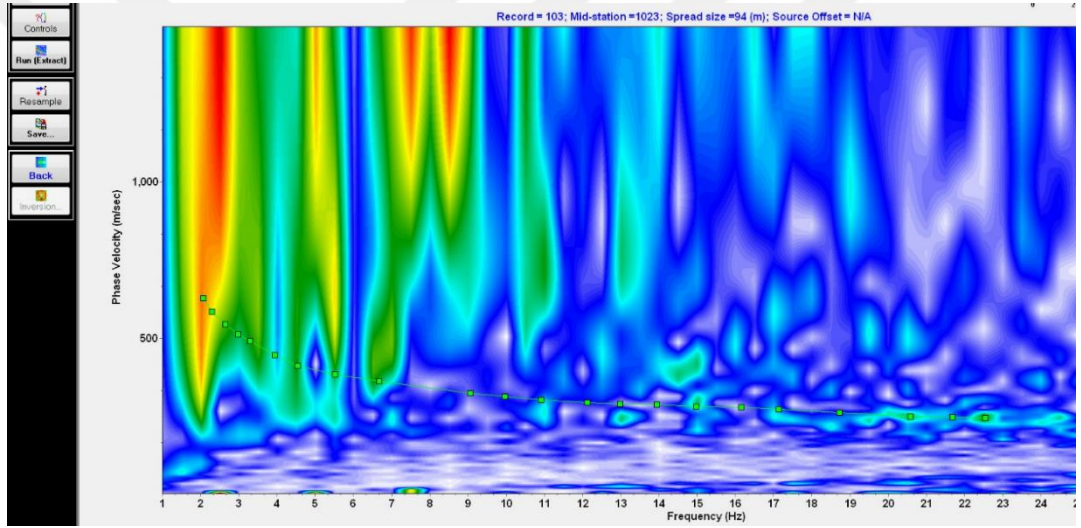
Şekil 3.25. Ham kaydın geometrisi



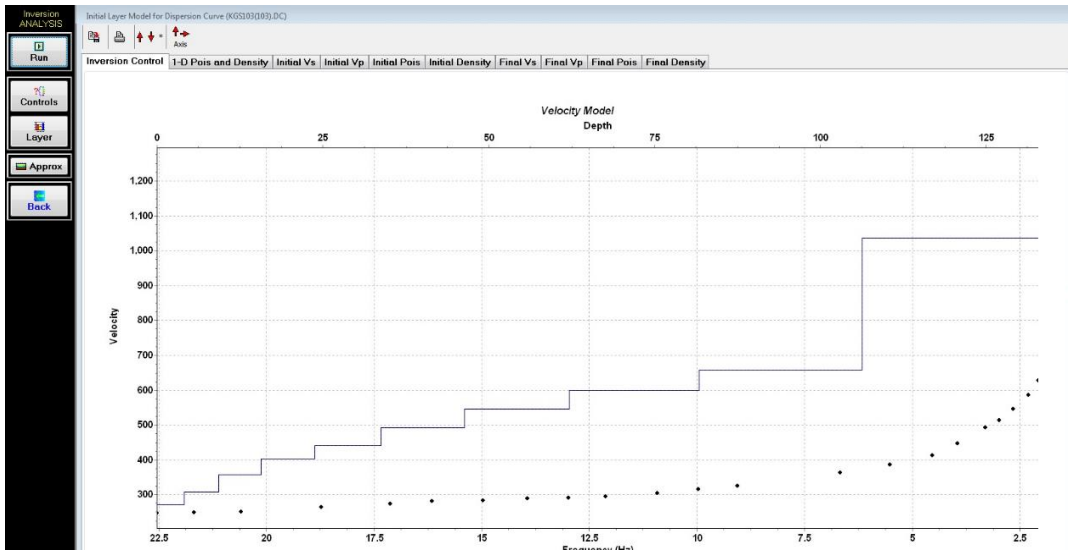
Şekil 3.26. Dispersiyon görüntüsünün yatay eksen ve düşey eksen sınırları



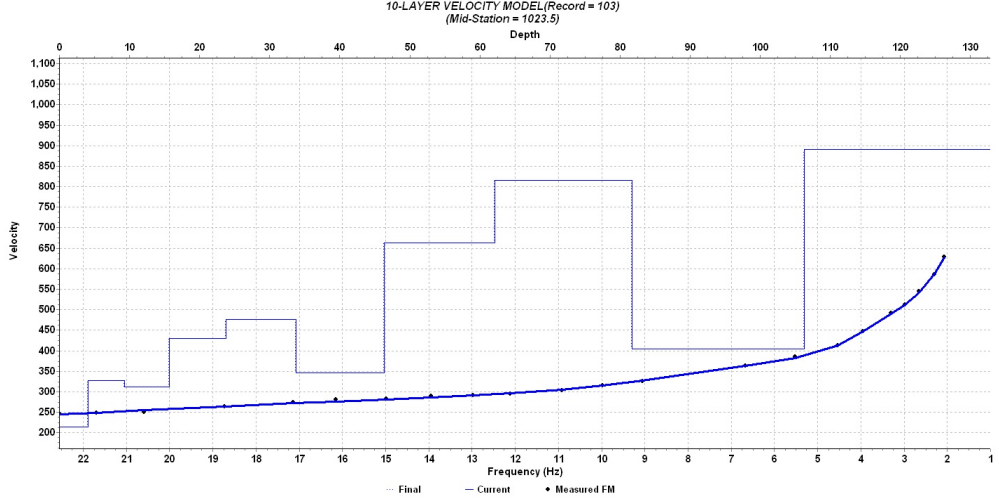
Şekil 3.27. Pasif kaydın dispersiyon görüntüsü



Şekil 3.28. Dispersiyon görüntüsü üzerinde pikleme işleminin yapılması



Şekil 3.29. Ters çözüm sayfasının açılması



Şekil 3.30. Ters çözüm sonucu oluşan yer modeli

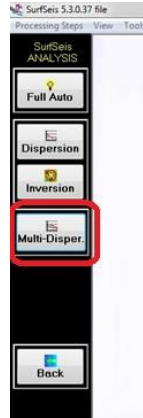
3.3 Aktif ve Pasif Dispersiyon Eğrilerinin Birleştirilmesi

Aktif ve pasif veri setlerinden elde edilen dispersiyon görüntülerinin iki nedenden ötürü birleştirilmesi genellikle yararlı veya gereklidir:

- 1- Analiz edilebilir frekans aralığını genişletmek
- 2- Temel mod ve yüksek modların daha belirgin olarak ortaya konması

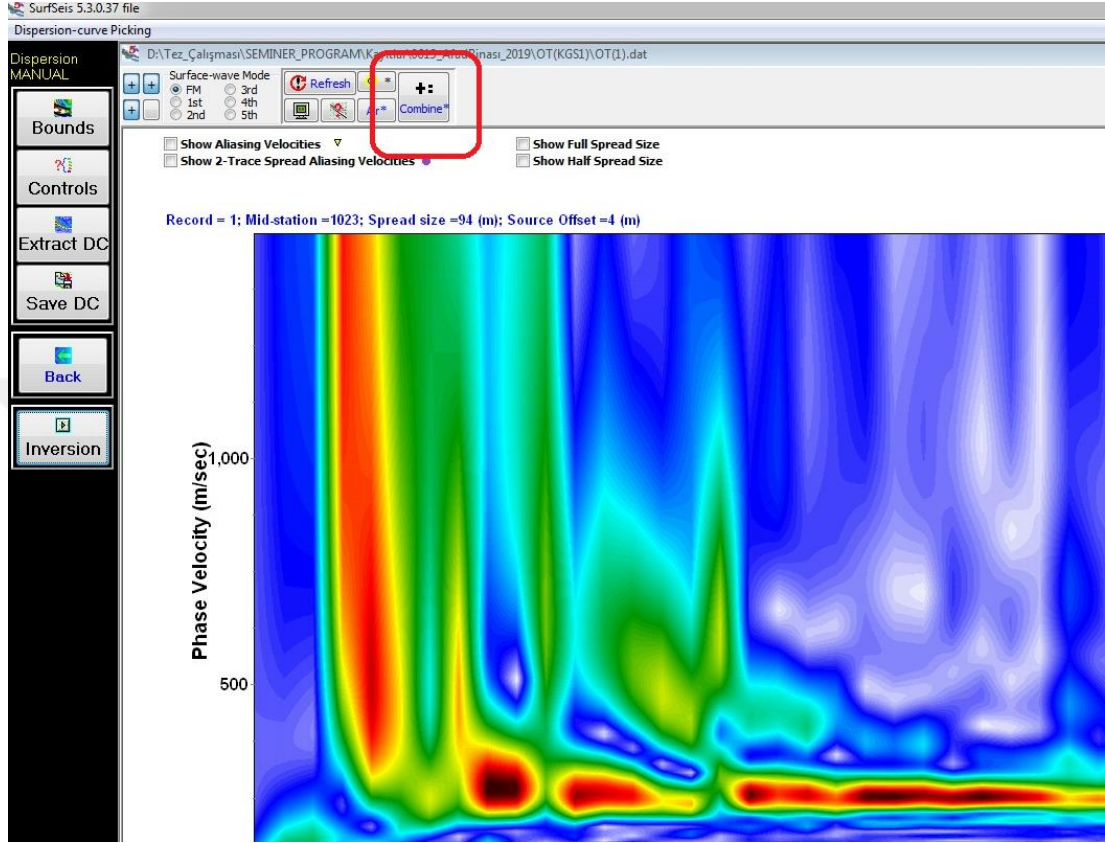
Birleştirilmiş olan dispersiyon görüntüsünde frekans aralığının daha geniş olması, temel modun sınırlarının daha net bir şekilde ortaya konması hem araştırma derinliğini artırmakta hem de daha doğru bir sonuç elde etmemizi sağlamaktadır.

SurfSeis5 programında aktif ve pasif veriden elde edilen dispersiyon eğrilerini birleştirmek için Şekil3.31’da görüldüğü gibi Multi-Disper butonu tıklanır.

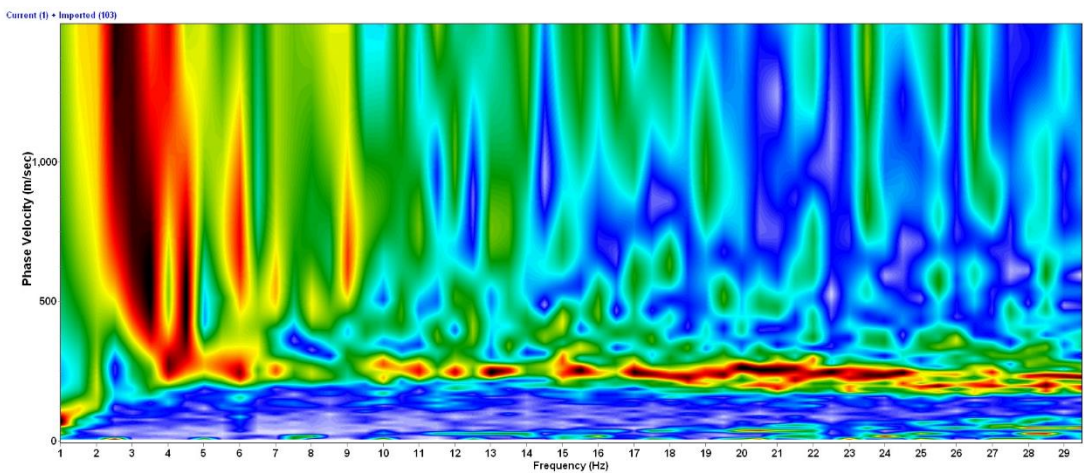


Şekil 3.31. Dispersiyon eğrilerini birleştirmek için Multi-Disper butonu tıklanır.

Aktif yada pasif veriden bir tanesi seçilir ve Şekil 3.32’de kırmızı halka içinde görülen Combine tuşuna basılır. Daha sonra ikinci dispersiyon dosyası da seçilir ve Şekil 3.33’de görüldüğü gibi iki dispersiyon görüntüsü birleşik olarak ekrana gelir.

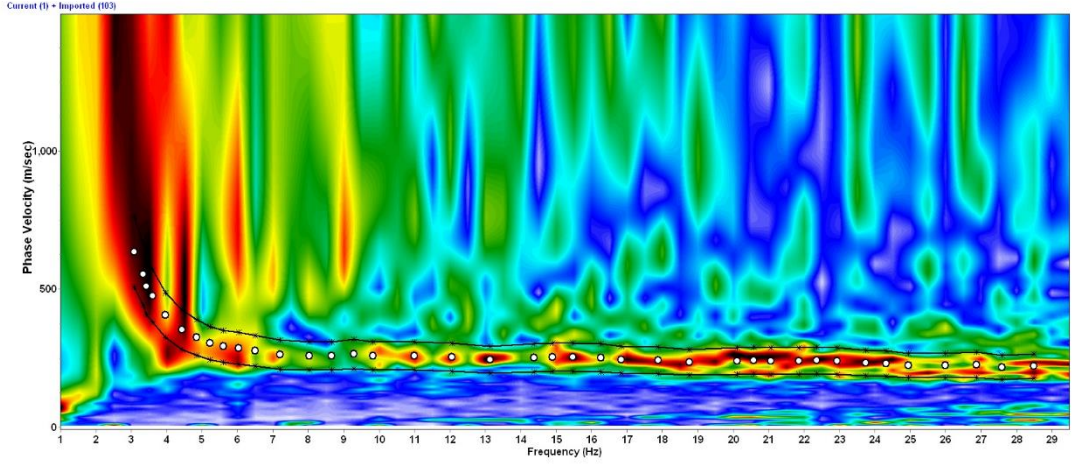


Şekil 3.32. Ekrana gelen aktif verinin dispersiyon görüntüsü

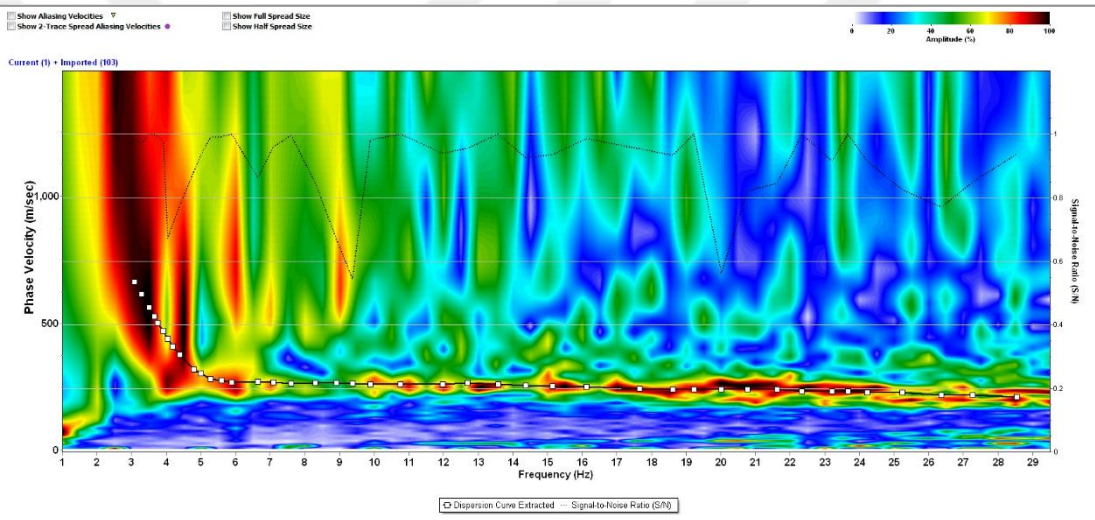


Şekil 3.33. Birleşik Dispersiyon görüntüsü

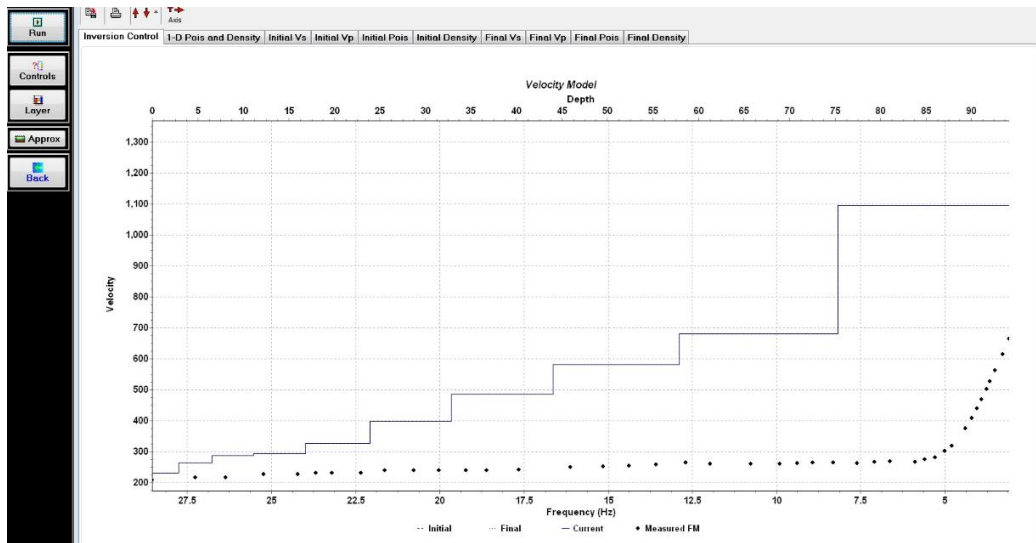
Şekil 3.33’de görülen birleşik dispersiyon görüntüsü üzerinde Şekil 3.34’de görüldüğü gibi yeniden pikleme yapılır.



Şekil 3.34. Pikleme yapılan birleşik dispersiyon görüntüsü

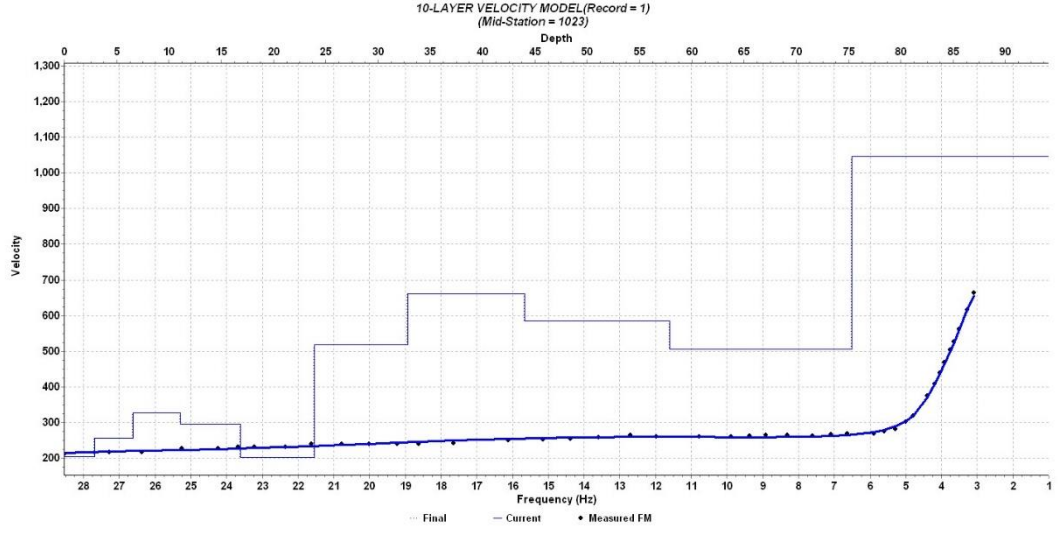


Şekil 3.35. Piklenen birleşik dispersiyon görüntüsü extract işleminden sonra kaydedilir.



Şekil 3.36. Ters çözüm için açılan sayfa

Run komutu ile ters çözüm işlemi başlar ve Şekil 3.37’da görülen yer modelini elde etmiş oluruz.



Şekil 3.37. Birleşik dispersiyon görüntüsünün ters çözüme girmesi ile elde edilen derinliğe bağlı S dalgası yayılım hızını gösteren yer modeli

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Dispersiyon eğrisi üzerinde en düşük frekans modu temel moddur. Aktif kaynaklı MASW yönteminde bazen temel modun belirlenmesi zor olmaktadır. Bu durumda Aktif MASW ve pasif kaynaklı ReMI dispersiyon eğrilerinin birleştirilmesi temel modu daha kolay görmemizi sağlamaktadır. Dispersiyon eğrilerinin birleştirilmesi 2 nedenden dolayı önemlidir,

1- Pasif kaynaklı ölçümden elde edilen dispersiyon eğrisi daha düşük frekanstan bilgi verebilmektedir.

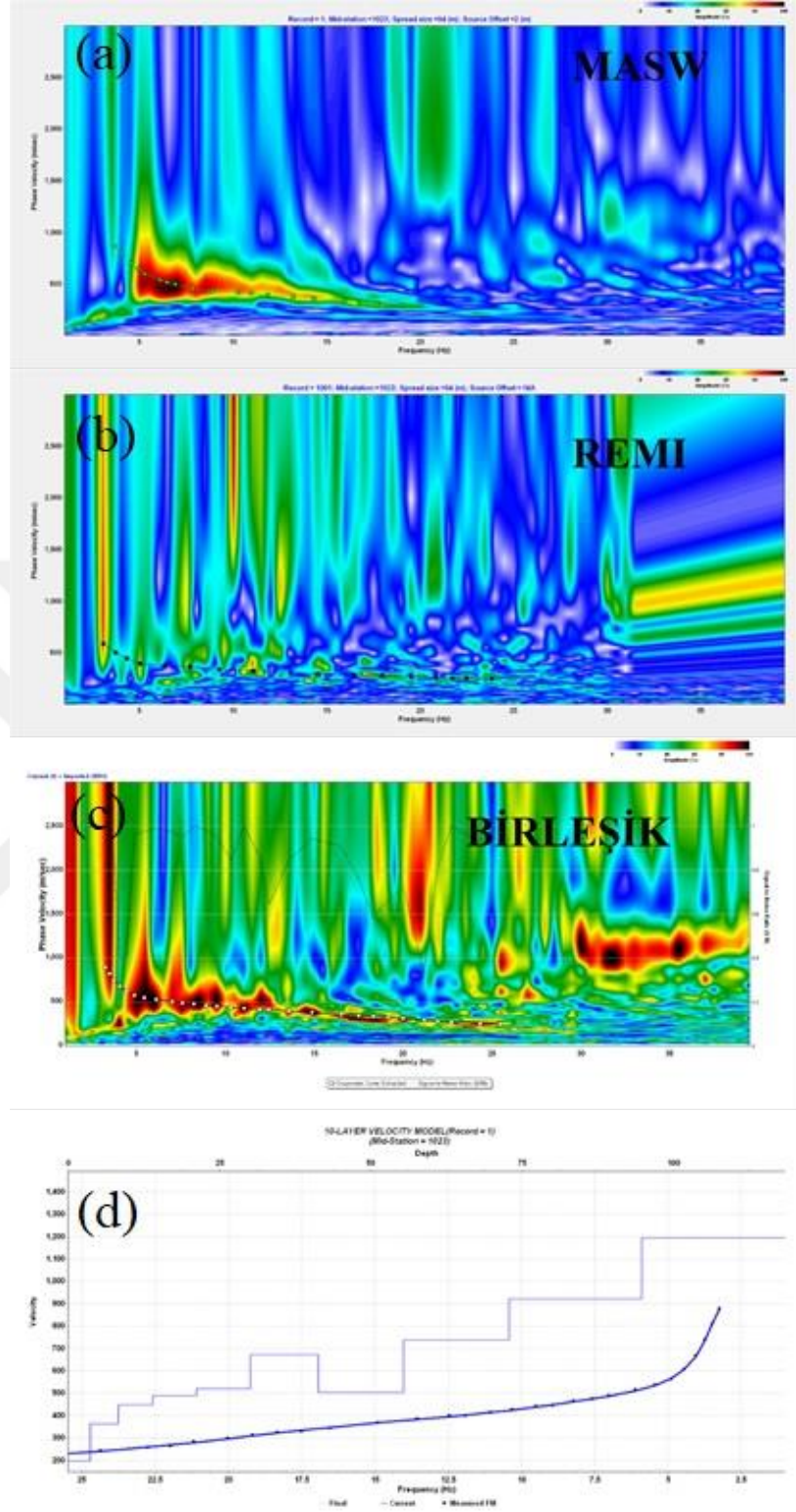
2- Temel mod, daha net hale gelmektedir

Şekil 4.1’de aktif kaynaklı MASW dispersiyon eğrisinin pasif kaynaklı REMI dispersiyon eğrisiyle birleştirilmesi sonucu düşük frekanslardan daha net bilgi alınması ve temel modun daha belirgin hale gelmesi sağlanmıştır. Şekil 4.2’de ise birleşik dispersiyon eğrisinden elde edilen derinlik hız kesiti görülmektedir. Birleşik dispersiyon eğrisinden elde edilen derinlik hız modeli sonuçları Denklem (4.1), Denklem (4.2) ve Denklem (4.3)’de yerine konursa V_{S30} , V_{S50} ve V_{S100} değeri hesaplanmaktadır. Derinlik hız modelinde 100 metre derinliğe ulaşılammışsa o istasyon için V_{S30} ve V_{S50} değeri hesaplanmaktadır.

$$VS_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{hi}{VSi}} \quad (4.1)$$

$$VS_{50} = \frac{50}{\sum_{i=1}^n \frac{hi}{VSi}} \quad (4.2)$$

$$VS_{100} = \frac{100}{\sum_{i=1}^n \frac{hi}{VSi}} \quad (4.3)$$



Şekil 4.1. Sivas Gemerek’de alınan a) MASW dispersiyon görüntüsü b) ReMI dispersiyon görüntüsü c) MASW ve ReMI ölçümlerinin dispersiyon görüntülerinden elde edilen birleşik dispersiyon görüntüsü d) Birleşik dispersiyon eğrisinden hesaplanan derinlik – hız modeli

Tablo 4.1. 39 farklı ilde toplam 74 noktada 48 kanallı cihazla alınmış ölçümlerin birleşik ters çözüme göre hesaplanmış sonuçları

No	İstasyon kodu	Bulunduğu Yer	Ofset Uzaklığı	Jeofon aralığı	V _{S30} (m/sn)	V _{S50} (m/sn)	V _{S100} (m/sn)	Z1.0 (m)
1	0118	Adana Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	1,5 m	1,5 m	467	553	-	76
2	0201	Adıyaman Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	2 m	2 m	374	426	536	-
3	0505	Amasya Göynücek Özel İdare Araç Bakım	2 m	2 m	338	424	550	131
4	0604	Şereflikoçhisar	2 m	2 m	283	335	432	-
5	0608	Bala eski Kaymakamlık Lojman Garajı -0615	2 m	2 m	712	823	976	46
6	0612	Öğrenci Yurdu - 0611	2 m	2 m	744	810	916	109
7	0619	Ankara AFAD BAŞKANLIK	4 m	2 m	312	343	425	-
8	0701	Antalya Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	2 m	2 m	915	1072	1271	15
9	0702	Antalya Elmalı Orman İşleri Müdürlüğü	2 m	2 m	654	699	926	22
10	0704	Antalya Gazipaşa Korudağ	1 m	1 m	1049	1136	-	0
11	0705	Antalya Kaş Orman İşleri Müdürlüğü	1,5 m	1,5 m	777	814	-	10
12	0706	Antalya Kemer Orman İşleri Şefliği	2 m	2 m	427	489	669	103
13	0707	Antalya Korkuteli RL İstasyonu	3 m	1 m	848	906	1122	0
14	0708	Antalya Kumluca Orman İşleri Müdürlüğü	2 m	2 m	294	371	-	-
15	0709	Antalya Lara Tarım ve Köy İşleri BATEM	2 m	2 m	516	550	722	60
16	0710	Antalya Manavgat Orman İşleri Müdürlüğü	2 m	2 m	274	353	518	84
17	0711	Antalya Serik Orman İleri Müdürlüğü	2 m	2 m	393	543	682	29
18	0801	Artvin Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	2 m	1,5 m	331	350	-	-
19	1206	Bingöl Karlıova Belediye Araç Parkı	2 m	2 m	344	390	481	-
20	1802	Çankırı Meteoroloji Müdürlüğü	2 m	2 m	369	456	577	-
21	1904	Çorum Meteoroloji Müdürlüğü	2 m	2 m	214	263	378	101
22	1905	Çorum Alaca 3 Nolu Sağlık Ocağı	2 m	2 m	271	307	389	-
23	2008	Denizli Babadağ İstanbul Camisi	2 m	2 m	344	410	528	105
24	2009	Denizli Aşağışamlı TRT Verici İstasyonu	2 m	2 m	210	244	317	-
25	2010	Denizli Honaz	2 m	2 m	736	757	793	133
26	2011	Denizli Pamukkale Üniversitesi	2 m	2 m	474	566	716	102
27	2015	Denizli DSİ	2 m	2 m	495	532	604	-
28	2101	Diyarbakır Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	2 m	2 m	460	596	759	41
29	2302	Maden Meteoroloji Müdürlüğü	1,5	1,5 m	691	805	-	19
30	2303	Palu Meteoroloji Müdürlüğü	2 m	2 m	321	375	523	-
31	2505	Oltu Meteoroloji Müdürlüğü	2 m	2 m	468	555	714	98
32	2703	Gaziantep Meteoroloji Müdürlüğü	2 m	1,5 m	744	693	-	67
33	2901	Gümüşhane Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	2 m	2 m	381	440	528	-
34	2902	Gümüşhane Kelkit	2 m	2 m	529	584	766	64
35	3202	İsparta Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	2 m	2 m	290	355	434	-
36	3602	Kağızman Kaymakamlık Bahçesi	1,5 m	1,5 m	421	447	-	-
37	3701	Kastamonu Tosya	2 m	2 m	466	535	687	89
38	3702	Kastamonu Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	2 m	2 m	541	581	702	109
39	3801	Kayseri Meteoroloji Müdürlüğü Bahçesi	2 m	2 m	404	454	540	-
40	4001	Kırşehir Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	2 m	2 m	419	478	565	-

Tablo 4.1.(Devam) 39 farklı ilde toplam 74 noktada 48 kanallı cihazla alınmış ölçümlerin birleşik ters çözüme göre hesaplanmış sonuçları

No	İstasyon Kodu	Bulunduğu Yer	Ofset Uzaklığı	Jeofon Aralığı	V _{S30} (m/sn)	V _{S50} (m/sn)	V _{S100} (m/sn)	Z1.0 (m)
41	4110	Kocaeli Kandıra	2 m	1,5 m	1387	1431	1621	0
42	4111	Kocaeli Karamürsel Devlet Hastanesi	2 m	2 m	320	380	473	-
43	4112	Kocaeli Gölcük	2 m	2 m	217	257	314	-
44	4113	Kocaeli Körfez Belediyesi	2 m	2 m	423	518	693	115
45	4404	Pötürge Orman İşletme Şefliği	1,5	1,5 m	1705	1752	2024	0
46	4701	Mardin Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	2 m	2 m	1059	1215	1390	0
47	5102	Niğde Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	2 m	2 m	541	532	662	86
48	5201	Ordu Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Bahçesi	2 m	2 m	199	253	329	-
49	5501	Samsun Meteoroloji Müdürlüğü	2 m	2 m	316	379	502	110
50	5502	Sasun Ladik Orman İşletme Şefliği	2 m	2 m	345	402	533	108
51	5503	Samsun Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü	2 m	2 m	231	282	369	-
52	5701	Sinop Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	2 m	2 m	336	391	440	-
53	5803	Sivas Meteoroloji Müdürlüğü	1,5	1,5 m	523	587	-	59
54	5804	Sivas Gemerek Meteoroloji istasyon bahçesi	2 m	2 m	396	455	580	118
55	6101	Trabzon Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Bahçesi	1,5 m	1,5 m	451	513	-	-
56	6301	Şanlıurfa Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	1,5 m	1,5 m	580	732	-	38
57	6601	Yozgat Meteoroloji İstasyon Bahçesi	1,5 m	1,5 m	829	915	1084	49
58	6602	Yozgat Akdağmadeni Orman İşletme Müd.	2 m	2 m	737	764	883	63
59	6603	Yozgat Çekerek Orman İşletme Şefliği	2 m	2 m	338	413	530	-
60	6701	Zonguldak Meteoroloji Müdürlüğü	2 m	1 m	1300	1352	1591	0
61	6801	Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	2 m	2 m	196	242	315	-
62	6901	Bayburt Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	1,5 m	1,5 m	470	559	-	63
63	7001	Karaman Valilik Bahçesi	2 m	2 m	540	608	778	60
64	7101	Kırıkkale Meteoroloji Müdürlüğü	2 m	2 m	429	475	580	-
65	7102	Kırıkkale Delice Tarım İlçe Müdürlüğü	2 m	2 m	299	342	440	-
66	7401	Bartın Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	2 m	2 m	244	292	379	-
67	7601	İğdır Meteoroloji Müdürlüğü	2 m	2 m	212	246	300	-
68	8102	Düzce Merkez, Verem Savaş Dispanseri	2 m	2 m	259	313	382	-
69	8103	Düzce Kaynaşlı	2 m	2 m	295	321	369	-
70	8104	Düzce Merkez, Rehabilitasyon Merkezi	2 m	2 m	414	451	527	-
71	8105	Düzce Merkez Abant İzzet	2 m	2 m	392	487	671	68
72	8106	Düzce Aydınpınar , Orman İşletme Şefliği	2 m	2 m	296	348	447	-
73	8107	Düzce Merkez Tandoğan	2 m	2 m	232	272	337	-
74	8108	Düzce Merkez , Kalıcı Konutlar	2 m	2 m	418	508	672	76

Bu çalışmada, AFAD tarafından işletilen 74 adet kuvvetli yer hareketi istasyonunda istasyon altı S dalga hızı yapısının minimum hata ile elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla aktif kaynaklı (MASW) ve pasif kaynaklı (ReMI) yöntemlerinden elde edilen dispersiyon eğrileri birleşik ters çözüm ile değerlendirilerek V_{S100} hız yapısı elde

edilmeye çalışılmıştır. Ölçüm yapılan 74 noktadan 12 tanesinde serim boyunun yeterince uzun olmamasından dolayı V_{S100} değeri hesaplanamamıştır.

Analizi yapılan istasyonlar için, istasyon altı hız yapısında V_{S30} , V_{S50} ve V_{S100} değerleri hesaplanmıştır. AFAD Kuvvetli Yer Hareketi istasyonlarının bulunduğu 74 farklı noktada alınmış olan aktif kaynaklı (MASW) ve pasif kaynaklı (ReMI) ölçümlerinin birleşik ters çözümü sonucu elde edilen sonuçlar Tablo 4.1 de verilmiştir. V_{S30} , V_{S50} , V_{S100} ve Z1.0 değerleri ise sırasıyla Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4 ve Şekil 4.5’de gösterilmiştir. Sonuçları elde etmek için kullanılan bağıntılar Denklem (4.1), (4.2) ve (4.3)’de verilmiştir.

Yeni nesil ivme azalım bağıntılarında (Next Generation Attenuation -NGA ground-motion prediction equations) V_{S30} ’un dışında Z1.0, Z1.5 ve Z2.5 gibi S dalgası ile ilgili parametreler kullanılmaktadır. Bu değerler,

Z1.0 : S Dalga hızınının 1000 m/s hızı geçtiği derinlik

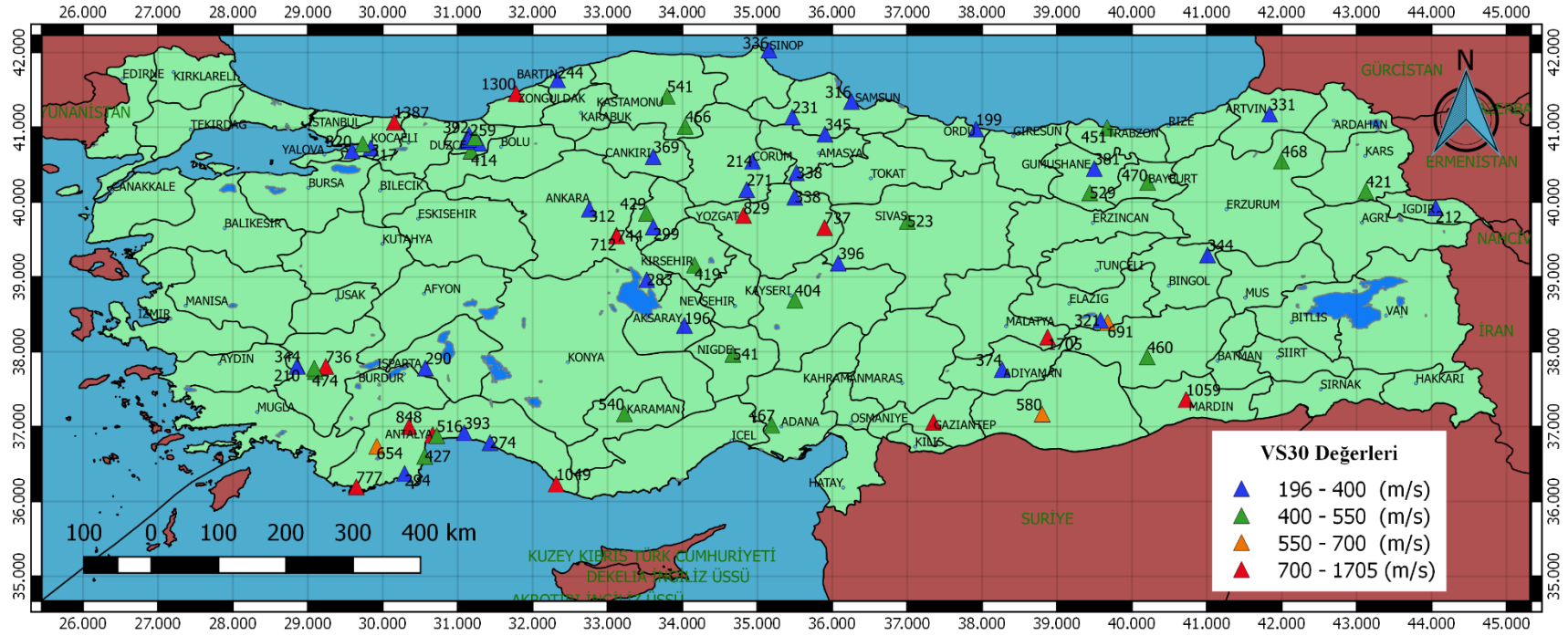
Z1.5 : S Dalga hızınının 1500 m/s hızı geçtiği derinlik

Z2.5 : S Dalga hızınının 2500 m/s hızı geçtiği derinlik

Olarak tanımlanmaktadır.

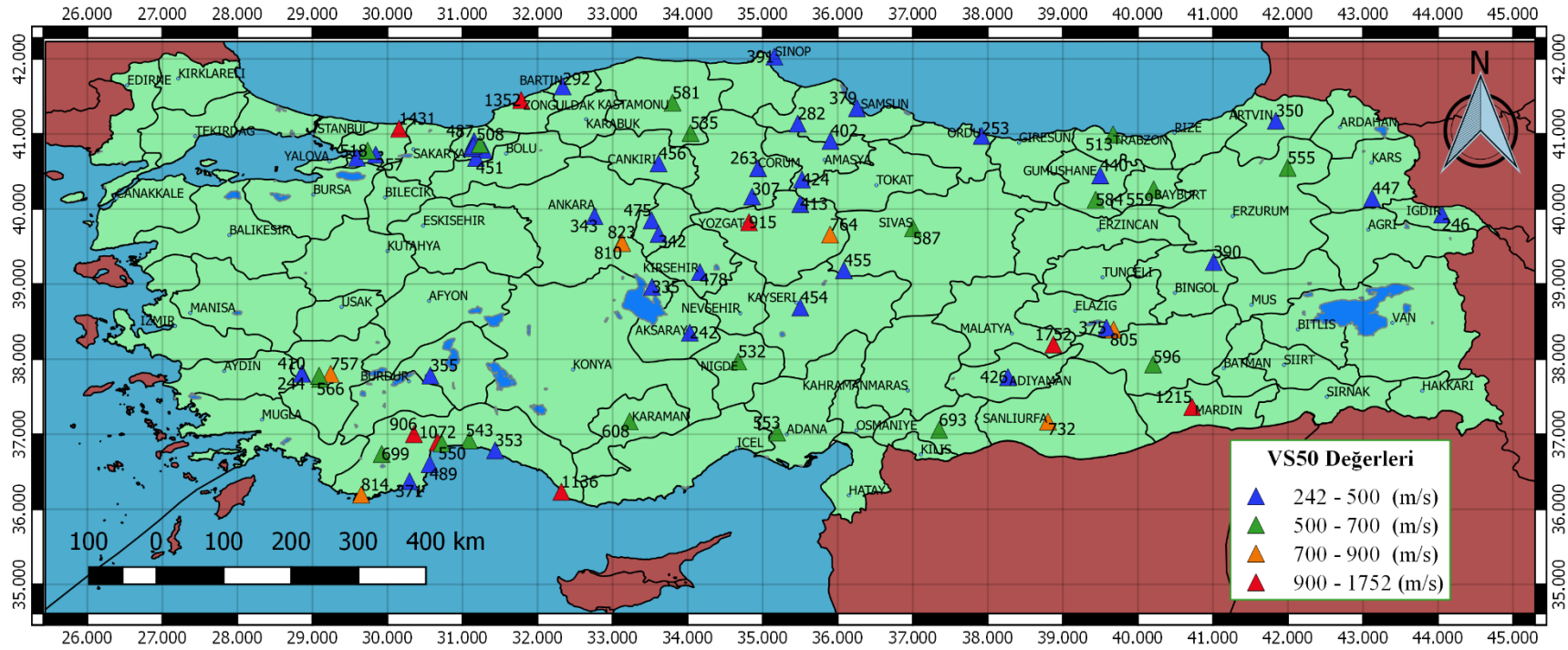
Bu çalışma da, Z1.0 değerleri de hesaplamıştır. Ancak 74 istasyon altı hız yapısından 33 tanesinde Z1.0 değeri hesaplanamamıştır. Bunun temel sebebi bu noktalardaki alüvyon kalınlığının fazla olmasıdır. Bu yüzden kurulan ölçü düzenekleri ile kayma dalgası hızınının 1000 m/sn olduğu derinliklere ulaşamamıştır. Bu istasyonların altındaki hız yapısında Z1.0 değerine ulaşabilmek için daha uzun serim boyu, daha büyük enerji kaynağı ve daha düşük frekanslı jeofon kullanmak gerekmektedir.

KYH İSTASYONLARINDAKİ VS30 DEĞERLERİ



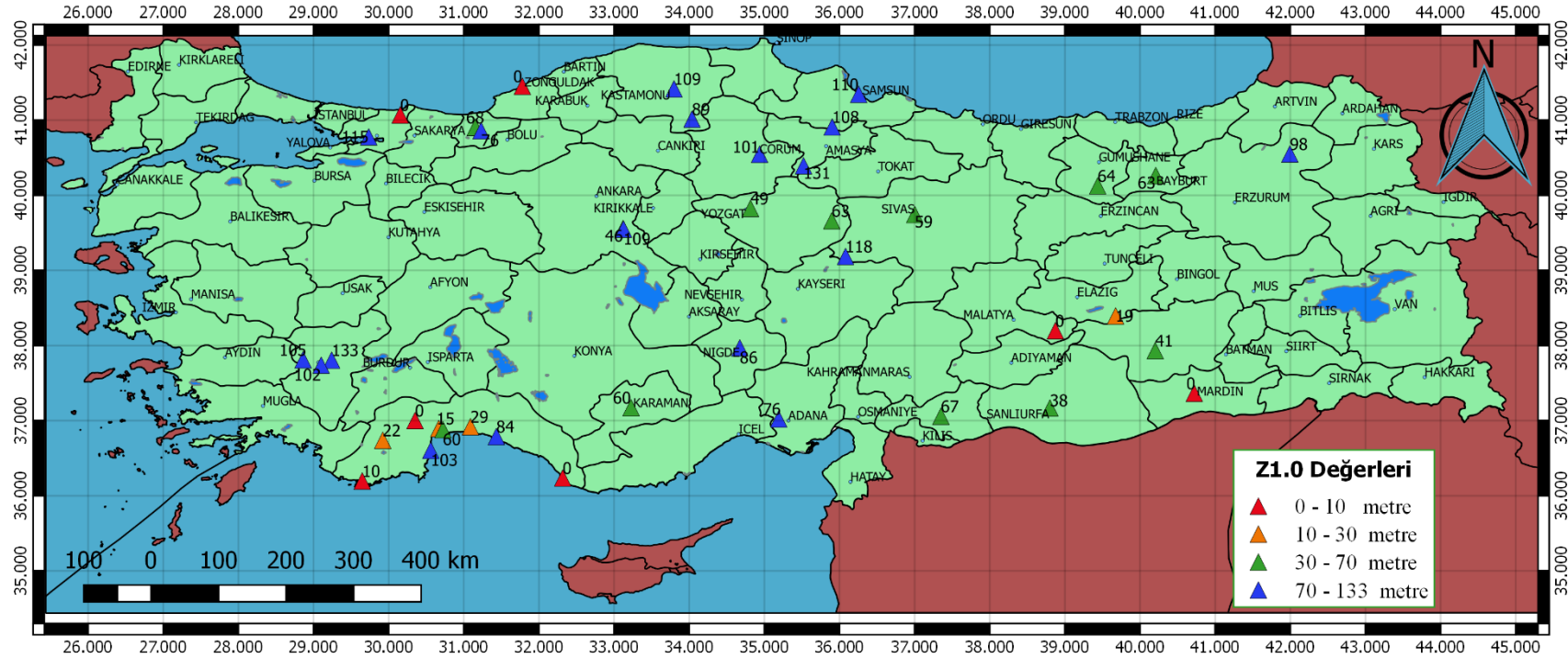
Şekil 4.2. AFAD KYH istasyonlarından 74 tanesinde yapılan aktif MASW ve pasif ReMI ölçümlerinden elde edilen dispersiyon görüntülerinin birleştirilmesi ve yeni oluşan dispersiyon görüntüsü üzerine yapılan pikleme sonucu oluşan dispersiyon eğrisine ters çözüm uygulanması sonucu elde edilen V_{S30} değerleri.

KYH İSTASYONLARINDAKİ VS50 DEĞERLERİ



Şekil 4.3. AFAD KYH istasyonlarından 74 tanesinde yapılan aktif MASW ve pasif ReMI ölçümlerinden elde edilen dispersiyon görüntülerinin birleştirilmesi ve yeni oluşan dispersiyon görüntüsü üzerine yapılan pikleme sonucu oluşan dispersiyon eğrisine ters çözüm uygulanması sonucu elde edilen V_{S50} değerleri.

KYH İSTASYONLARINDAKİ Z1.0 DEĞERLERİ



Şekil 4.5. AFAD KYH istasyonlarından 74 tanesinde yapılan aktif MASW ve pasif ReMI ölçümlerinden elde edilen dispersiyon görüntülerinin birleştirilmesi ve yeni oluşan dispersiyon görüntüsü üzerine yapılan pikleme sonucu oluşan dispersiyon eğrisine ters çözüm uygulanması sonucu elde edilen Z1.0 değerleri (41 nokta).

KAYNAKLAR

Aki K., Richards P. G., *Quantitative Seismology Theory and Methods*, Vol. I and II, W.H. Freeman, San Francisco, 1980.

Başokur A.T., Yapı-yeri incelemelerinde makaslama dalgası hız kesitinin ReMi yöntemi ile saptanması, *Deprem Sempozyumu*, Kocaeli, 23-25 Mart 2005.

Dikmen Ü., *Jeoteknik Araştırmalarda Yüzey Dalgası Yöntemleri Veri Toplama Veri İşleme ve Yorumlama*, Jeofizik Mühendisleri Odası Kurs Notları, 2009.

Ewing W.M., Jardetzky W.S., Press F., *Elastic Waves in Layered Media*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1957.

Foti S., Lai C.G., Rix G.J., Strobbia C., *Surface Wave Methods for Near Surface Site Characterization*, Boca Raton, 2015.

Hayashi K., *Development of the surface wave methods and application to site investigations*, Kyoto University, Building Research Institute, Kyoto, 2008.

Kayıran T., Kadioğlu S., *Sismik Yöntemler Ders Notları*, Ankara Üniversitesi, 2019.

Kurtuluş C., Sertçelik F., Sertçelik İ., Kuru T., Tekin K., Ateş E., Apak A., Kökbudak D., Sezer S., Yalçın D., Determination of site caharacterization in Turkey strong motion recording stations, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 2020, **35**(4), 1829-1846.

Lay T., Wallace T.C., *Modern Global Seismology*, ABD, 1995.

Louie J.N., Faster, Better: Shear-Wave Velocity to 100 Meters Depth from Refraction Microtremor Arrays, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 2001, **91**(2) 347-364.

Park C. B., Miller R. D., Xia J., Multichannel analysis of surface waves, *Geophysics*, 1999, **64**(3), 800–808.

Park C. B., Miller R. D., Xia J., Ivanov J., Multichannel analysis of surface waves (MASW) - active and passive methods, *The Leading Edge*, 2007, **26**(1), 60-64.

Srephenson W.J., Louie J.N., Pullammanappallil S., Williams R.A., Odum K., Blind Shear-Wave Velocity Comparison of Remi and MASW Results with Boreholes to 200 m in Santa Clara Valley: Implications for Earthquake Ground-Motion Assessment, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 2005, **95**(6), 2506-2516.

Strobbia C., Cassiani G., Refraction microtremors: Data analysis and diagnostics of key hypotheses, *Geophysics*, 2011, **76**(3), MA11-MA20.

Udias A., Buforn E., *Principles of Seismology*, 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge, 2018.

URL-1: <http://www.kgs.ku.edu/software/SurfSeis/Reports/Manual205.pdf>, (Ziyaret tarihi : 10 Nisan 2020).

URL-2: <http://www.kgs.ku.edu/software/surfseis/roadside.html>, (Ziyaret Tarihi: 28 Ocak 2021).

URL-3: <https://tadas.afad.gov.tr/>, (Ziyaret Tarihi: 18 Mart 2021).

Xia J., Miller R. D. & Park C. B., Estimation of near-surface shear-wave velocity by inversion of Rayleigh waves, *Geophysics*, 1999, **64**(3), 691-700.

Xia J., Miller R. D., Park C. B., Hunter J.A., Harris J.B., Ivanov J., Comparing shear - wave velocity profiles inverted from multichannel surface wave with borehole measurements, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 2002, **22**, 181-190.

Yılmaz Ö., *Engineering Seismology*, Society of Exploration Geophysicists, Oklahoma, 2015.

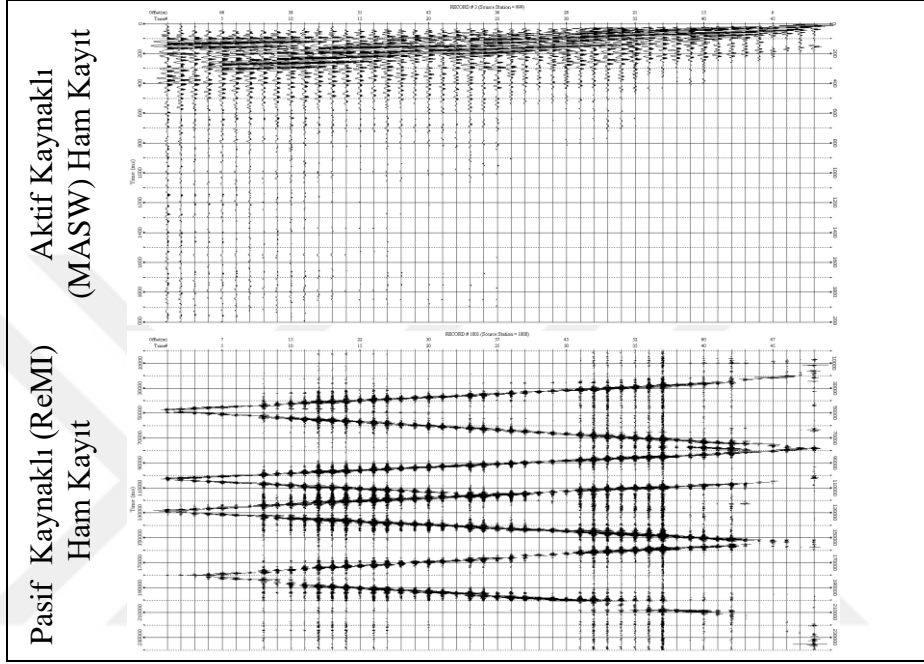


EKLER

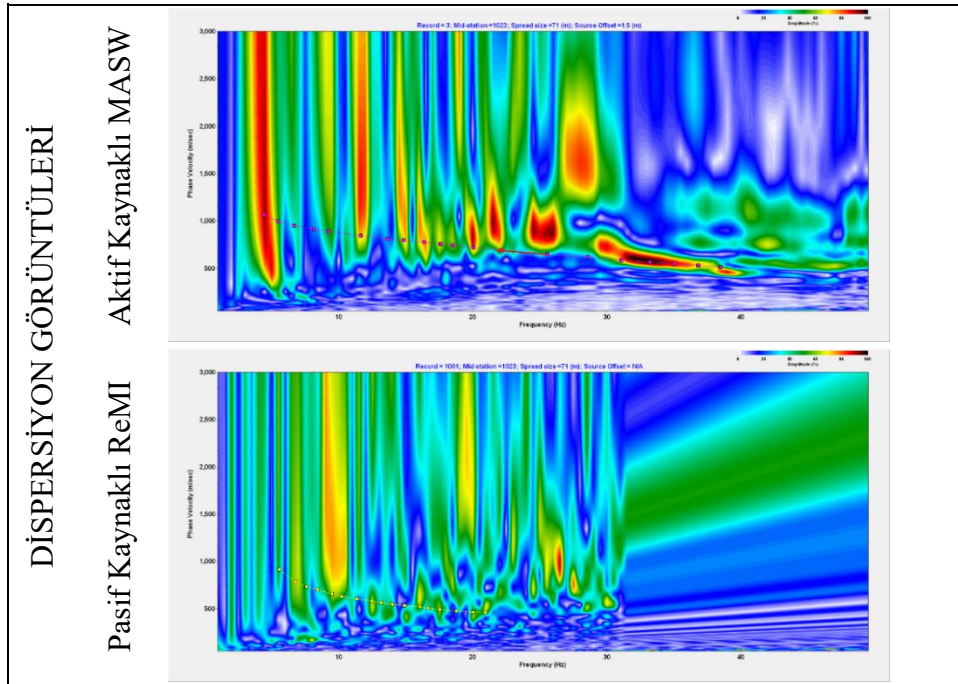
Ek-A

0118 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

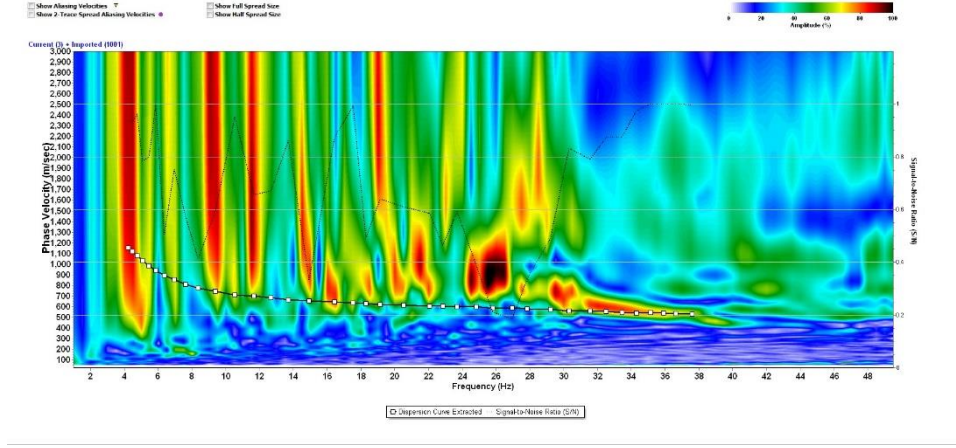
Yer : Adana Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Enlem : 37,0361 Boylam : 35,3184
Rakım : 76 Ofset : 1,5 metre Jeofon Aralığı : 1.5 metre Jeofon Sayısı : 48



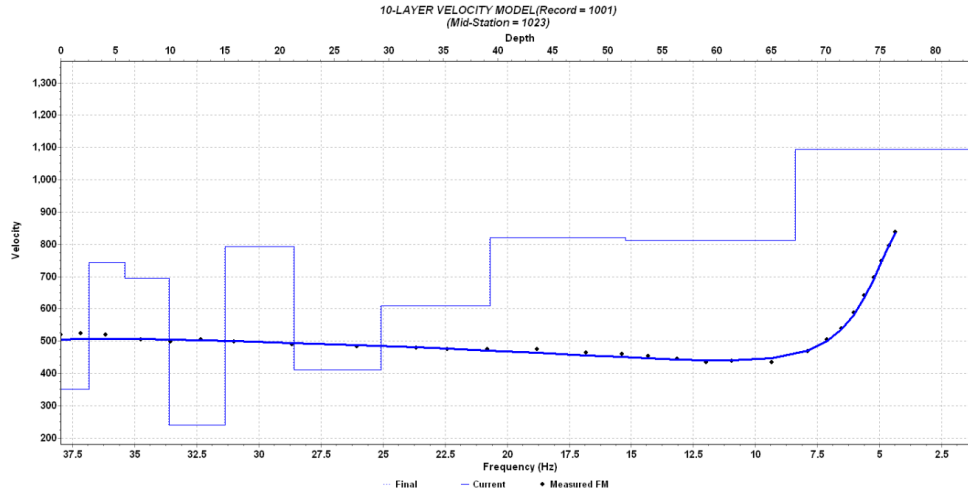
Şekil A.1. AFAD 0118 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.2. 0118 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.3. 0118 nolu istasyonda elde edilen birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.4. Birleşik dispersiyon görüntüsünden elde edilen derinlik hız modeli

Tablo A.1. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

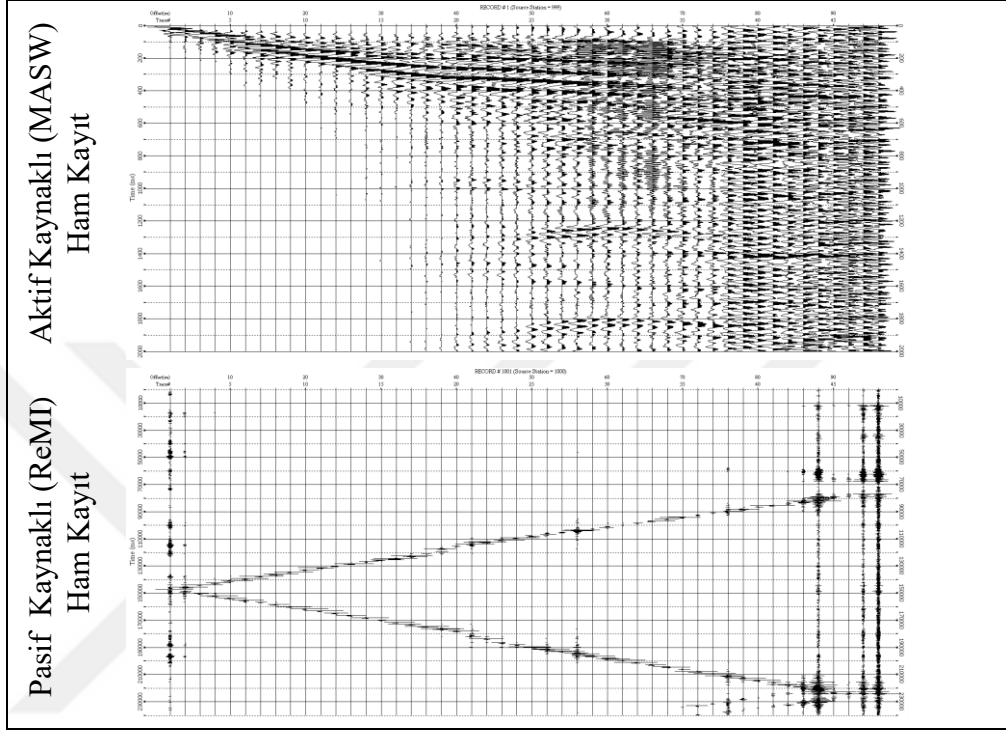
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
1,303	1,303	350,826
4,233	2,930	744,692
7,896	3,663	695,664
12,475	4,579	240,613
18,198	5,723	794,004
25,352	7,154	410,213
34,294	8,942	608,551
45,472	11,178	821,397
59,444	13,972	811,960
75,608	16,164	1094,021

Tablo A.2. Hesaplanan değerler

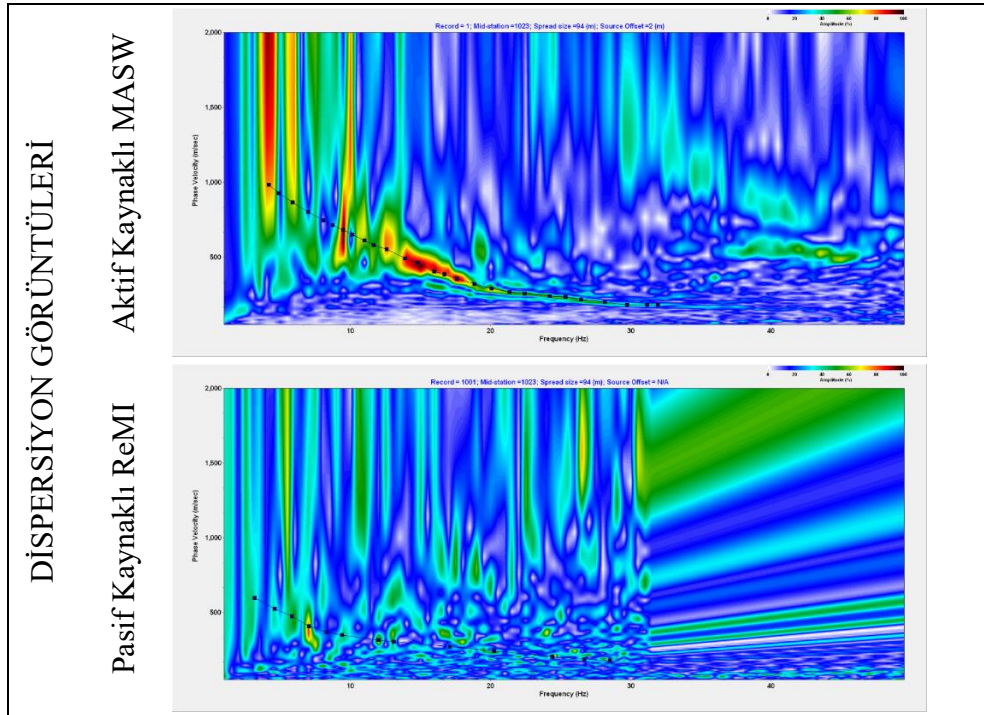
Vs30	Vs50	Vs100	Z1.0 (m)
467	553	-	75,608

0201 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

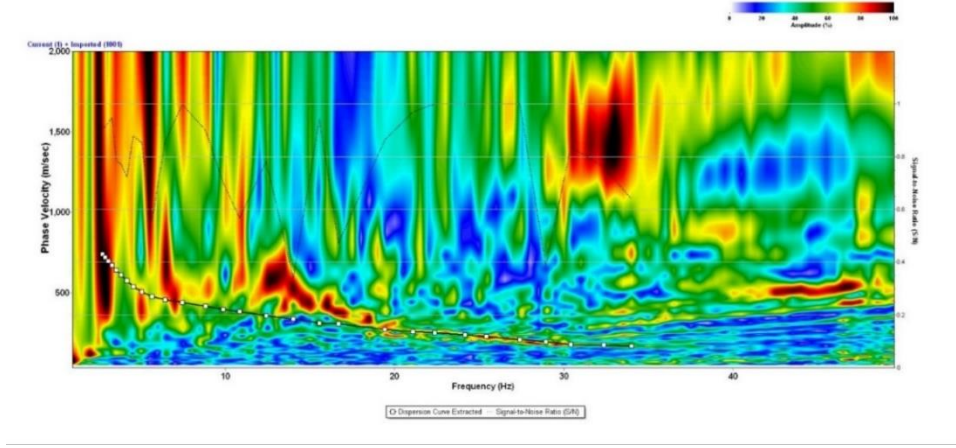
Yer : Adıyaman Çevre ve Şehircilik İl Müd. Enlem : 37,7618 Boylam : 38,2674
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



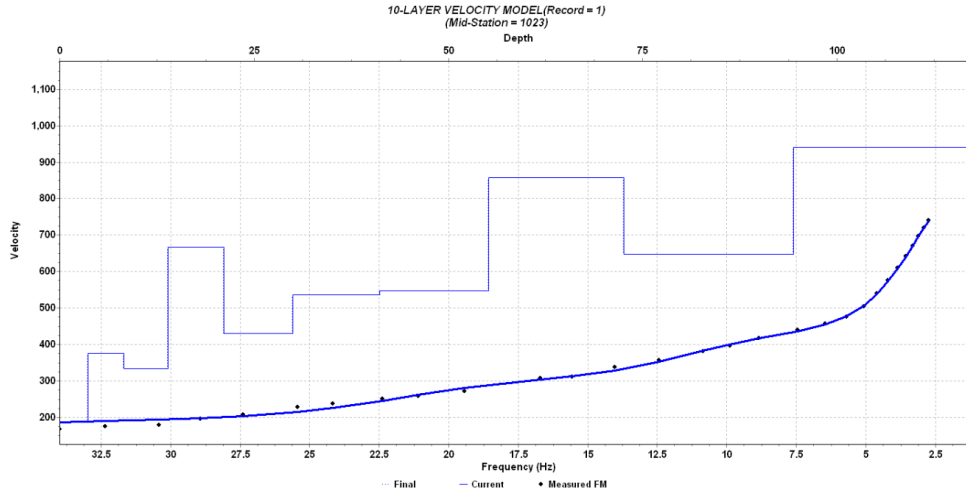
Şekil A.5. AFAD 0201 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.6. 0201 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.7. 0201 nolu istasyonda elde edilen birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.8. Birleşik dispersiyon görüntüsünden elde edilen derinlik hız modeli

Tablo A.3. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

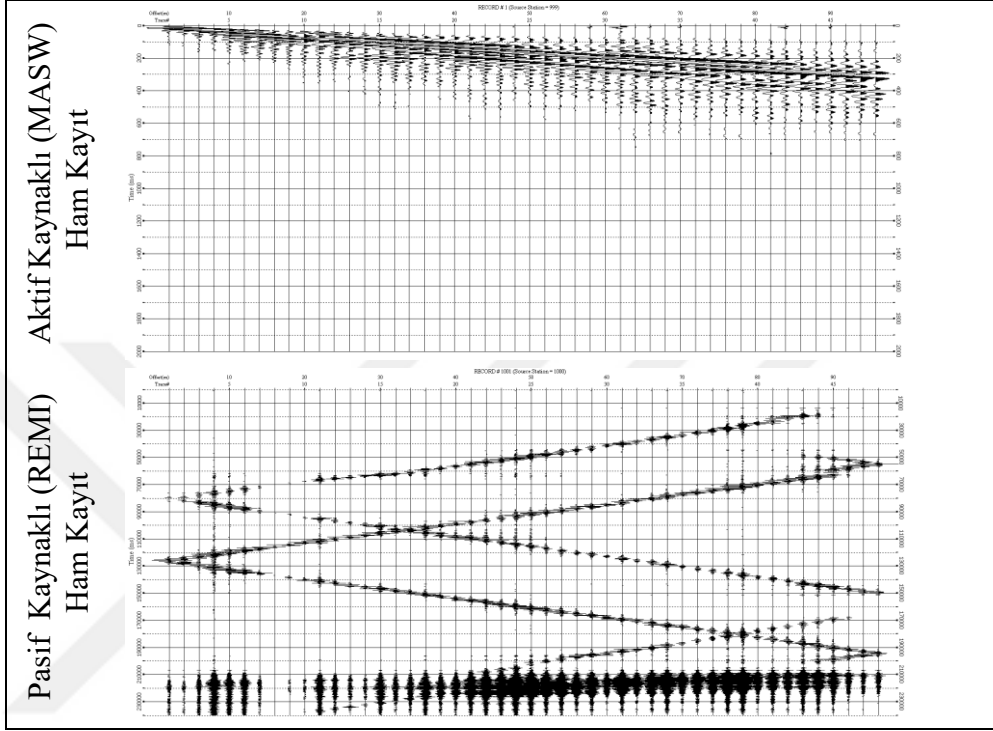
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,659	3,659	187,069
8,233	4,574	375,797
13,950	5,717	334,665
21,096	7,146	667,461
30,029	8,933	430,626
41,195	11,166	535,840
55,152	13,957	547,473
72,599	17,447	857,598
94,407	21,808	647,871
118,009	23,602	941,663

Tablo A.4. Hesaplanan değerler

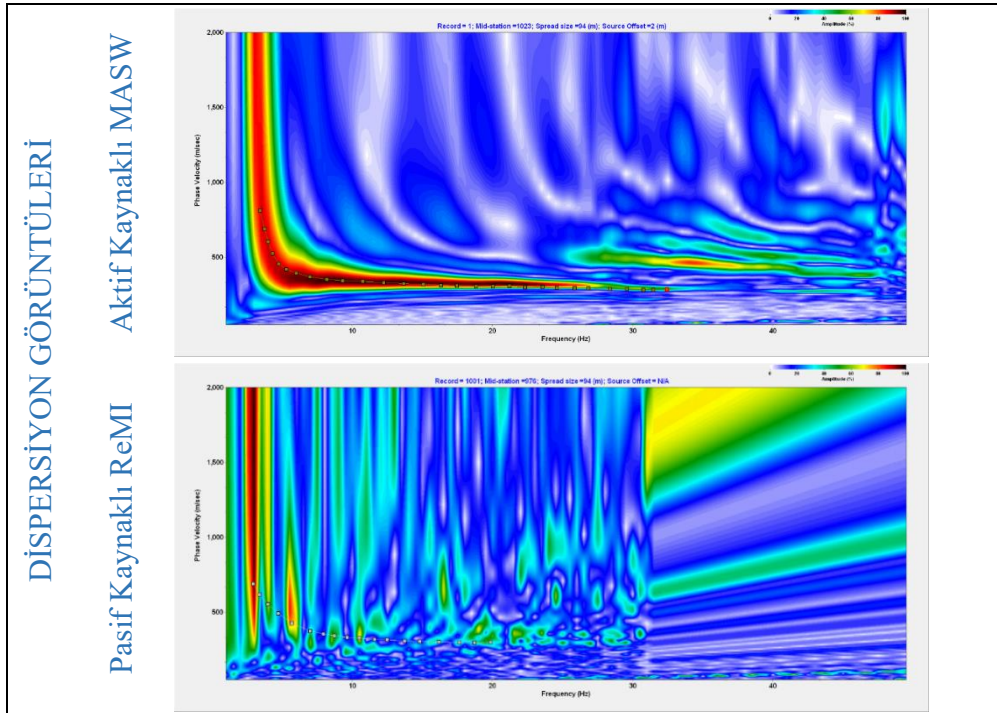
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0} (m)
374	426	536	-

0505 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

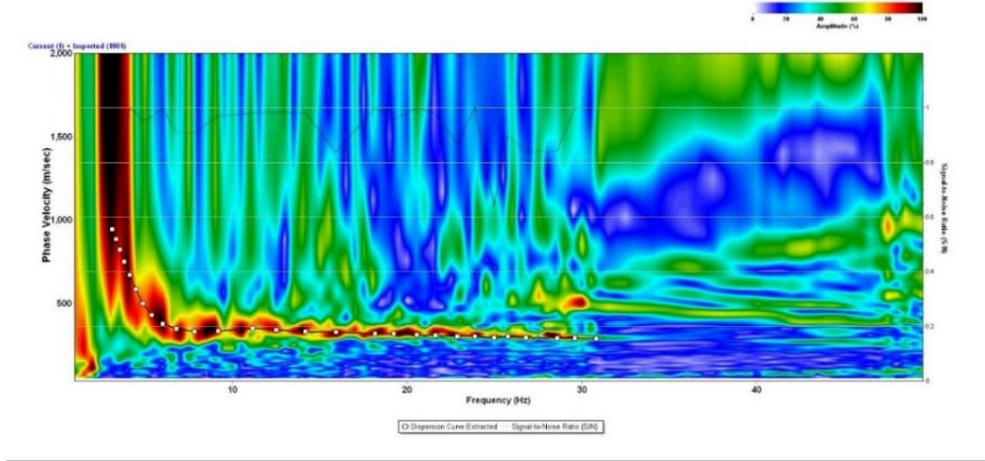
Yer : Amasya Göynücek Özel İdare Araç Bakım İstasyonu Enlem :40,3925
Boylam :35,5215 Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



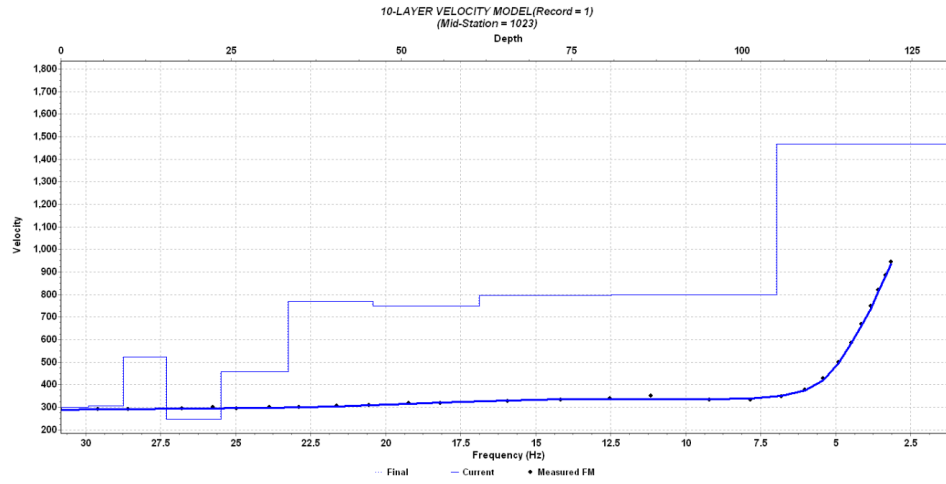
Şekil A.9. AFAD 0505 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.10. 0505 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.11. 0505 nolu istasyonda elde edilen birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.12. Birleşik dispersiyon görüntüsünden elde edilen derinlik hız modeli

Tablo A.5. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

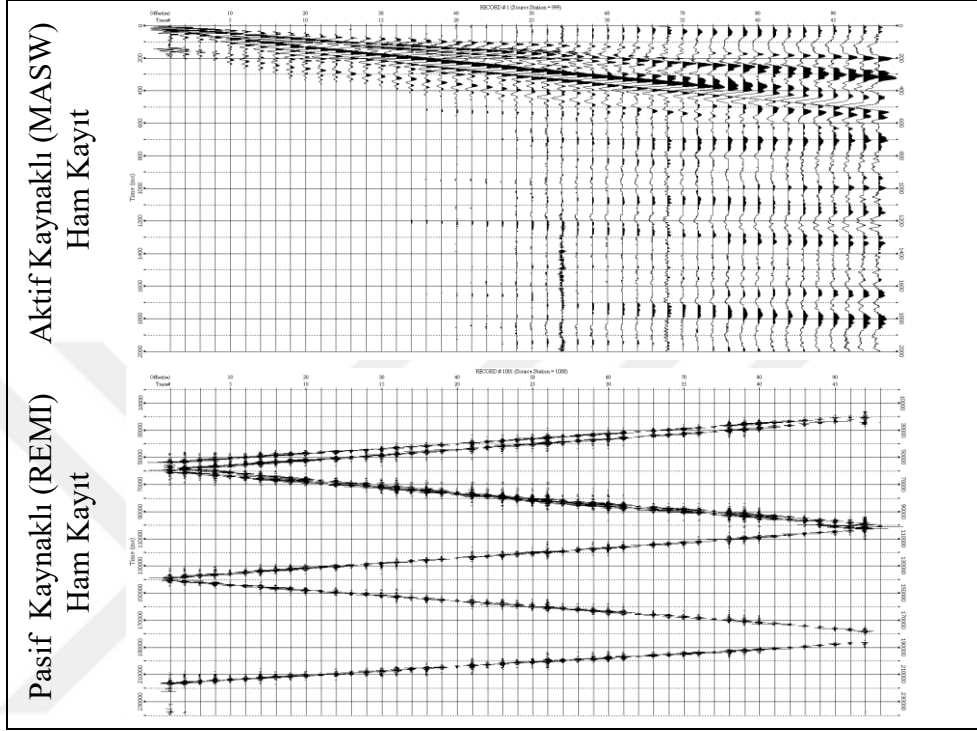
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
4,076	4,076	301,434
9,171	5,095	307,155
15,539	6,368	522,278
23,499	7,960	246,049
33,449	9,950	457,731
45,887	12,438	770,118
61,434	15,547	748,593
80,868	19,434	796,855
105,161	24,293	797,874
131,451	26,290	1468,507

Tablo A.6. Hesaplanan değerler

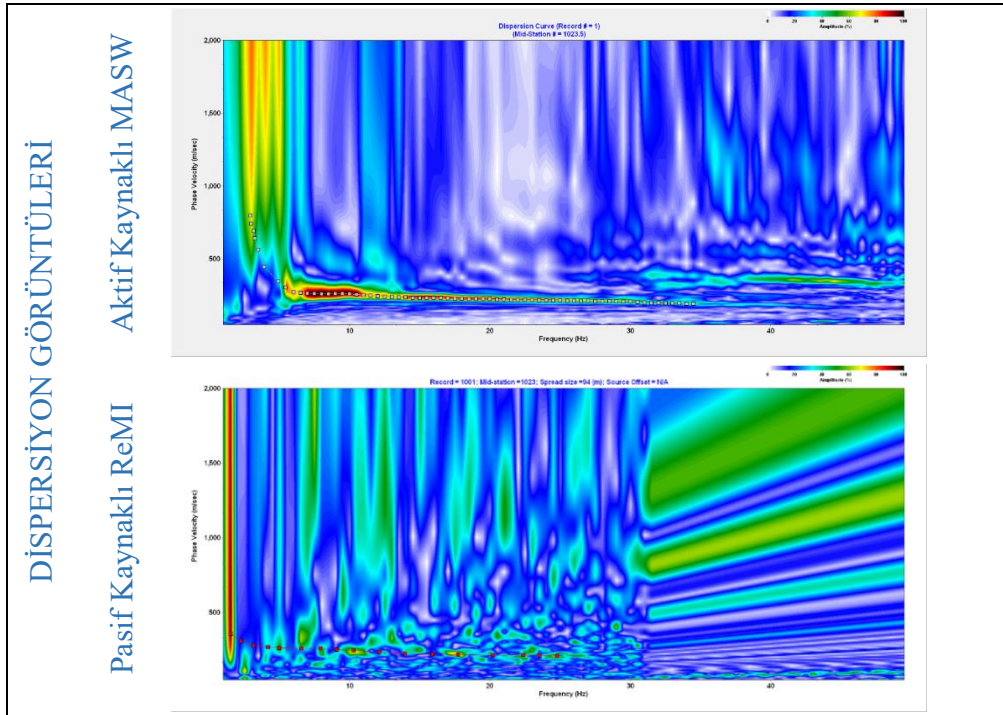
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0} (m)
338	424	550	131,45

0604 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

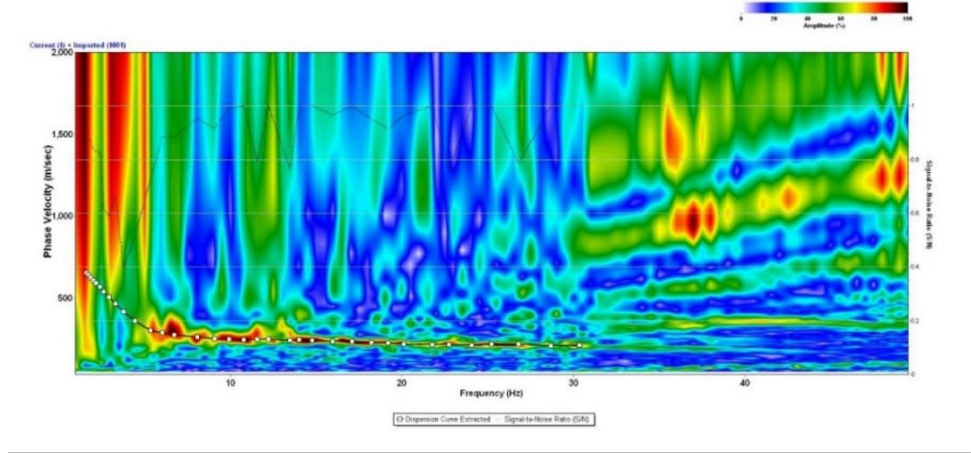
Yer : Ankara Şereflikoçhisar Enlem : 38,9625 Boylam : 33,524 Ofset : 2 metre
Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



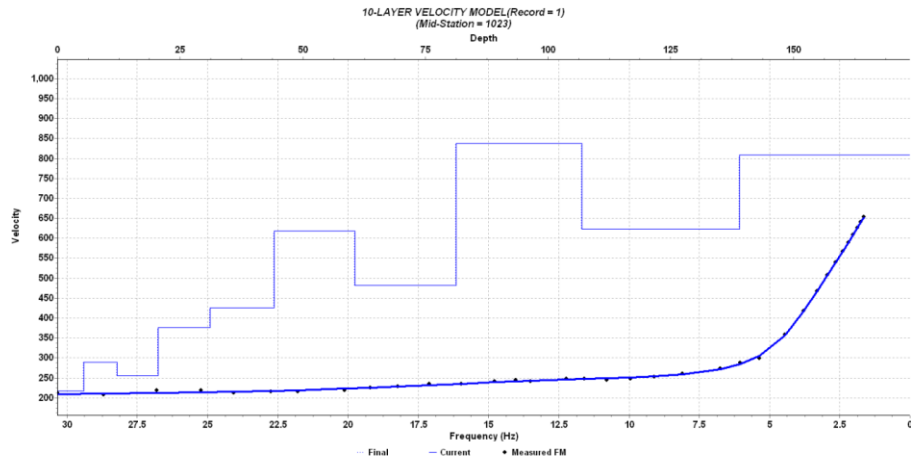
Şekil A.13. AFAD 0604 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.14. 0604 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.15. 0604 nolu istasyonda elde edilen birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.16. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.7. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
5,389	5,389	217,329
12,125	6,736	289,117
20,546	8,421	255,680
31,072	10,526	376,644
44,229	13,157	426,249
60,675	16,446	618,014
81,233	20,558	481,416
106,931	25,698	838,190
139,053	32,122	622,821
173,816	34,763	808,793

Tablo A.8. Hesaplanan değerler

V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0} (m)
283	335	431	-

0608 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

Yer : Ankara Bala Eski Kaymakamlık Lojman Garajı

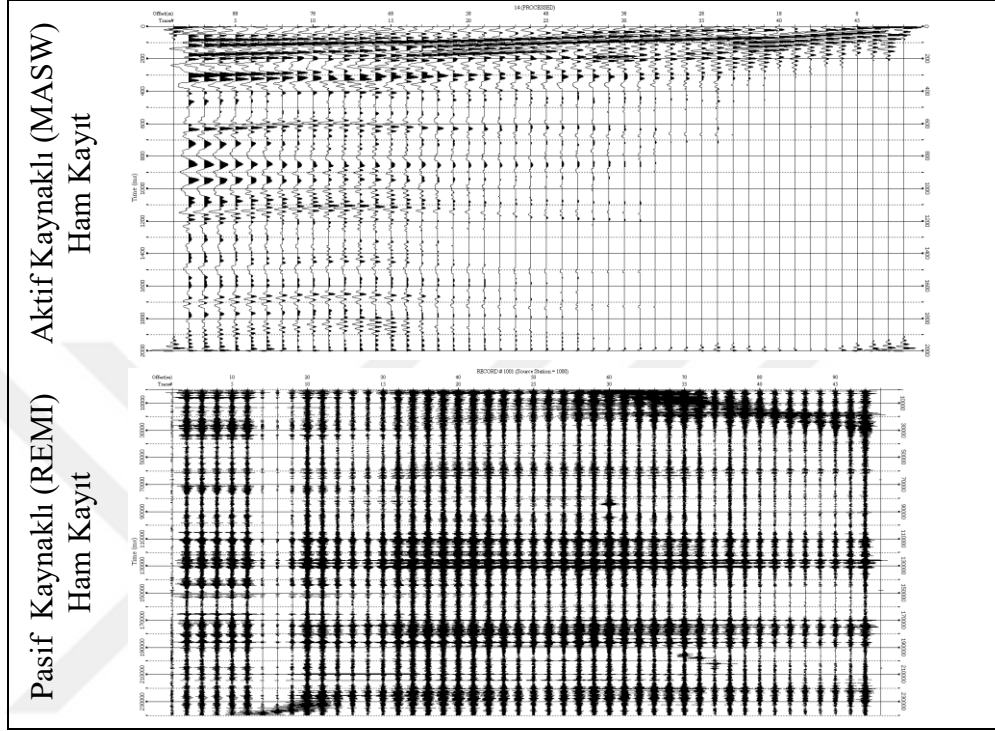
Enlem : 39,5561

Boylam : 33,1198

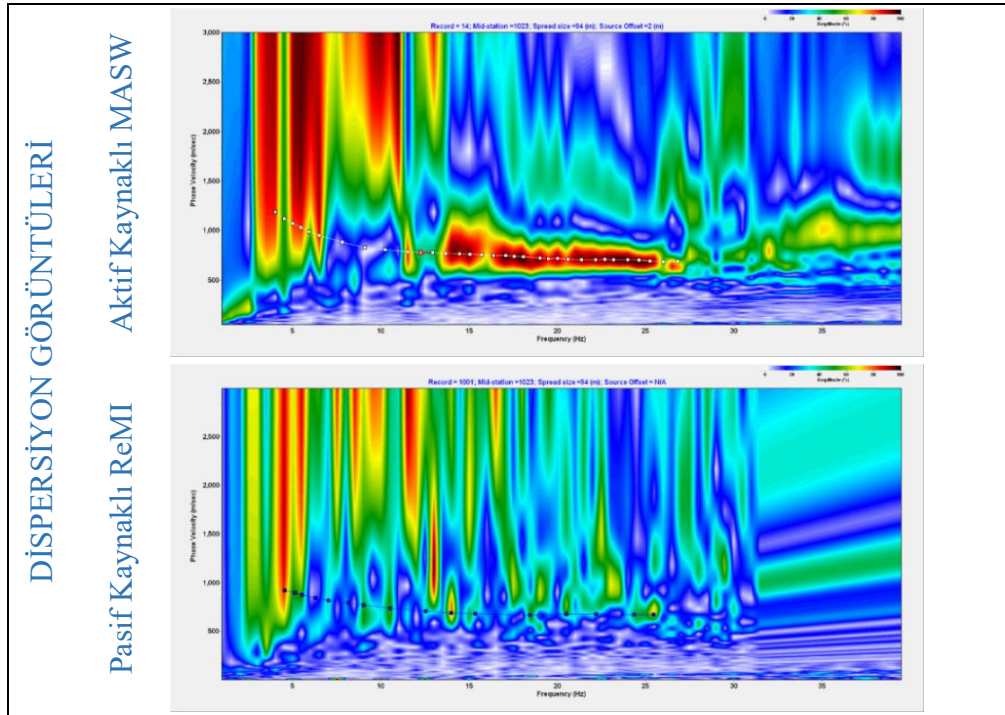
Ofset : 2 metre

Jeofon Aralığı : 2 metre

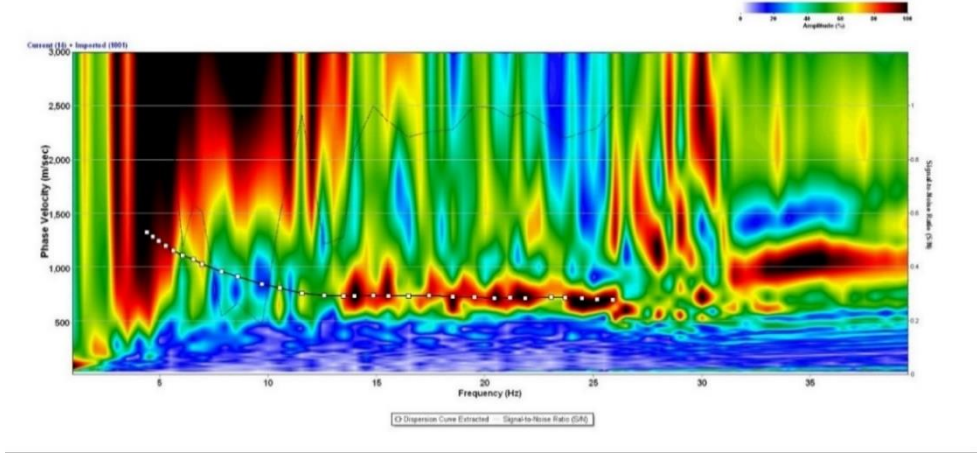
Jeofon Sayısı : 48



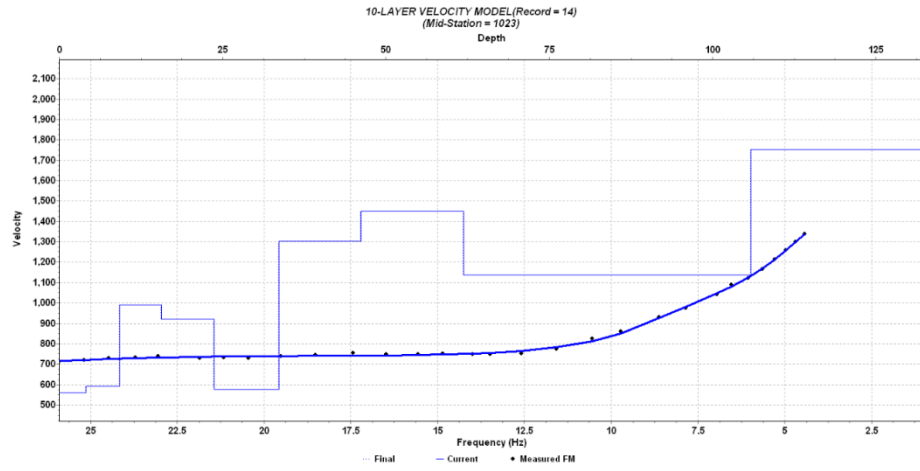
Şekil A.17. AFAD 0608 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.18. 0608 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.19. 0608 nolu istasyonda elde edilen birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.20. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.9. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

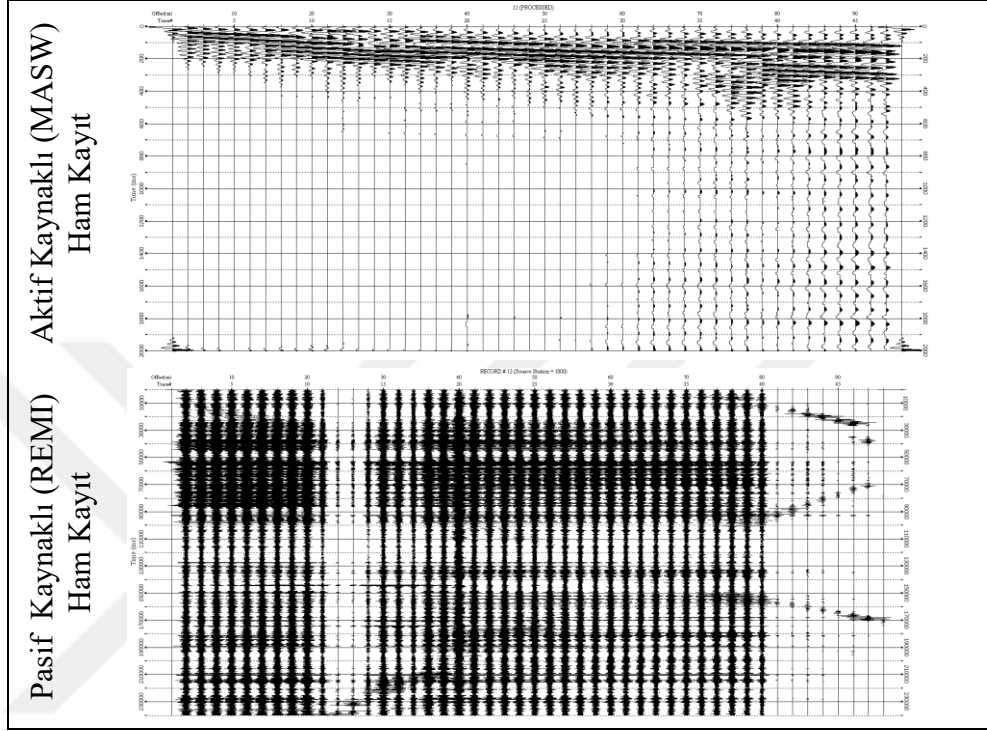
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
4,103	4,103	559,782
9,232	5,129	592,676
15,643	6,411	989,468
23,657	8,014	921,456
33,675	10,018	577,537
46,197	12,522	1302,506
61,850	15,653	1449,031
81,416	19,566	1138,033
105,874	24,458	1136,659
132,343	26,469	1754,983

Tablo A.10. Hesaplanan değerler

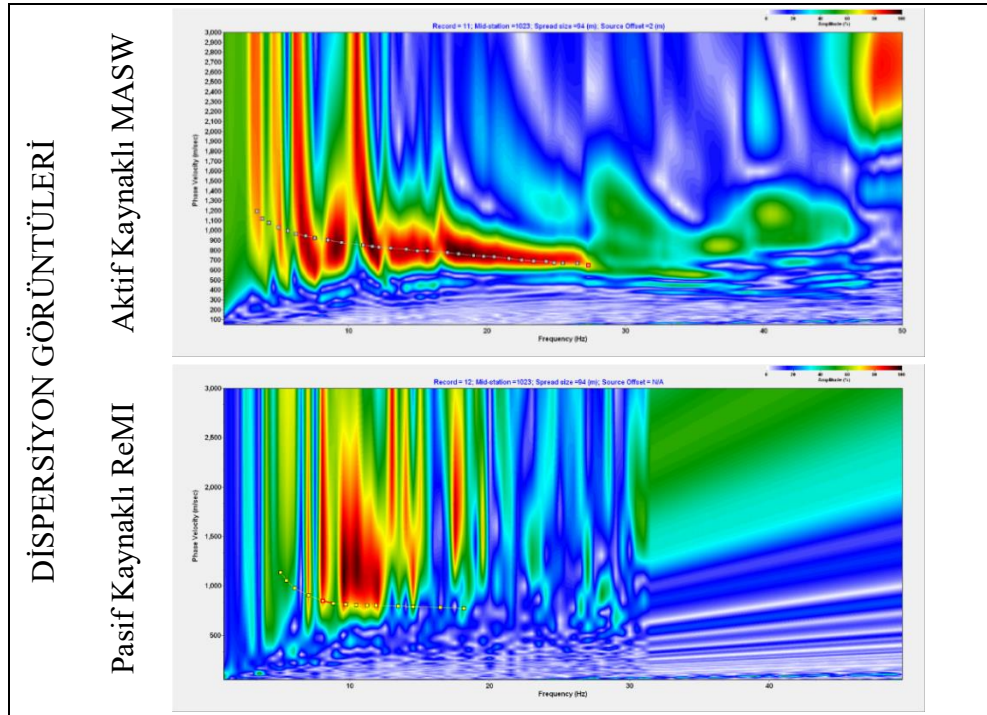
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0} (m)
712	823	976	46,19

0612 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

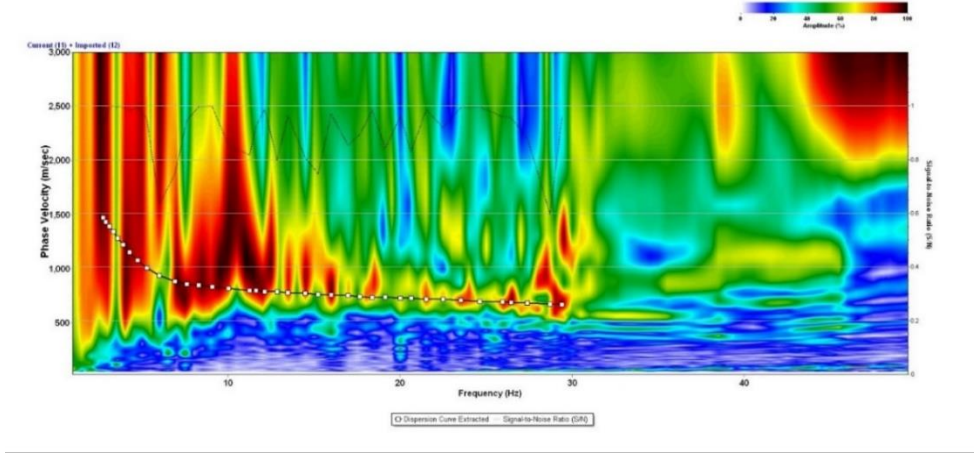
Yer : Ankara Bala Öğrenci Yurdu Enlem : 39,5485 Boylam : 33,1247
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



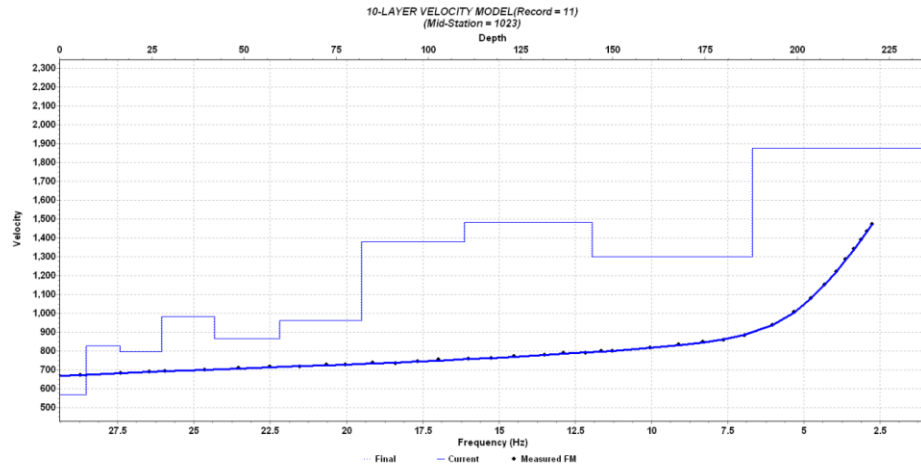
Şekil A.21. AFAD 0612 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.22. 0612 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.23. 0612 nolu istasyonda elde edilen birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.24. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.11. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
7,282	7,282	570,476
16,385	9,103	827,403
27,763	11,378	798,358
41,986	14,223	984,105
59,765	17,779	866,352
81,988	22,223	960,969
109,767	27,779	1379,354
144,491	34,724	1482,805
187,896	43,405	1298,424
234,870	46,974	1875,383

Tablo A.12. 0612 istasyonunda hesaplanan değerler

V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0} (m)
744	810	916	109,76

0619 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

Yer : Ankara Eskişehir Yolu AFAD Başkanlık Binası

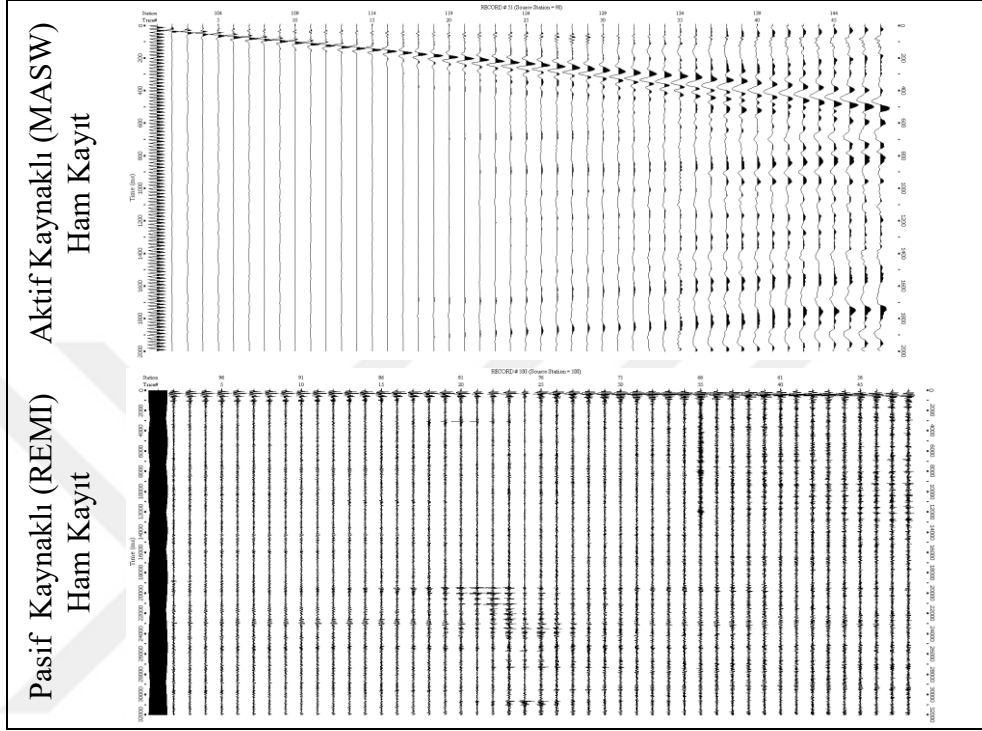
Enlem : 39,9054

Boylam : 32,757

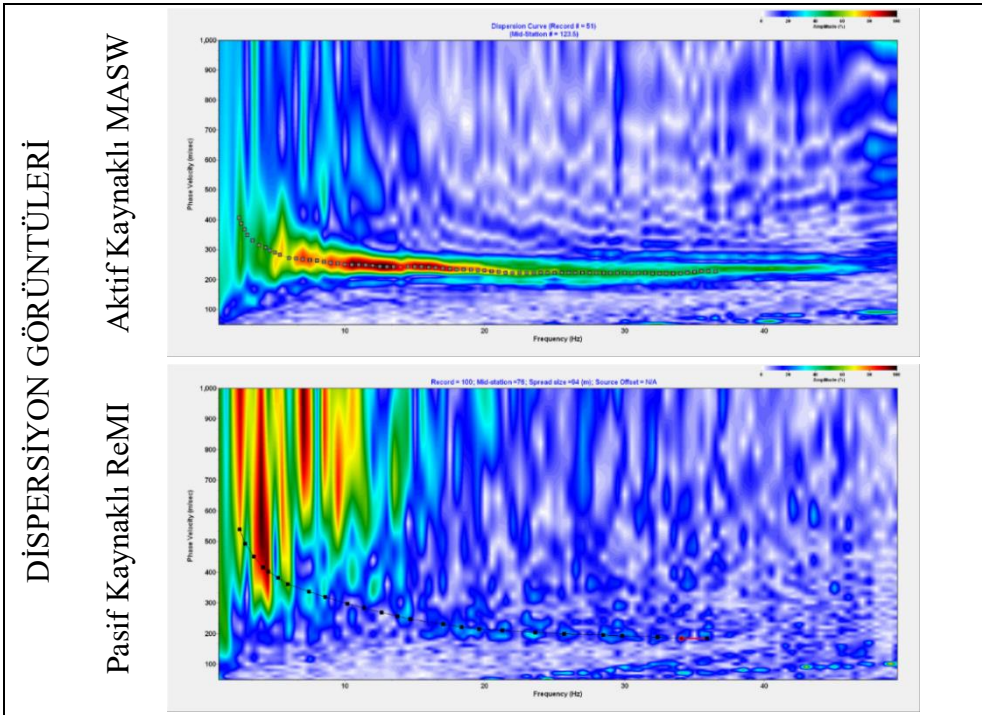
Ofset : 4 metre

Jeofon Aralığı : 2 metre

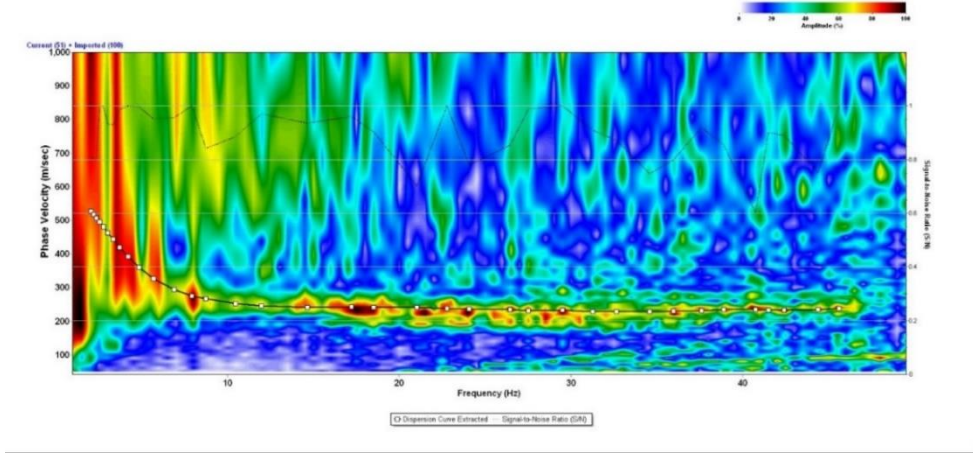
Jeofon Sayısı : 48



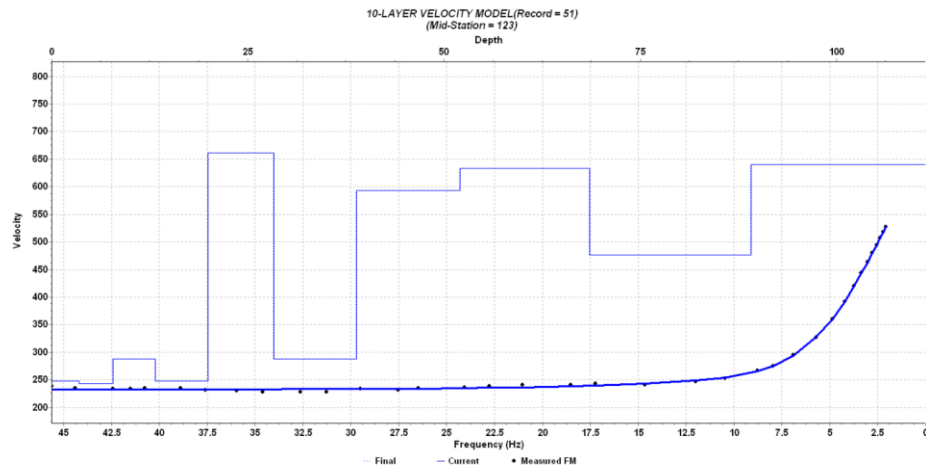
Şekil A.25. AFAD 0619 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.26. 0619 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.27. 0619 nolu istasyonda elde edilen birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.28. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.13. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

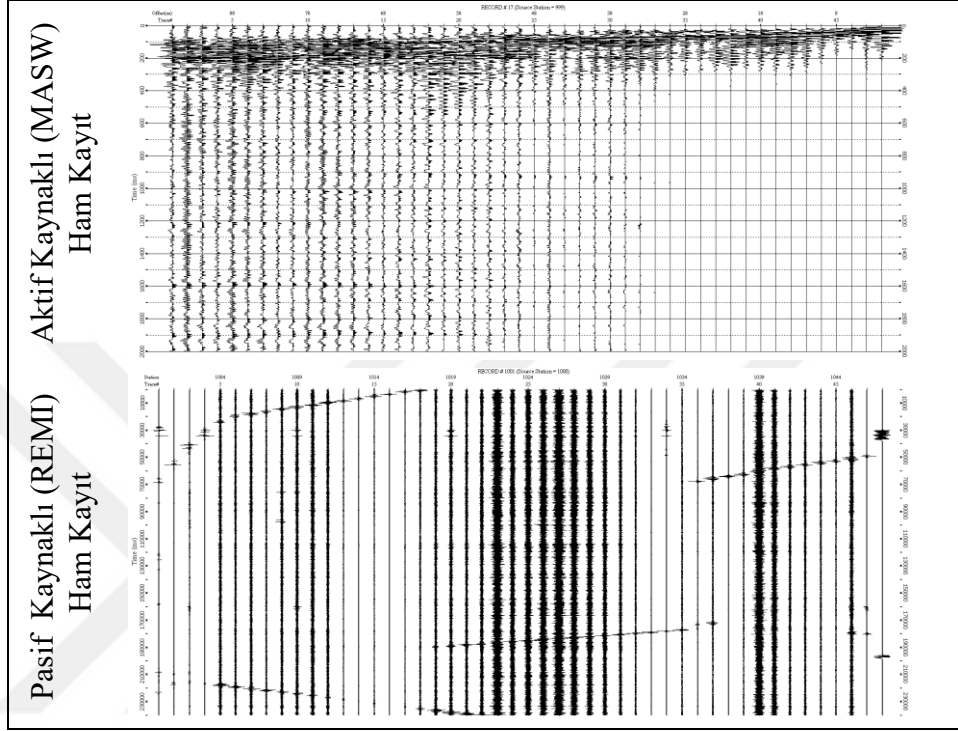
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,454	3,454	247,783
7,771	4,317	242,732
13,168	5,397	287,716
19,914	6,746	248,038
28,346	8,432	661,314
38,886	10,540	287,676
52,061	13,175	593,333
68,530	16,469	633,208
89,116	20,586	476,707
111,395	22,279	640,470

Tablo A.14. 0619 istasyonunda hesaplanan değerler

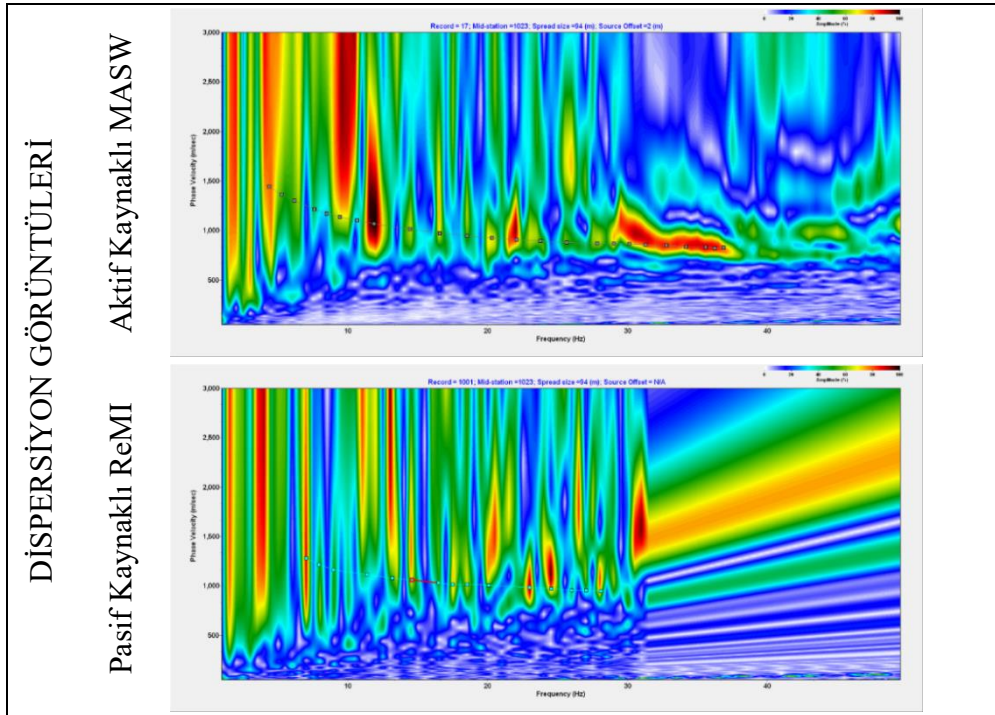
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0 (m)
312	343	425	-

0701 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

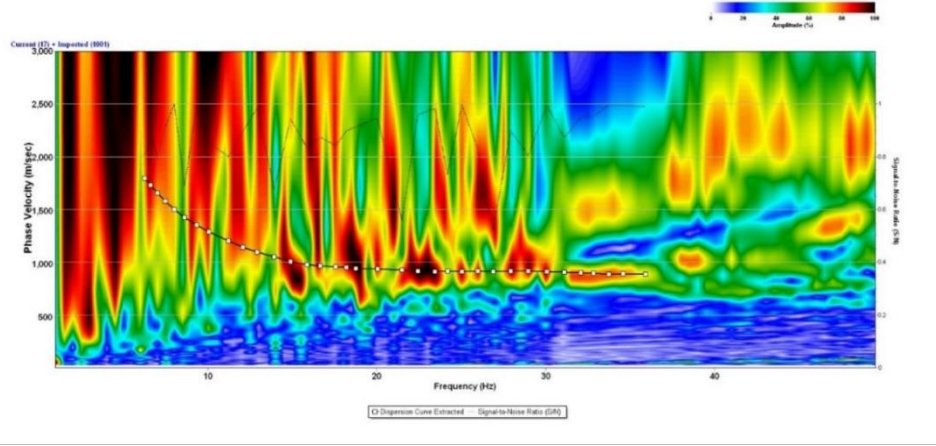
Yer : Antalya Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Enlem : 36,8944 Boylam : 30,6667
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



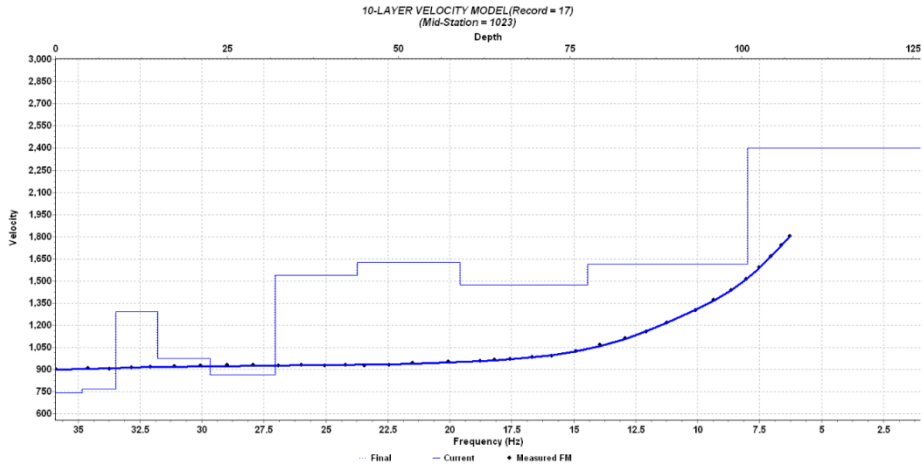
Şekil A.29. AFAD 0701 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.30. 0701 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.31. 0701 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.32. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.15. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

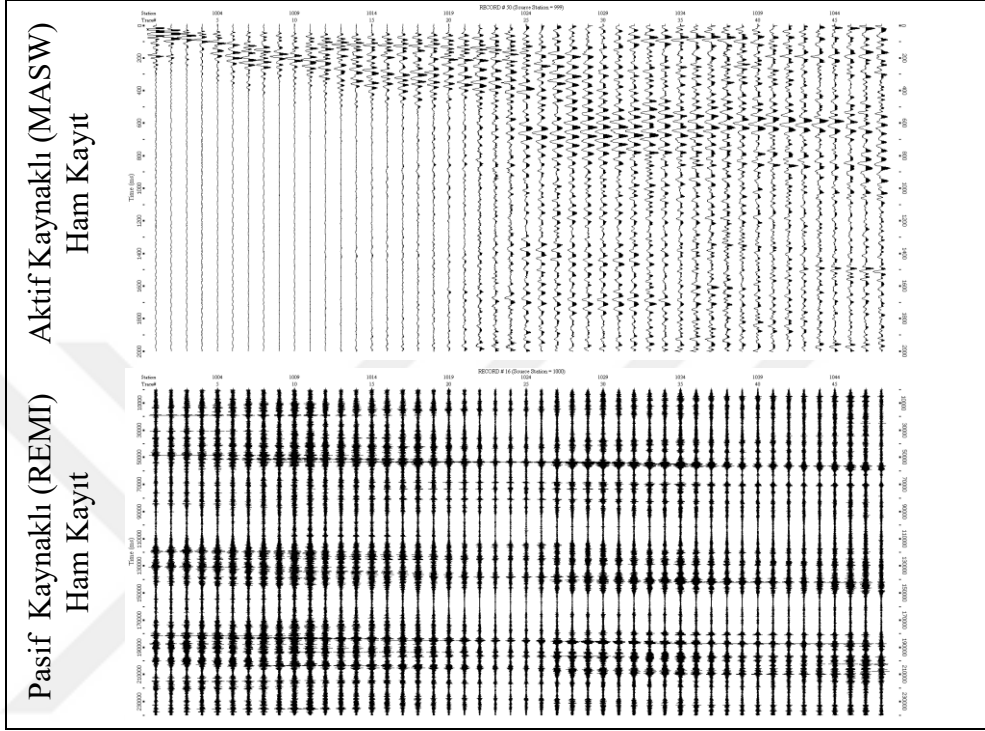
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,910	3,910	743,873
8,797	4,887	767,896
14,906	6,109	1293,015
22,542	7,636	976,603
32,087	9,545	864,575
44,019	11,932	1538,364
58,934	14,915	1625,853
77,577	18,643	1474,688
100,881	23,304	1614,931
126,101	25,220	2403,975

Tablo A.16. 0701 istasyonunda hesaplanan değerler

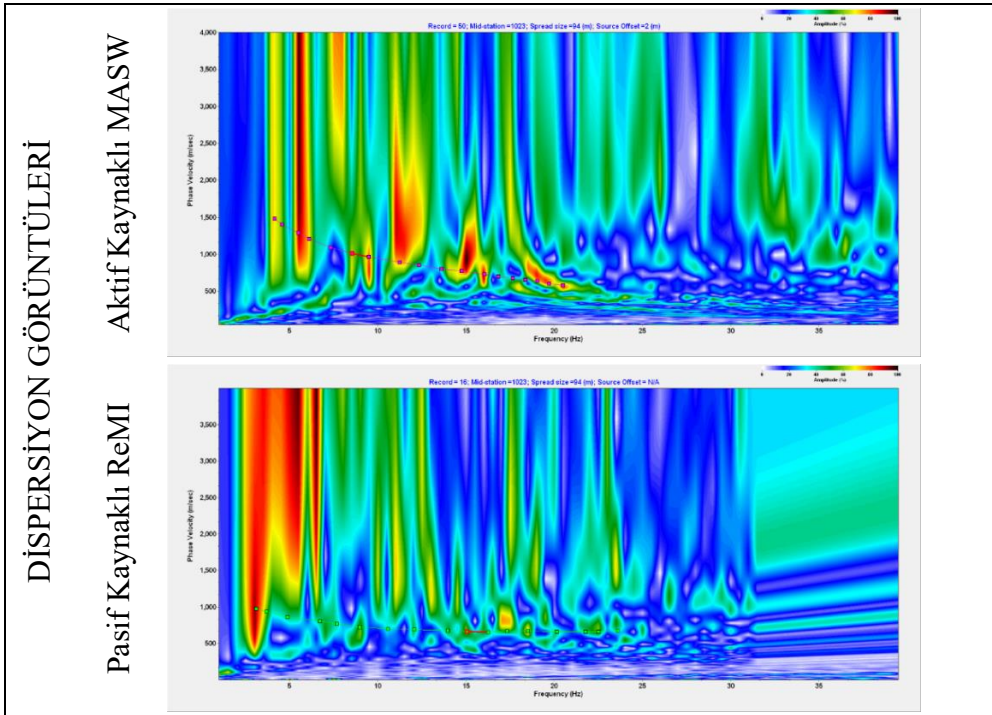
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0} (m)
915	1072	1271	14,9

0702 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

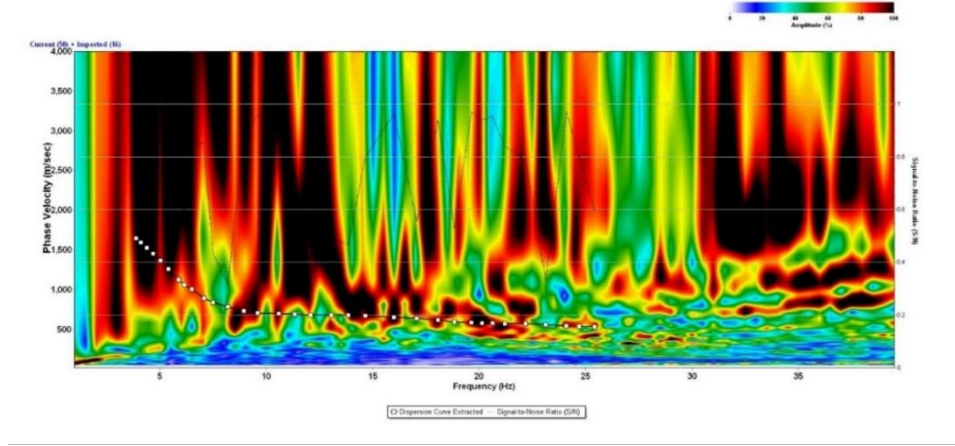
Yer : Antalya Elmalı Orman İşleri Müdürlüğü Enlem : 36,737 Boylam : 29,9205
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



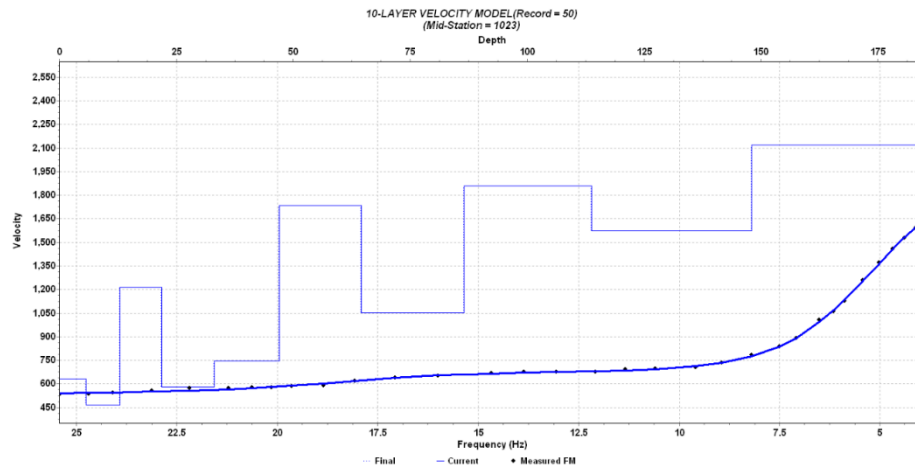
Şekil A.33. AFAD 0702 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.34. 0702 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.35. 0702 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.36. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.17. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
5,736	5,736	631,749
12,906	7,170	466,460
21,868	8,962	1214,302
33,070	11,202	580,630
47,073	14,003	747,776
64,577	17,504	1734,470
86,457	21,880	1053,810
113,807	27,350	1858,142
147,994	34,187	1571,699
184,992	36,998	2118,548

Tablo A.18. 0702 istasyonunda hesaplanan değerler

V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0} (m)
654	699	926	21,86

0704 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

Yer : Antalya Gazipaşa Korudağ

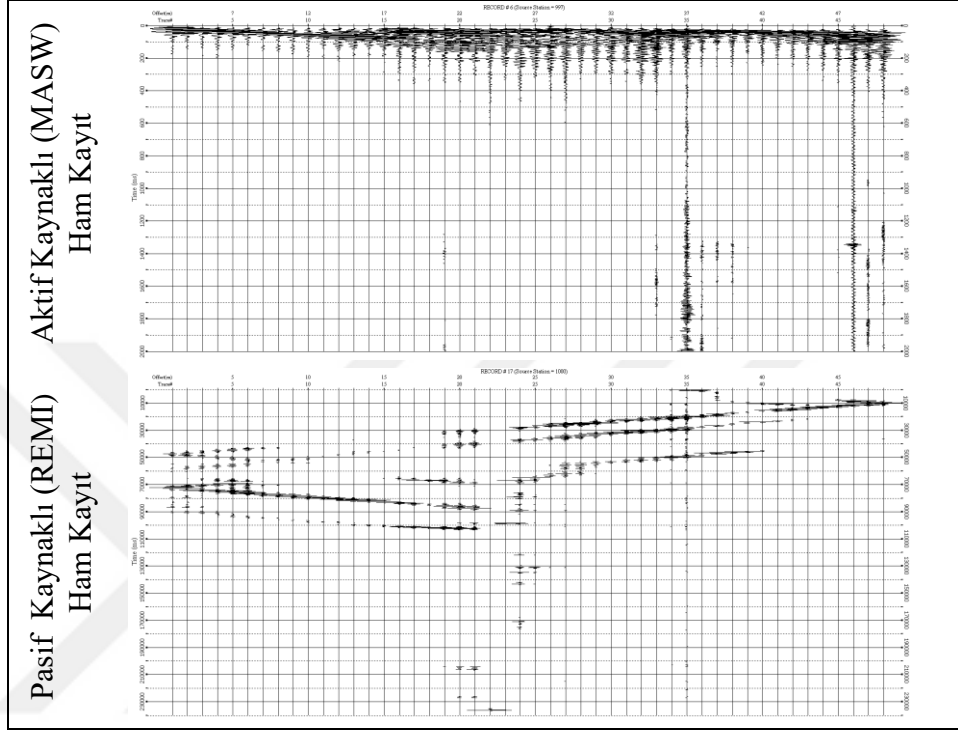
Enlem : 36,2347

Boylam : 32,3156

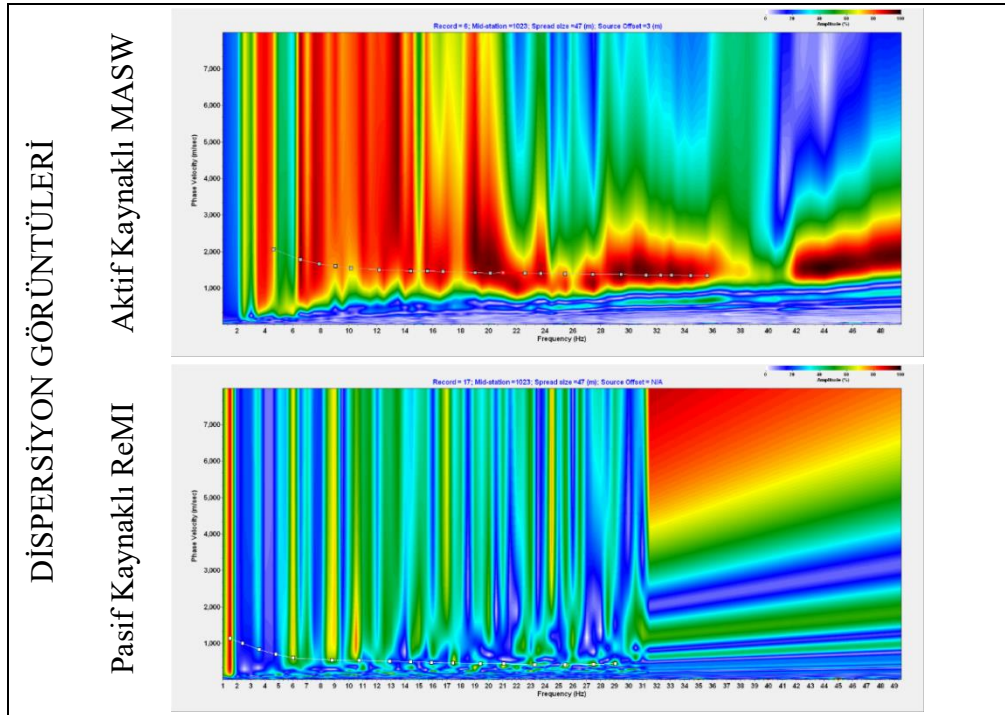
Ofset : 3 metre

Jeofon Aralığı : 1 metre

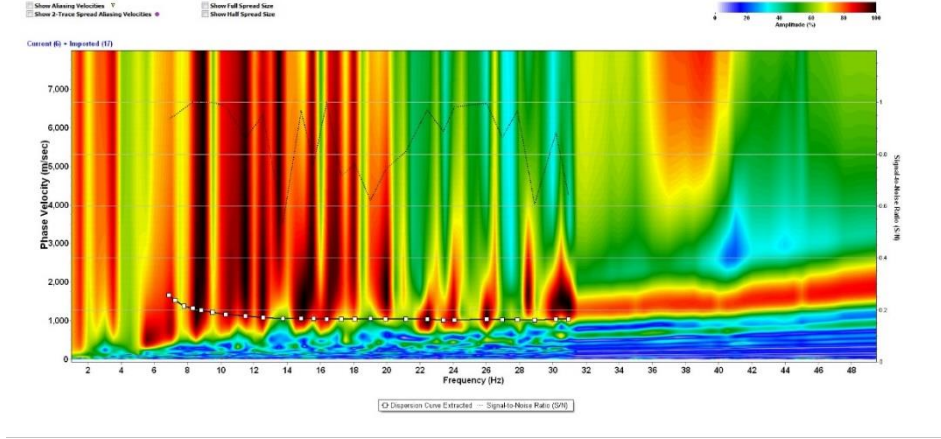
Jeofon Sayısı : 48



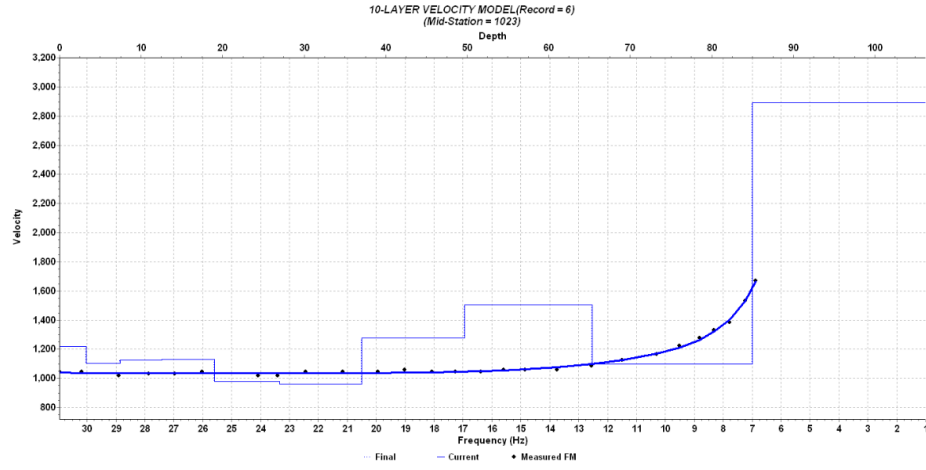
Şekil A.37. AFAD 0704 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.38. 0704 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.39. 0704 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.40. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.19. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

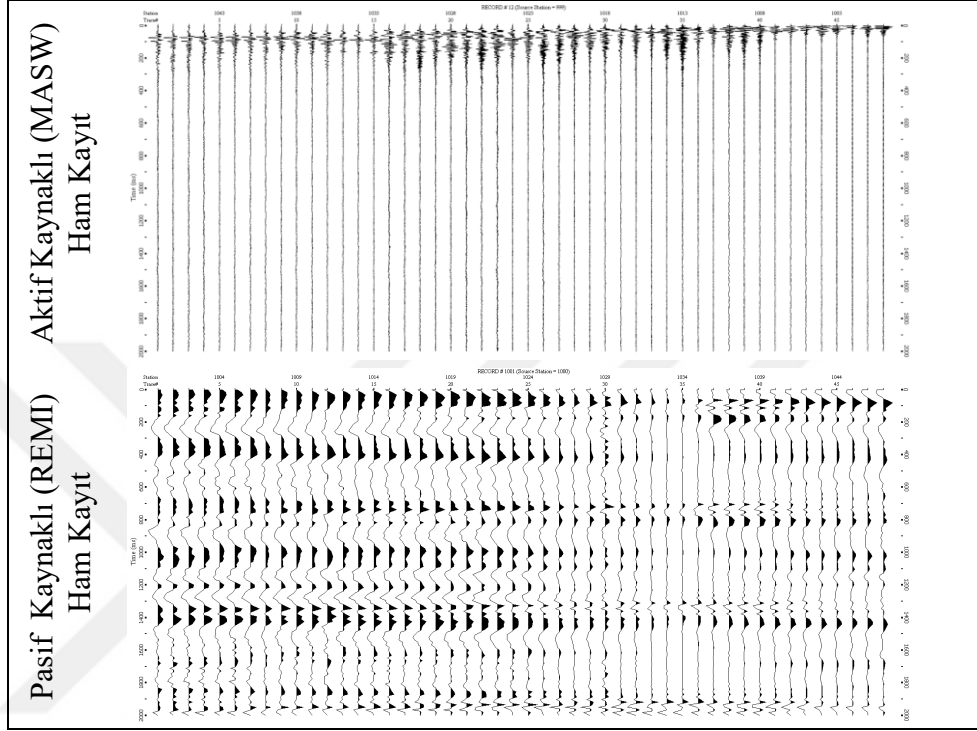
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
1,646	1,646	1218,789
5,352	3,706	1105,334
9,983	4,631	1127,601
15,772	5,789	1128,245
23,008	7,236	980,343
32,053	9,045	959,676
43,360	11,307	1275,204
57,493	14,133	1506,553
75,158	17,665	1101,137
95,595	20,437	2892,191

Tablo A.20. 0704 istasyonunda hesaplanan değerler

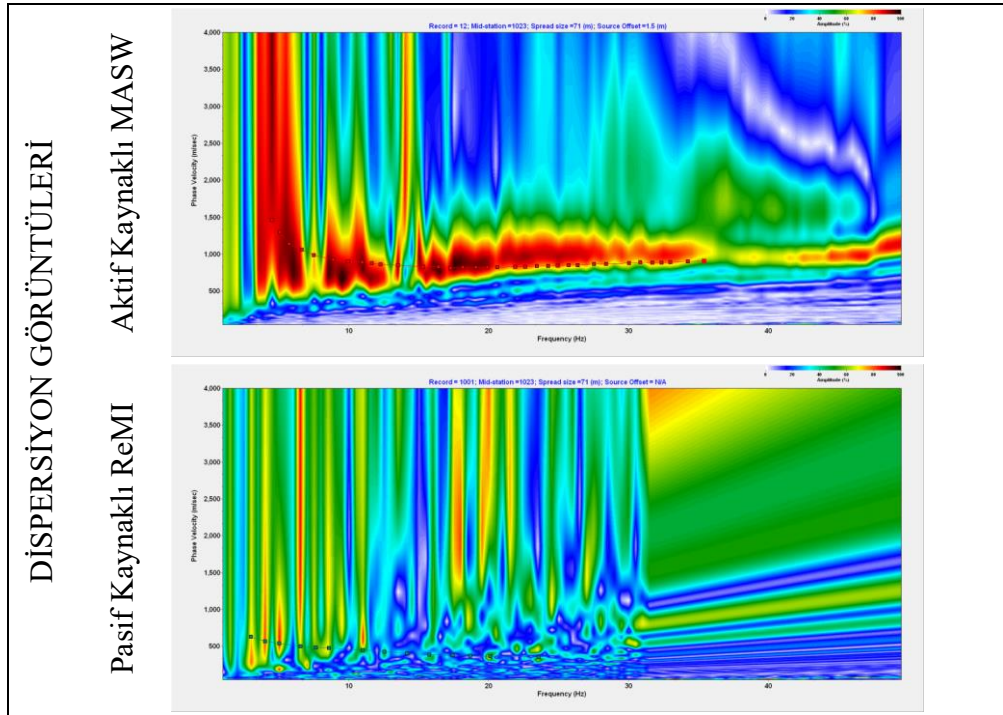
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0} (m)
1049	1136	-	0

0705 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

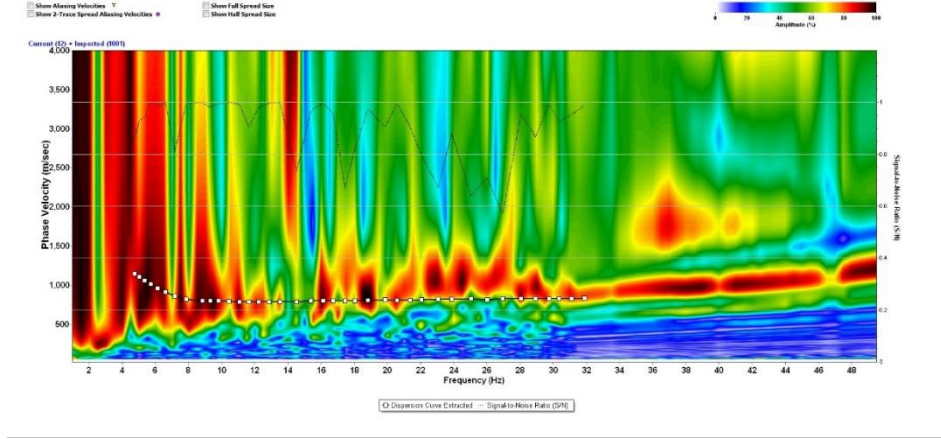
Yer : Antalya Kaş Orman İşleri Müdürlüğü Enlem : 36,1951 Boylam : 29,6474
Ofset : 1,5 m Jeofon Aralığı : 1,5 m Jeofon Sayısı : 48



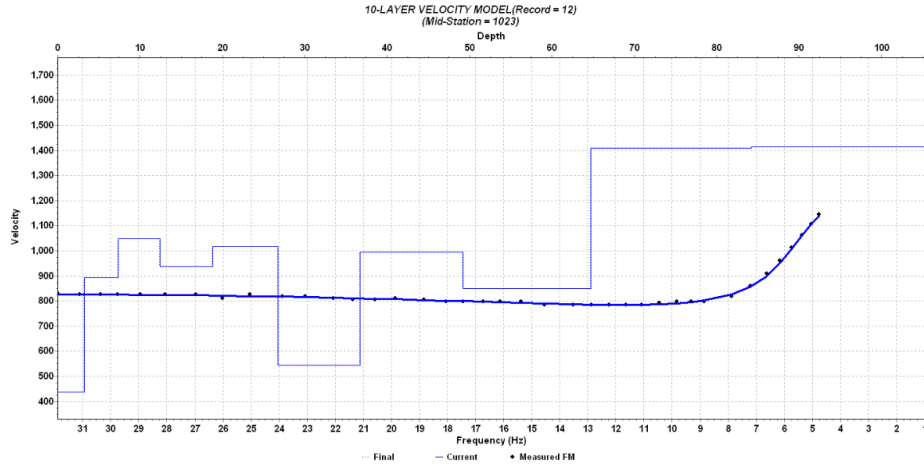
Şekil A.41. AFAD 0705 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.42. 0705 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.43. 0705 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.44. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.21. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

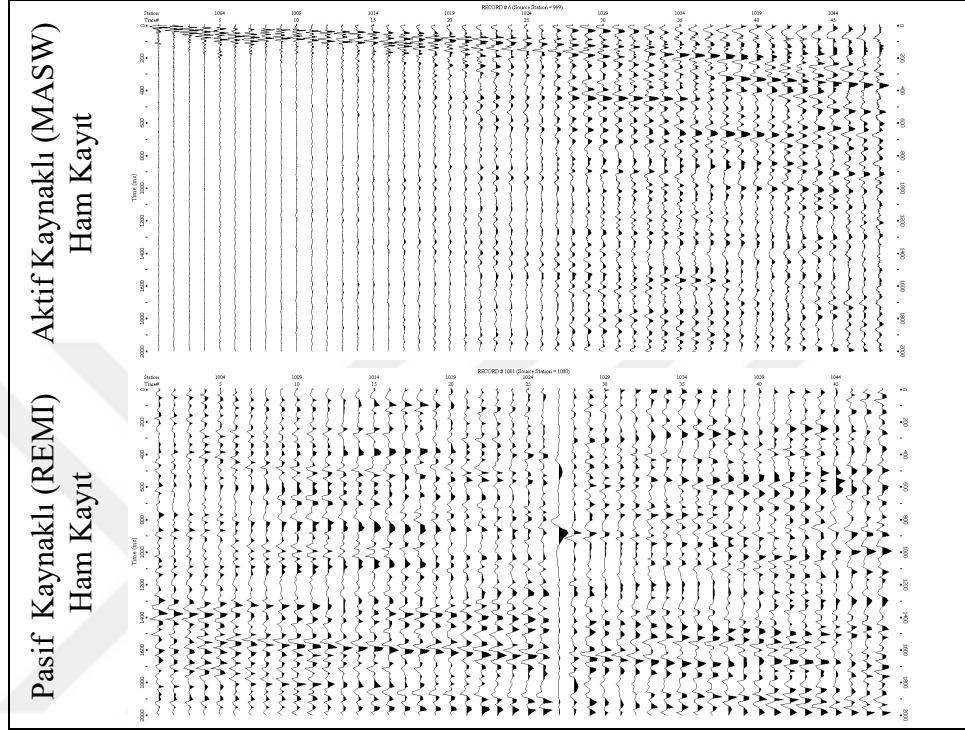
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (m)	Hız (m/sn)
1,632	1,632	438,643
5,303	3,671	893,973
9,891	4,588	1049,945
15,628	5,737	938,021
22,798	7,170	1018,483
31,760	8,962	543,185
42,964	11,204	994,675
56,968	14,004	849,296
74,473	17,505	1408,373
94,723	20,250	1415,715

Tablo A.22. 0705 istasyonunda hesaplanan değerler

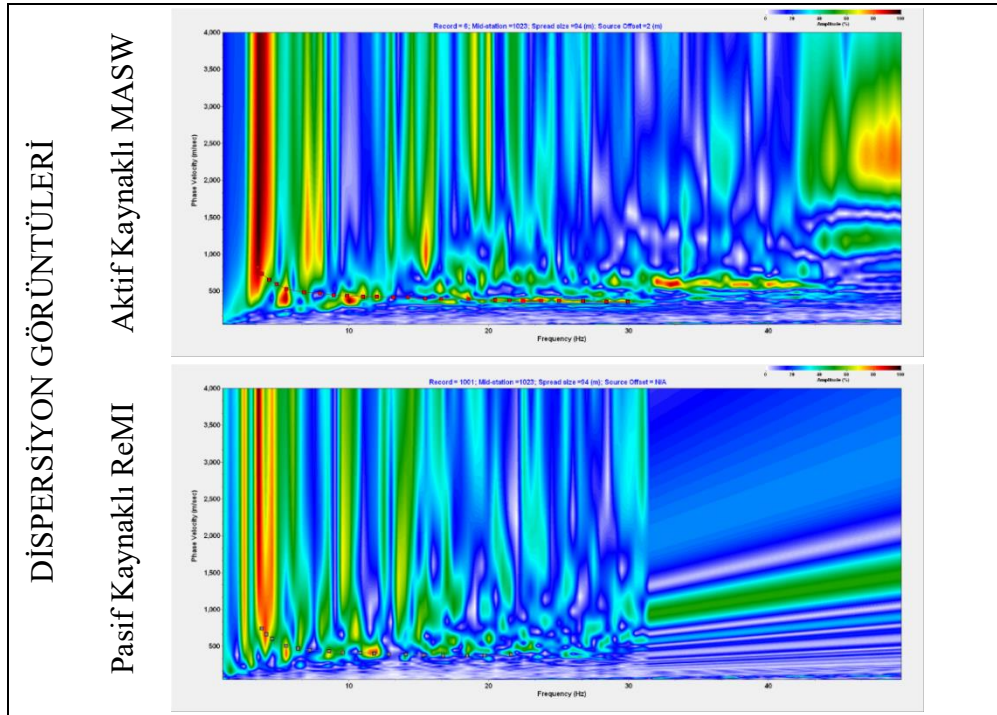
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0} (m)
777 m/s	814 m/s	-	9,8

0706 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

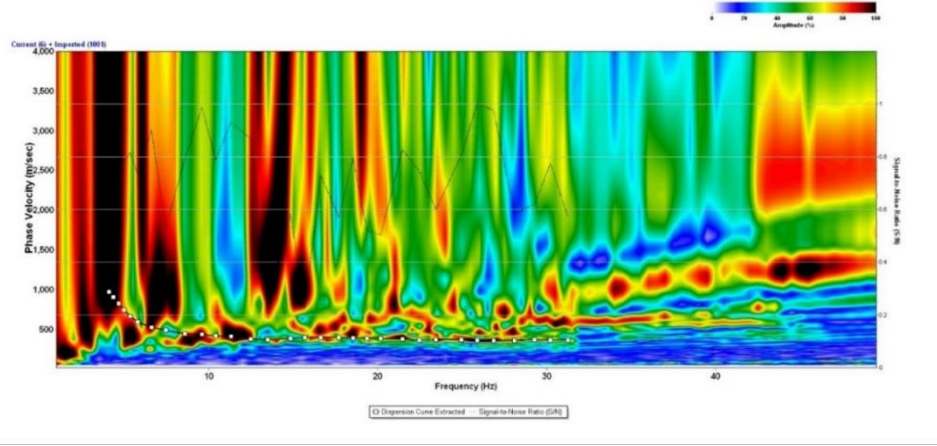
Yer : Antalya Kemer Orman İşleri Şefliği Enlem : 36,6029 Boylam : 30,5597
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



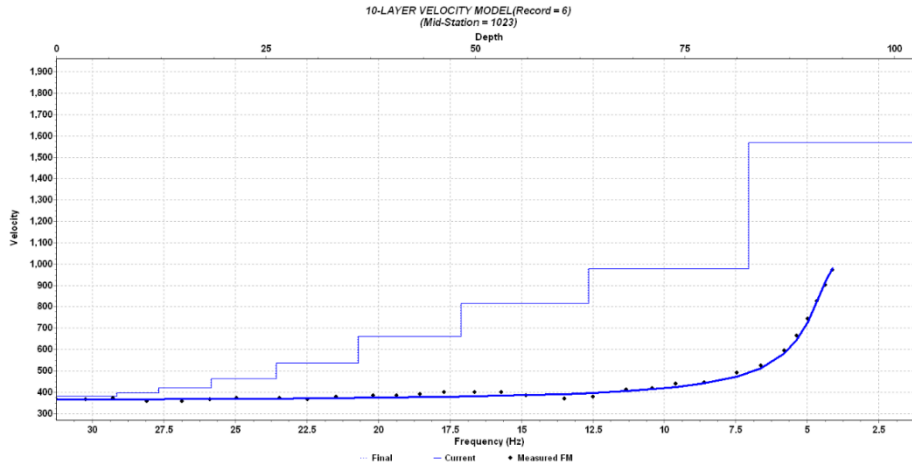
Şekil A.45. AFAD 0706 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.46. 0706 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.47. 0706 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.48. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.23. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

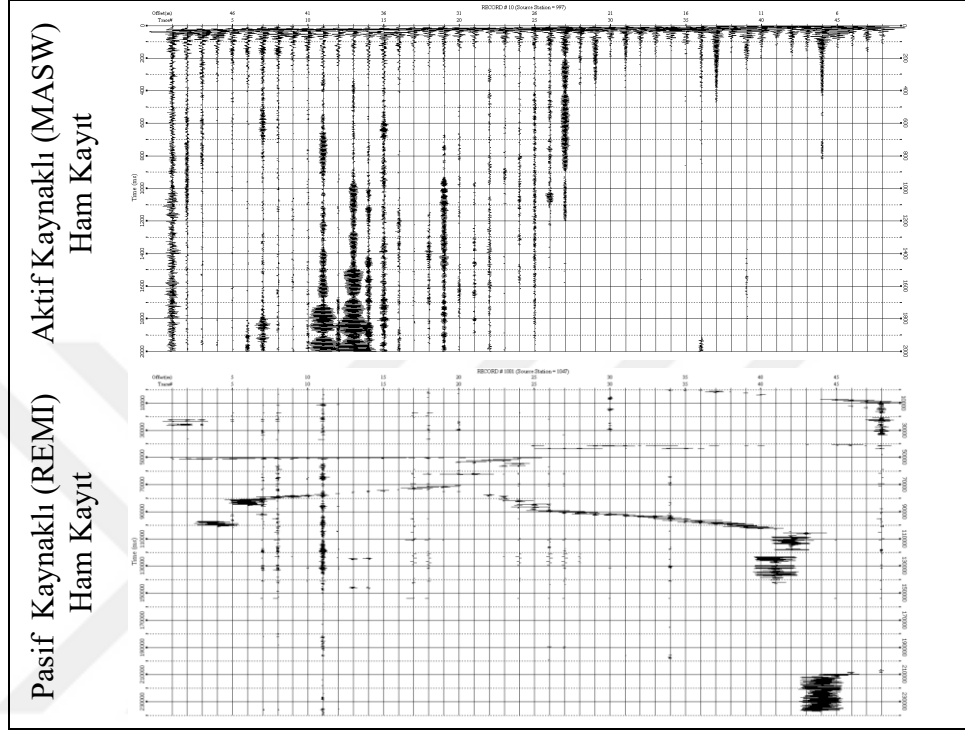
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,201	3,201	381,408
7,203	4,002	380,498
12,205	5,002	396,216
18,458	6,253	419,532
26,274	7,816	462,141
36,044	9,770	537,458
48,256	12,212	660,388
63,521	15,265	815,258
82,602	19,081	976,551
103,252	20,650	1569,292

Tablo A.24. 0706 istasyonunda hesaplanan değerler

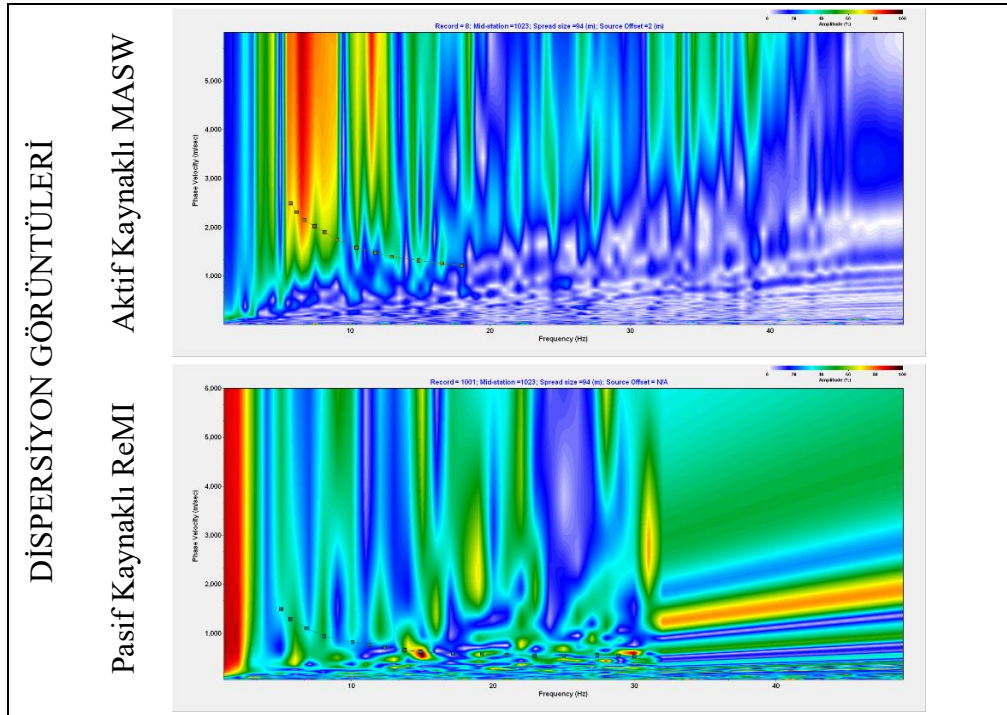
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0} (m)
427	489	669	103,25

0707 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

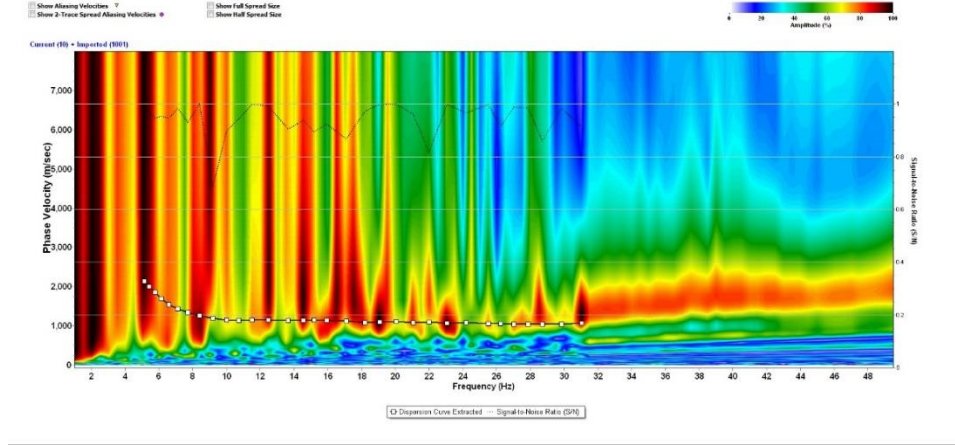
Yer : Antalya Korkuteli RL İstasyonu Enlem : 37,0007 Boylam : 30,35028
Ofset : 3 metre Jeofon Aralığı : 1 metre Jeofon Sayısı : 48



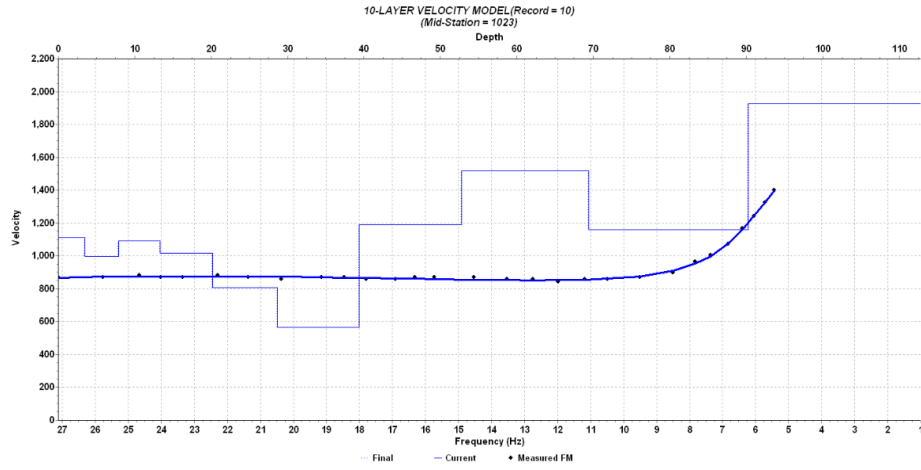
Şekil A.49. AFAD 0707 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.50. 0707 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.51. 0707 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.52. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.25. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

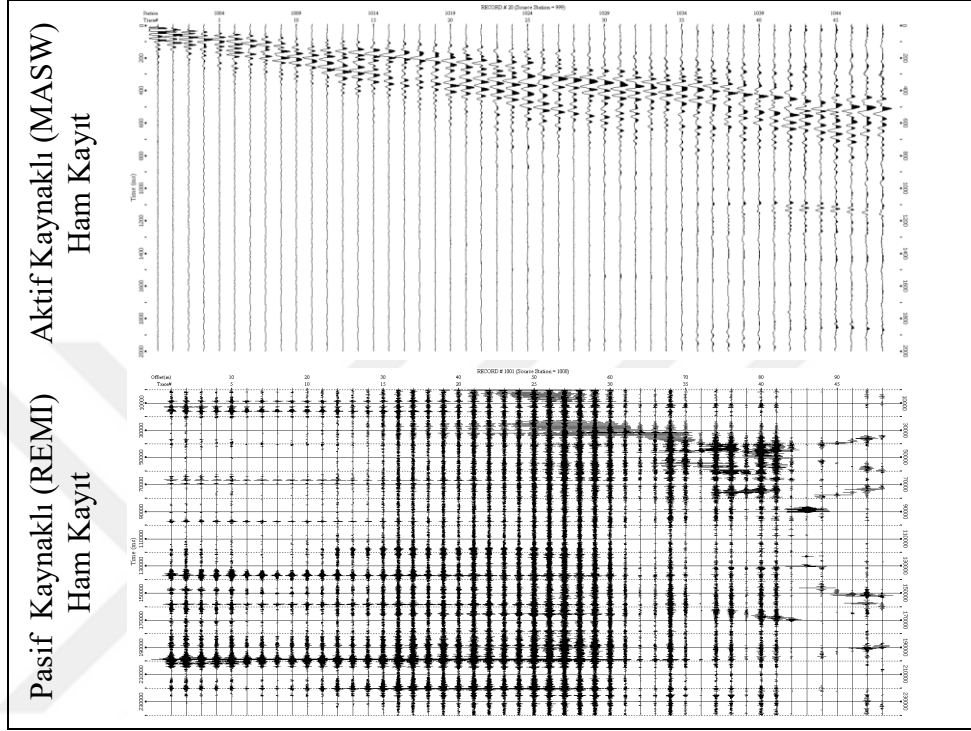
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
1,750	1,750	1111,782
5,686	3,936	995,201
10,605	4,919	1093,659
16,755	6,150	1017,974
24,442	7,687	808,379
34,051	9,609	567,364
46,062	12,011	1189,461
61,076	15,014	1520,226
79,844	18,768	1159,115
101,554	21,710	1927,081

Tablo A.26. 0707 istasyonunda hesaplanan değerler

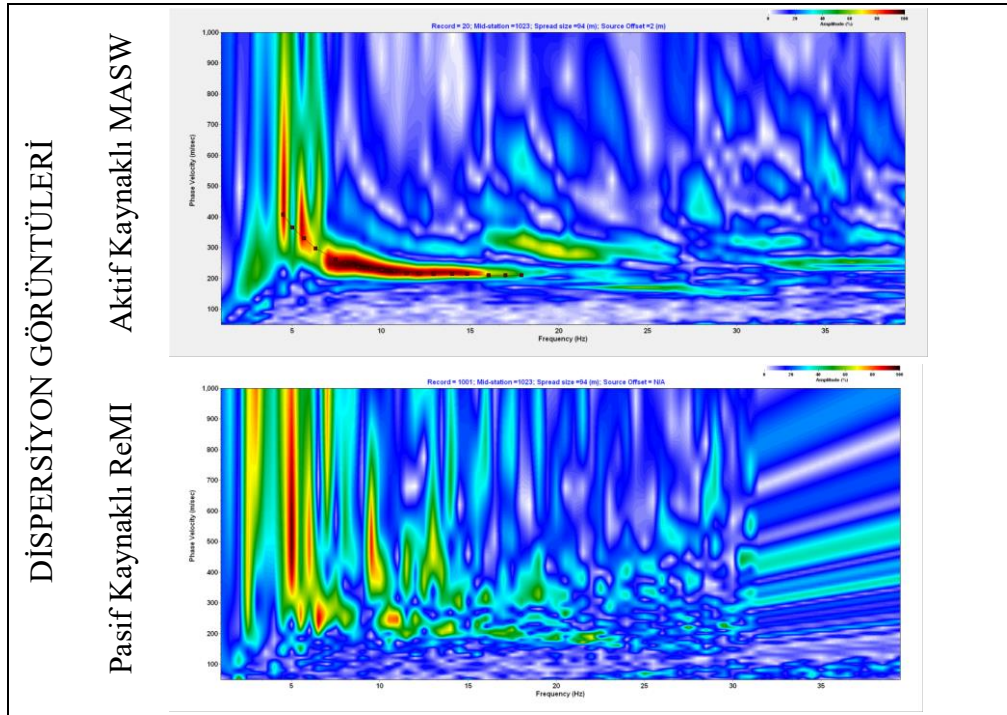
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0} (m)
848 m/s	906 m/s	1122 m/s	0

0708 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

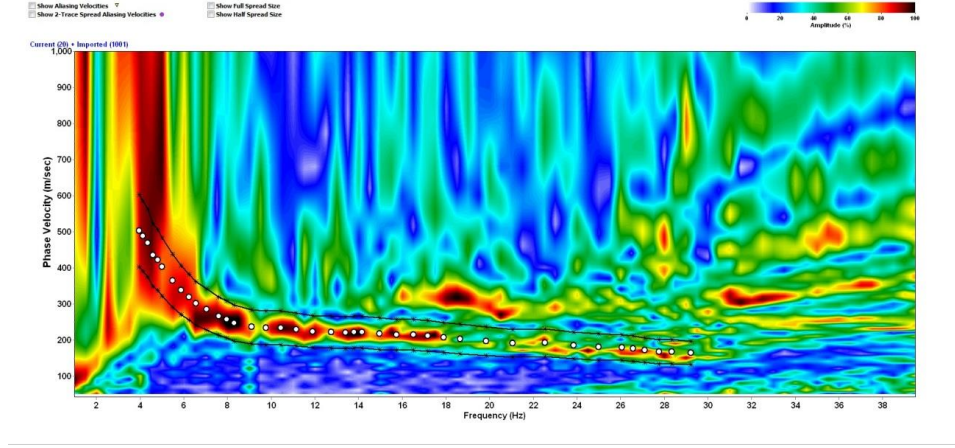
Yer : Antalya Kumluca Orman İşleri Müdürlüğü Enlem :36,3748 Boylam : 30,2919
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



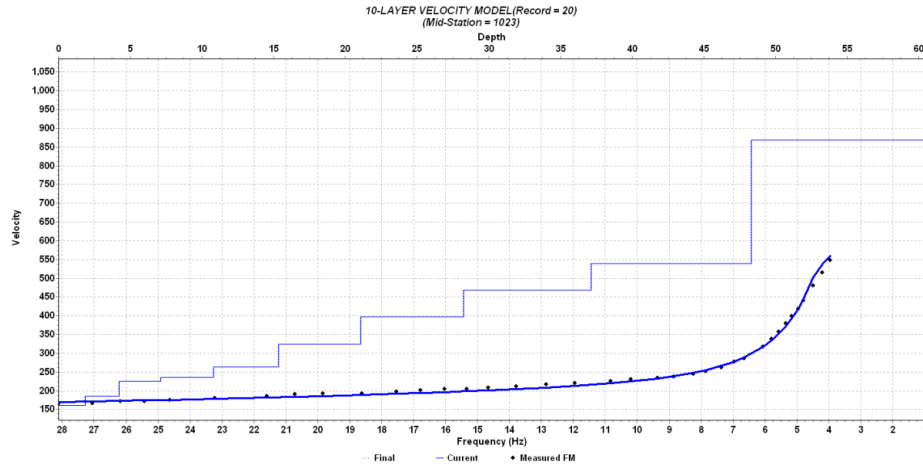
Şekil A.53. AFAD 0708 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.54. 0708 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.55. 0708 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.56. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.27. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

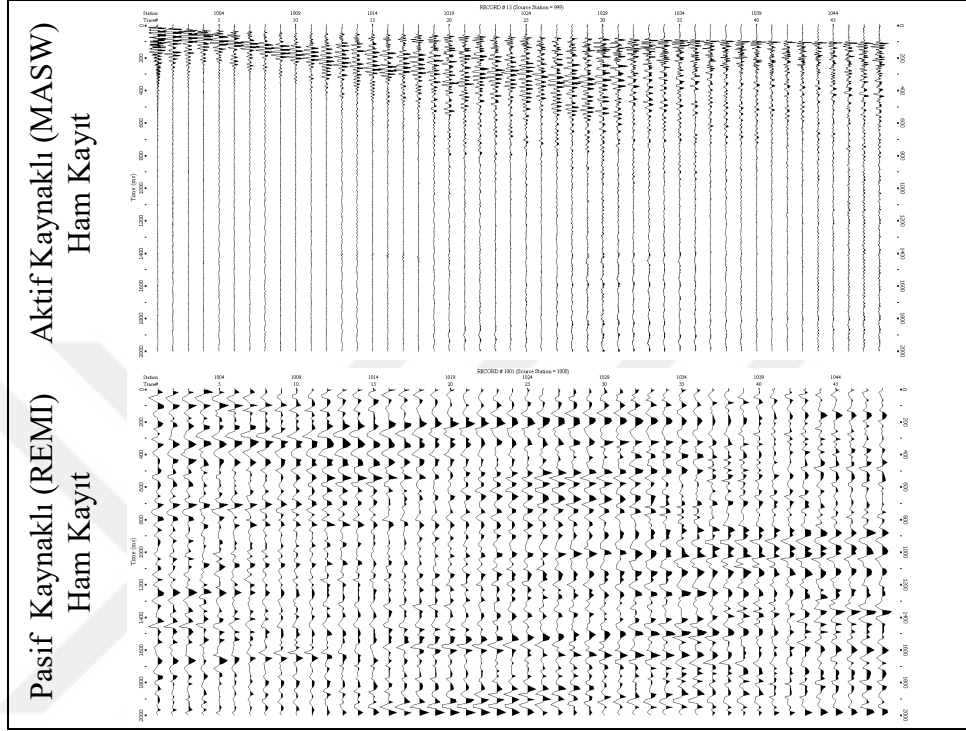
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
0,937	0,937	161,490
3,044	2,107	184,946
5,677	2,633	225,296
8,969	3,292	236,155
13,084	4,115	264,060
18,228	5,144	324,223
24,657	6,429	396,363
32,694	8,037	467,335
42,741	10,047	539,663
54,362	11,621	868,347

Tablo A.28. 0708 istasyonunda hesaplanan değerler

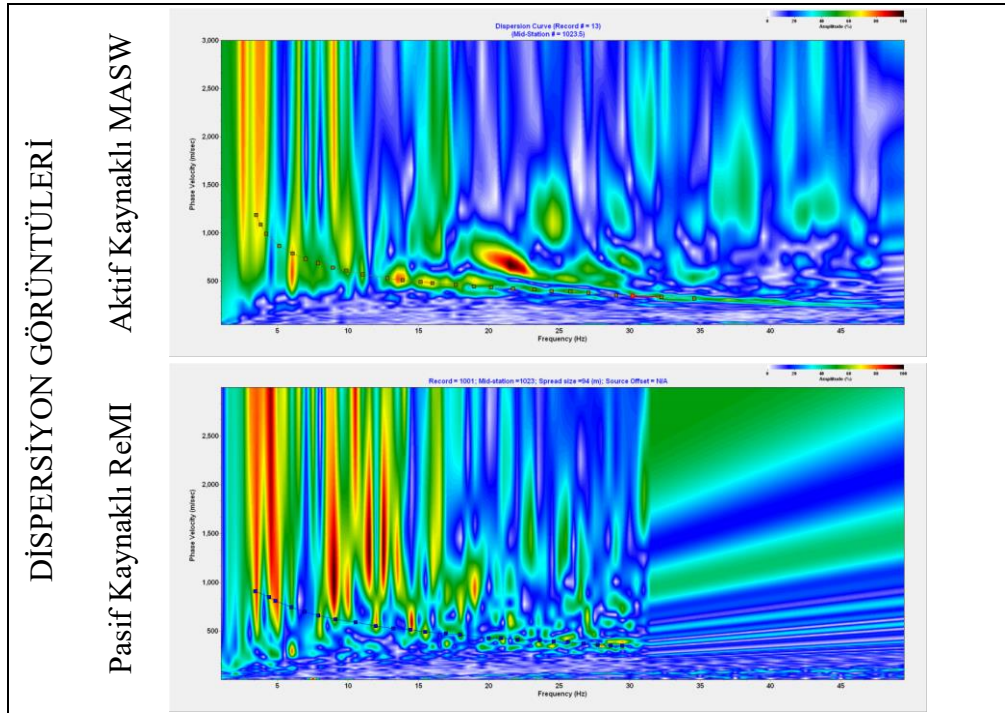
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0} (m)
294 m/s	371 m/s	-	-

0709 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

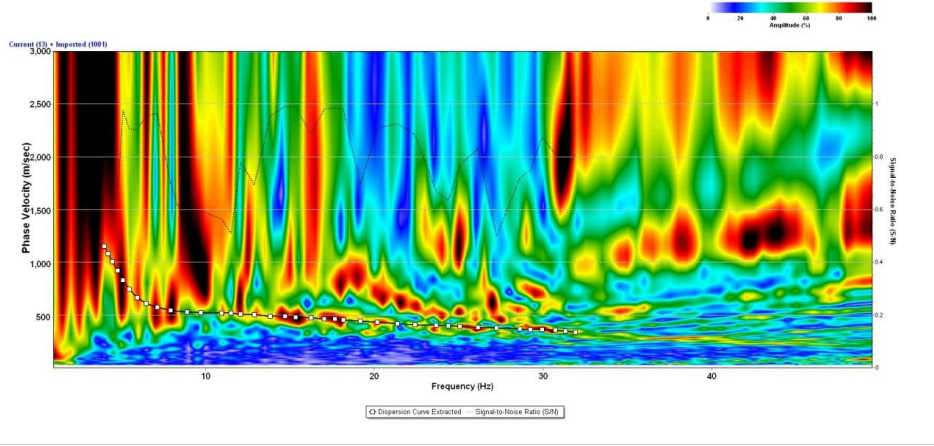
Yer : Antalya Lara Tarım ve Köy İşleri BATEM Enlem :36,8787 Boylam : 30,7215
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



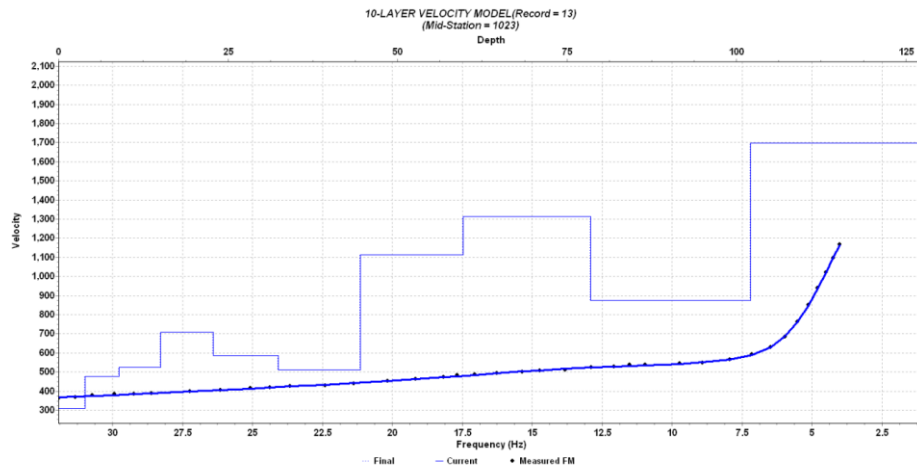
Şekil A.57. AFAD 0709 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.58. 0709 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.59. 0709 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.60. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.29. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

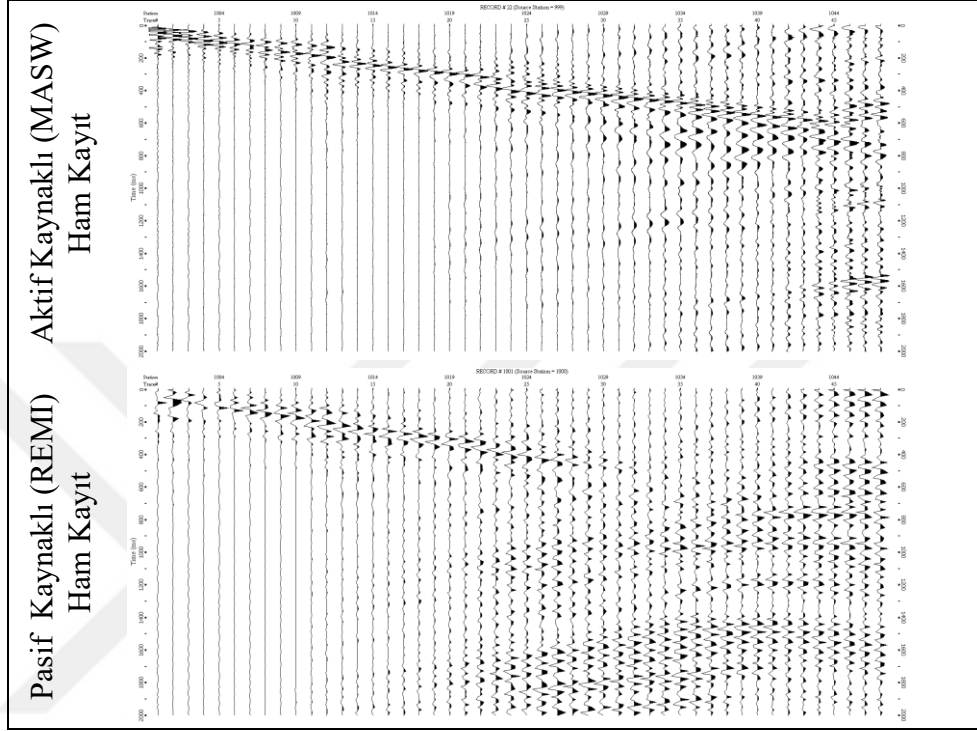
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,957	3,597	309,481
8,903	4,946	477,836
15,085	6,182	523,575
22,813	7,728	708,277
32,473	9,660	587,572
44,547	12,074	509,764
59,640	15,093	1114,045
78,506	18,866	1313,497
102,089	23,583	876,153
127,611	25,522	1698,703

Tablo A.30. 0709 istasyonunda hesaplanan değerler

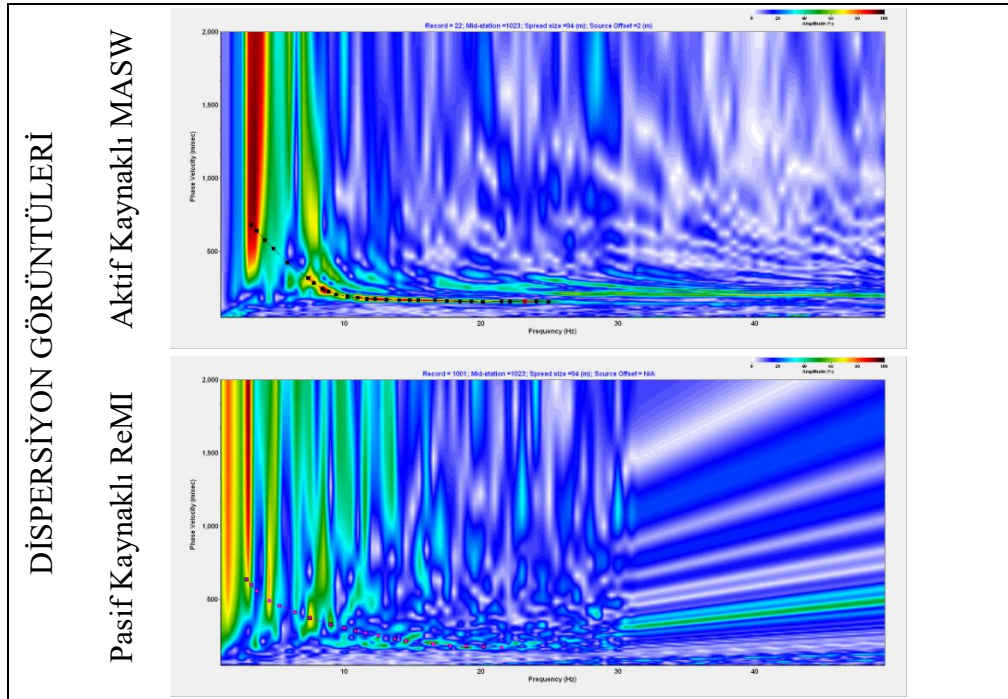
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
516 m/s	550 m/s	722 m/s	59,64 m

0710 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

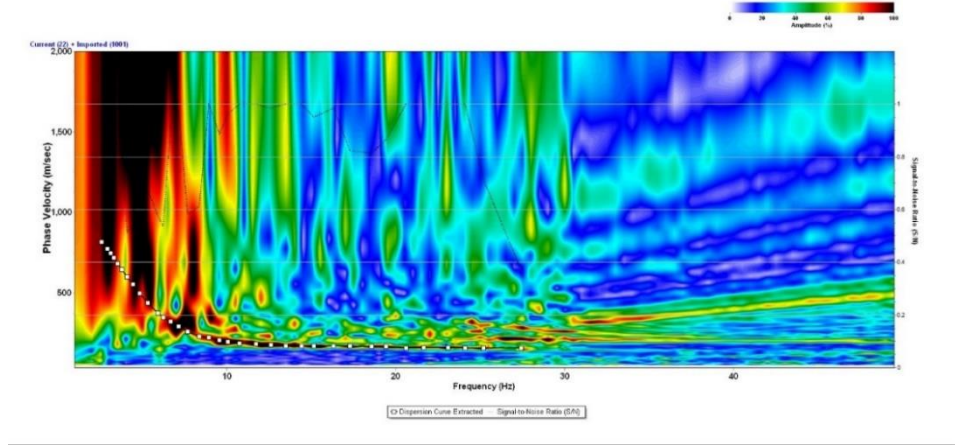
Yer : Antalya Manavgat Orman İşleri Müdürlüğü Enlem :36,7866 Boylam :31,4324
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



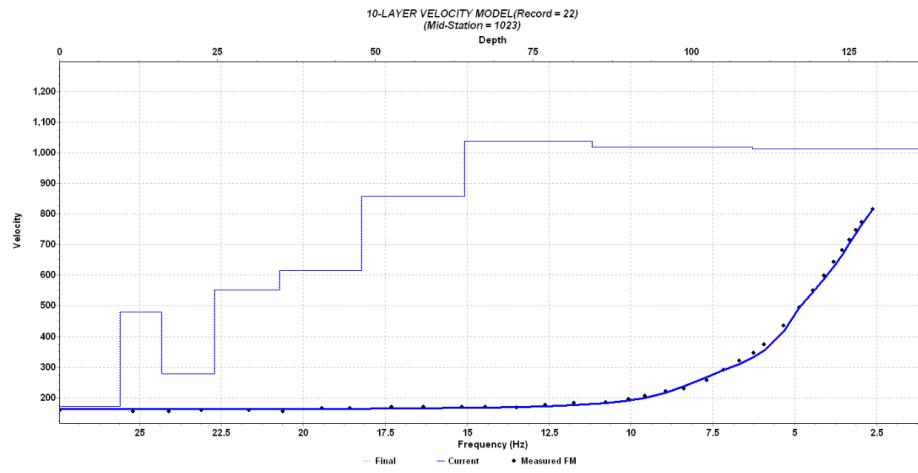
Şekil A.61. AFAD 0710 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.62. 0710 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.63. 0710 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.64. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.31. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

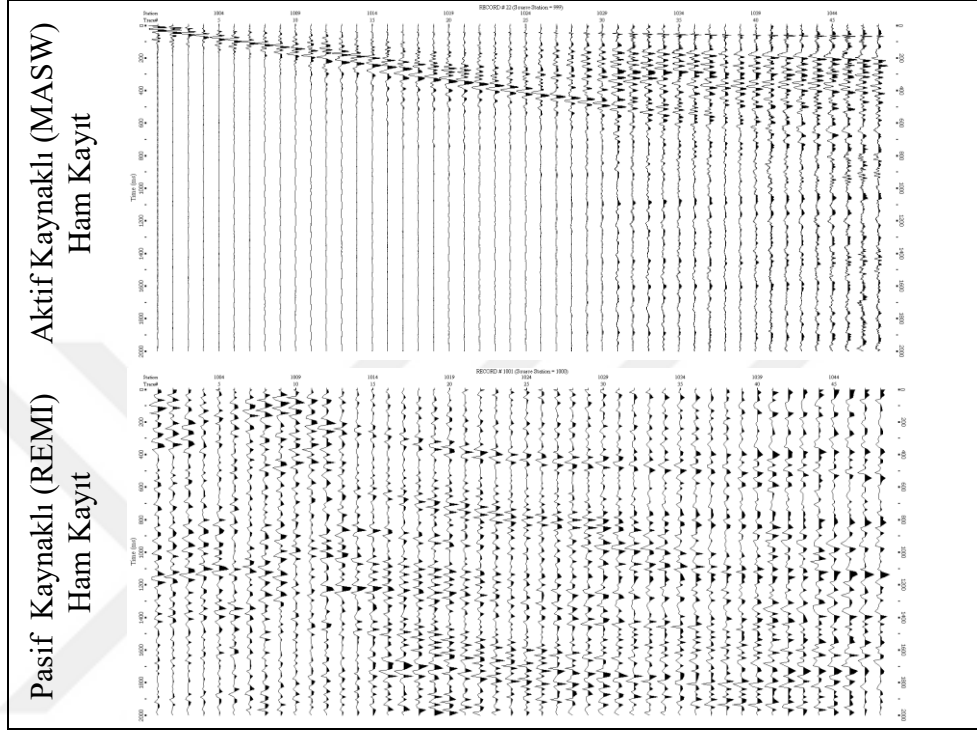
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
4,253	4,253	172,671
9,569	5,316	171,482
16,214	6,645	479,305
24,520	8,306	277,895
34,903	10,383	551,630
47,882	12,979	615,364
64,105	16,223	858,410
84,384	20,279	1037,851
109,733	25,349	1018,901
137,166	27,433	1013,354

Tablo A.32. 0710 istasyonunda hesaplanan değerler

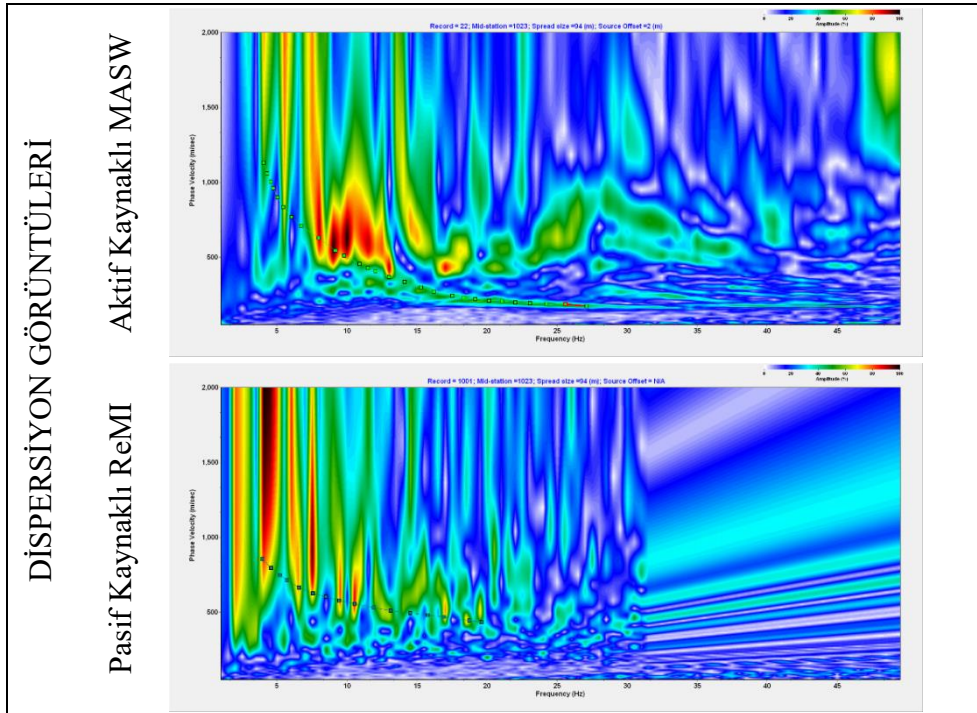
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
274 m/s	353 m/s	518 m/s	84,38 m

0711 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

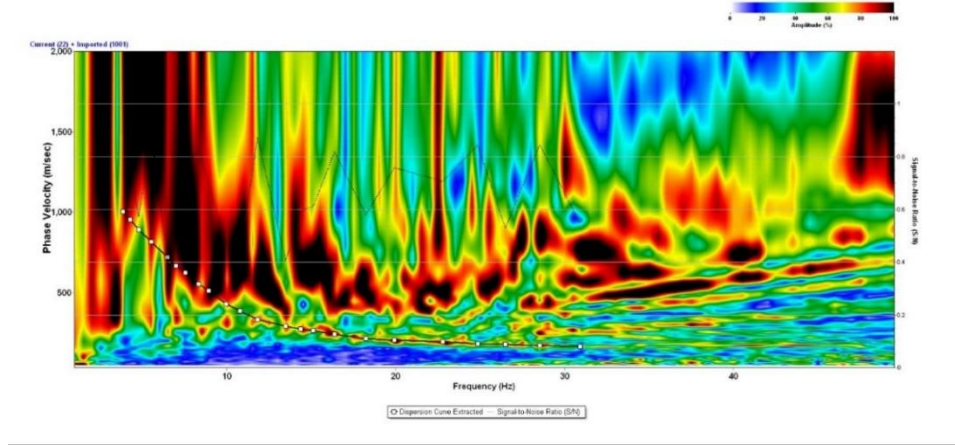
Yer : Antalya Serik Orman İşleri Müdürlüğü Enlem :36.918 Boylam : 31.0876
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



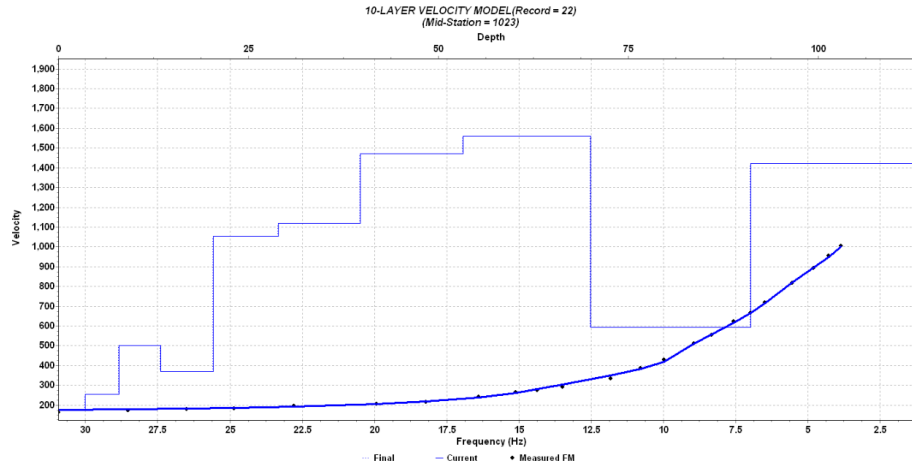
Şekil A.65. AFAD 0711 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.66. 0711 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.67. 0711 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.68. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.33. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

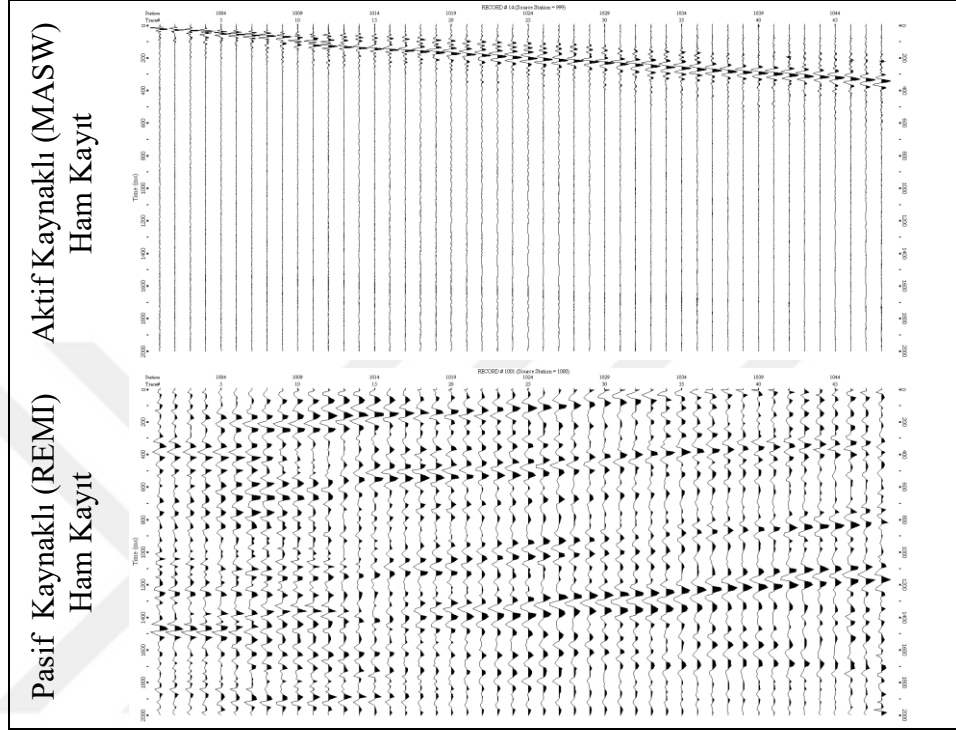
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,529	3,529	175,500
7,941	4,412	253,195
13,456	5,515	501,168
20,349	6,893	368,208
28,966	8,617	1052,363
39,737	10,771	1120,716
53,201	13,464	1472.852
70,030	16,829	1561,186
91,067	21,037	593,294
113,834	22,767	1422,757

Tablo A.34. 0711 istasyonunda hesaplanan değerler

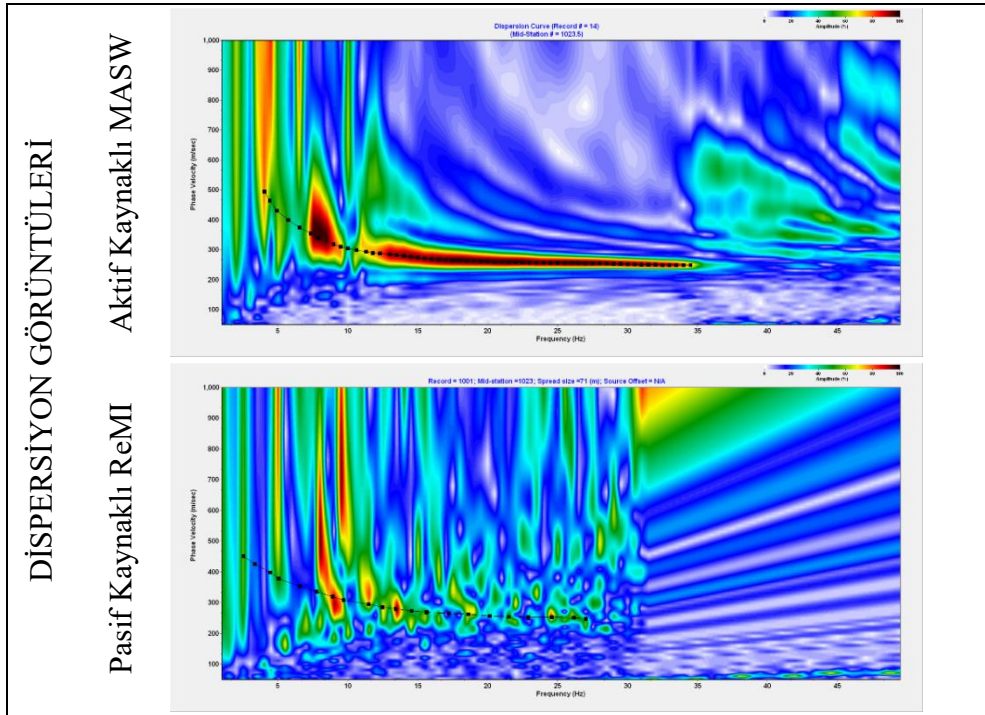
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
393 m/s	543 m/s	682 m/s	28,96 m

0801 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

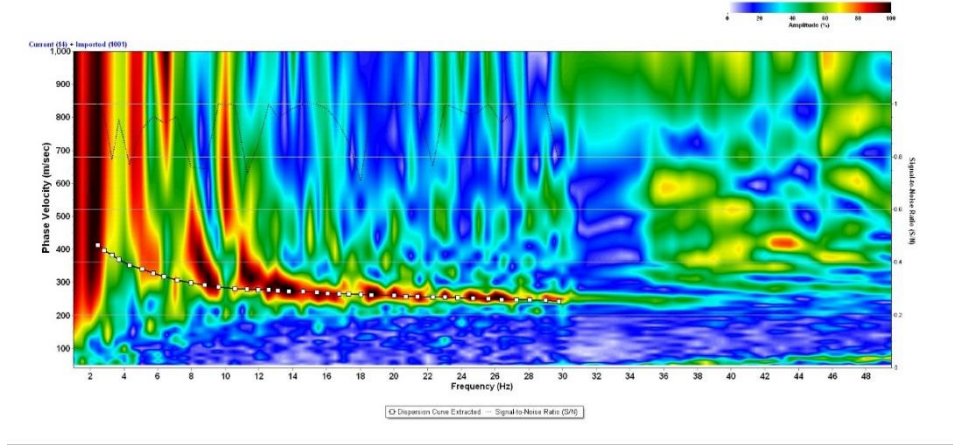
Yer : Artvin Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Enlem : 41,1768 Boylam : 41,8384
Ofset : 2 m Jeofon Aralığı : 1.5 m Jeofon Sayısı : 48



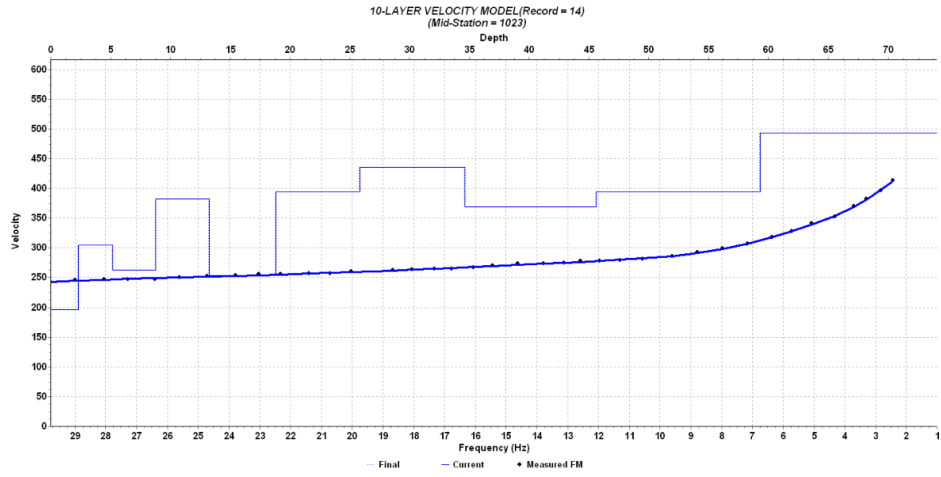
Şekil A.69. AFAD 0801 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.70. 0801 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.71. 0801 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.72. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.35. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

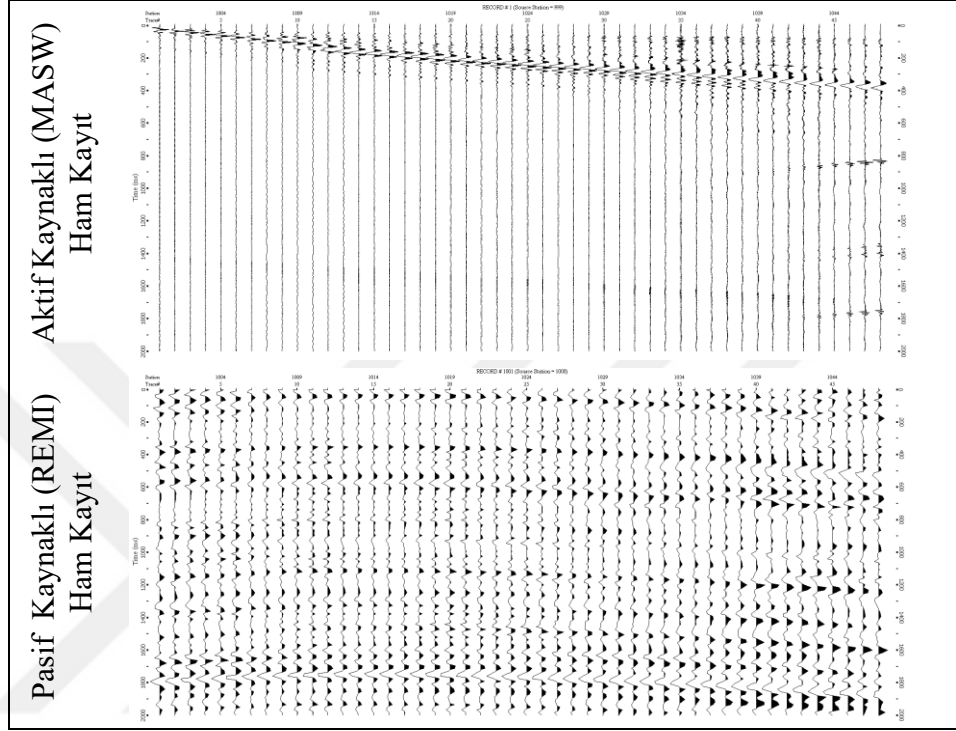
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
1,149	1,149	195,824
3,734	2,585	305,076
6,965	3,231	263,217
11,004	4,039	382,588
16,053	5,049	253,681
22,364	6,311	394,863
30,253	7,889	435,561
40,114	9,861	369,669
52,441	12,327	394,658
66,700	14,259	493,048

Tablo A.36. 0801 istasyonunda hesaplanan değerler

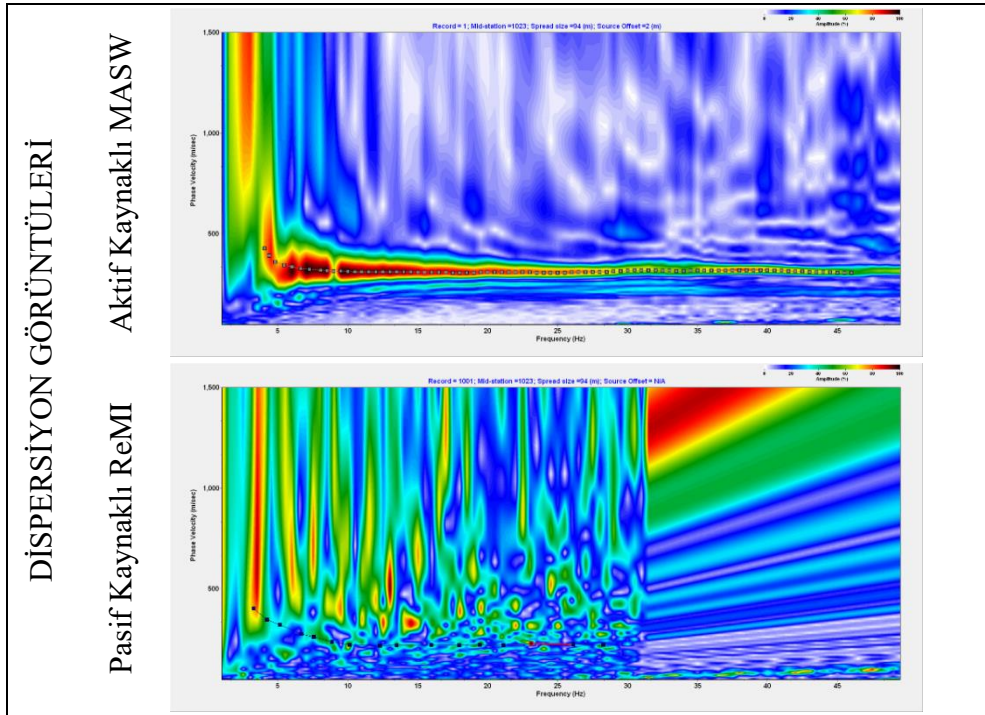
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0
331 m/s	350 m/s	-	-

1206 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

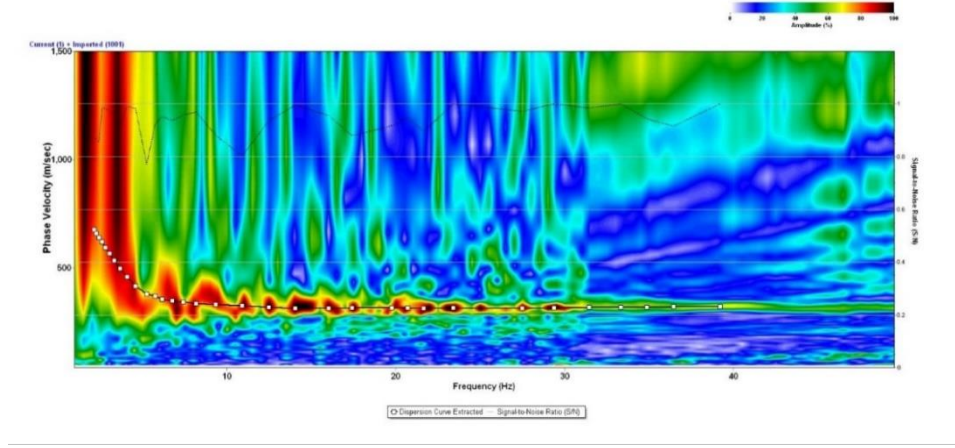
Yer : Bingöl Karlıova Belediye Araç Parkı Enlem :39,2934 Boylam :41,0088
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



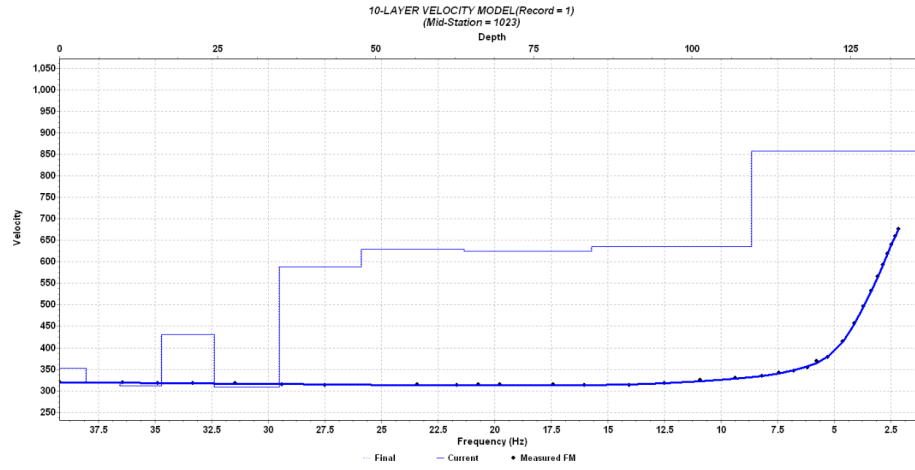
Şekil A.73. AFAD 1206 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.74. 1206 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.75. 1206 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.76. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.37. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

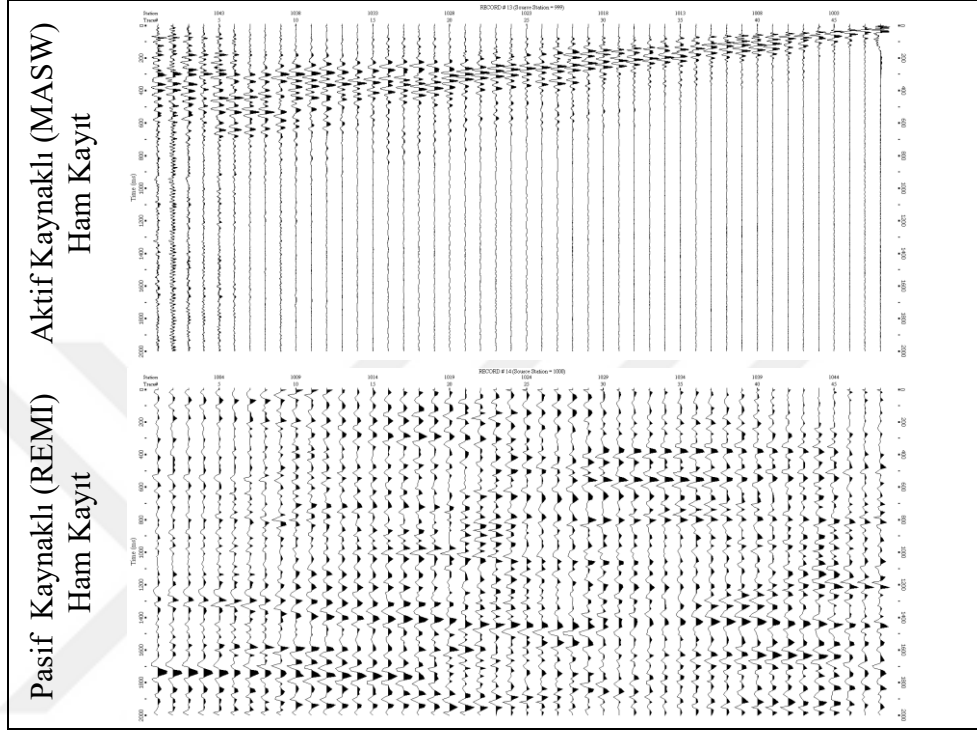
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
4,240	4,240	351,998
9,541	5,301	318,681
16,167	6,626	311,374
24,449	8,282	431,125
34,802	10,353	308,658
47,743	12,941	587,609
63,919	16,176	629,366
84,139	20,220	625,110
109,414	25,275	635,091
136,767	27,353	857,789

Tablo A.38. 1206 istasyonunda hesaplanan değerler

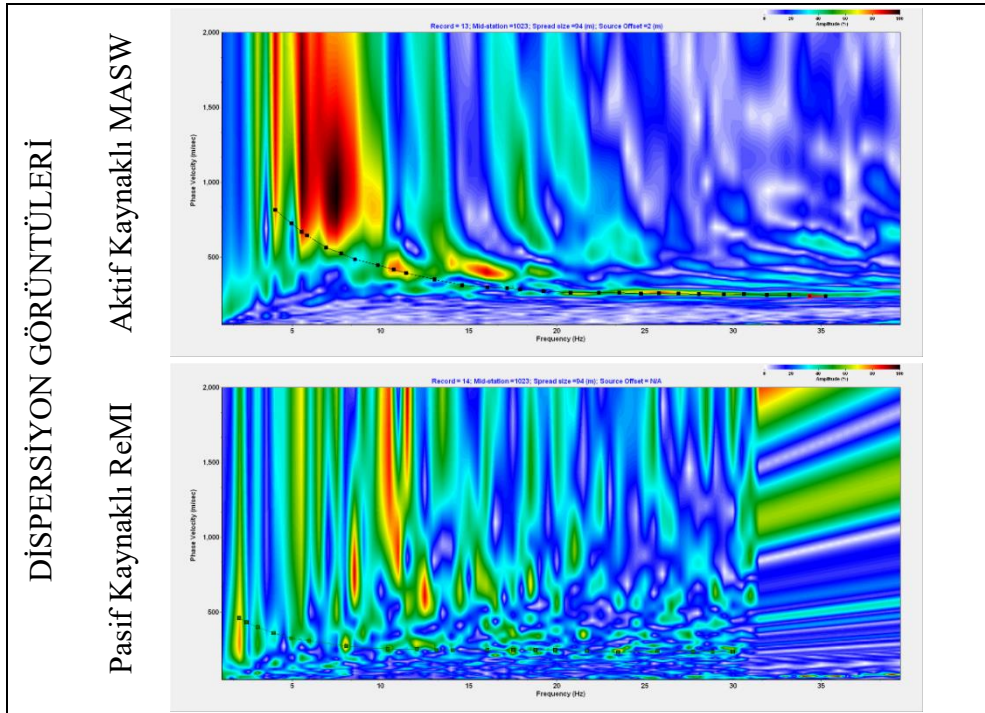
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0
344 m/s	390 m/s	481 m/s	-

1802 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

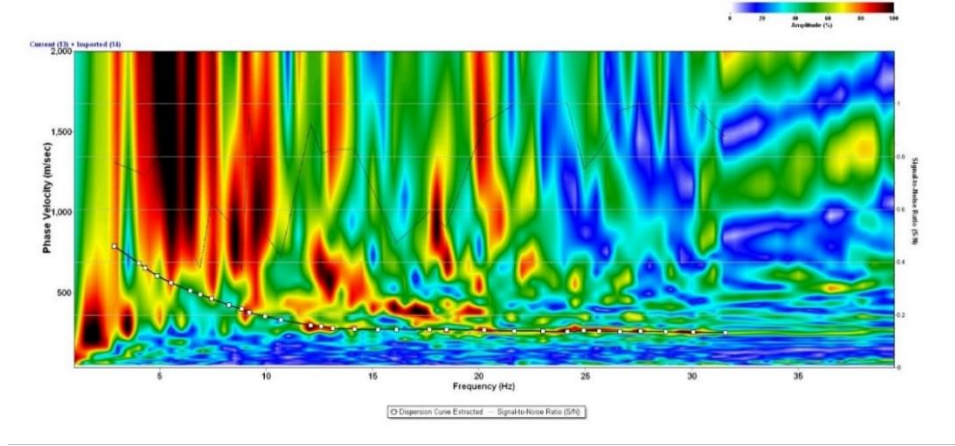
Yer : Çankırı Meteoroloji Müdürlüğü Enlem : 40,6082 Boylam : 33,61038
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



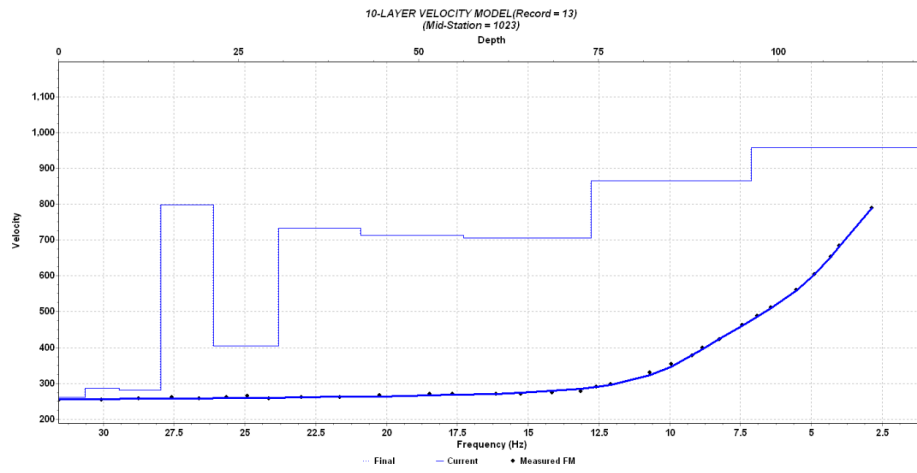
Şekil A.77. AFAD 1802 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.78. 1802 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.79. 1802 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.80. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.39. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

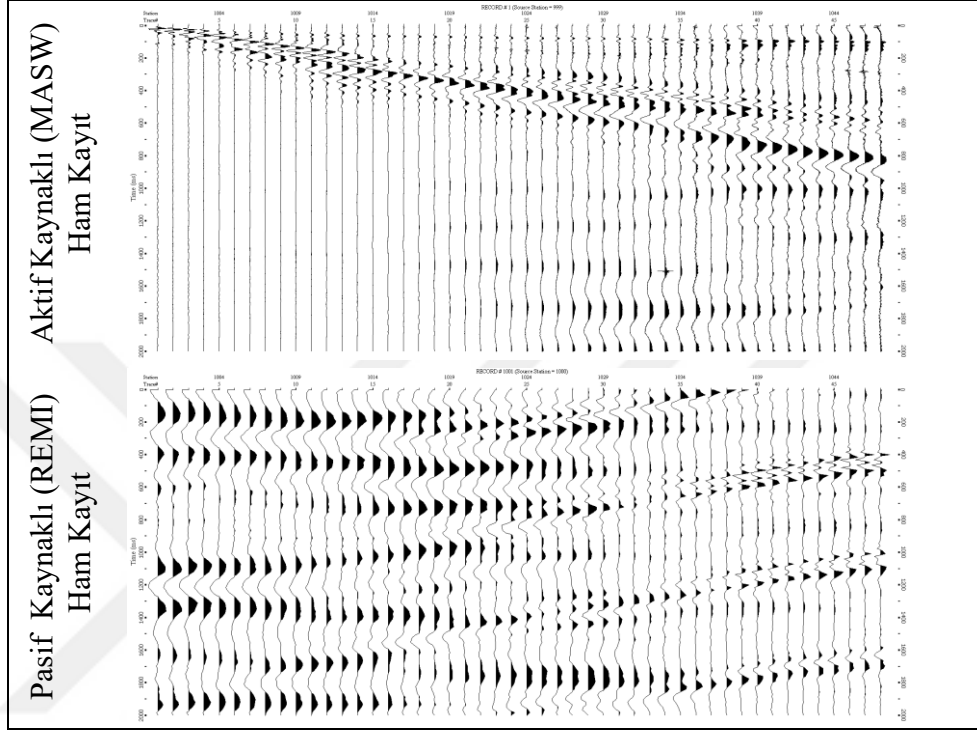
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,731	3,731	261,301
8,395	4,664	286,732
14,224	5,829	282,174
21,511	7,287	797,382
30,619	9,108	404,654
42,005	11,386	732,580
56,237	14,232	712,316
74,027	17,790	706,147
96,264	22,237	864,619
120,330	24,066	957,630

Tablo A.40. 1802 istasyonunda hesaplanan değerler

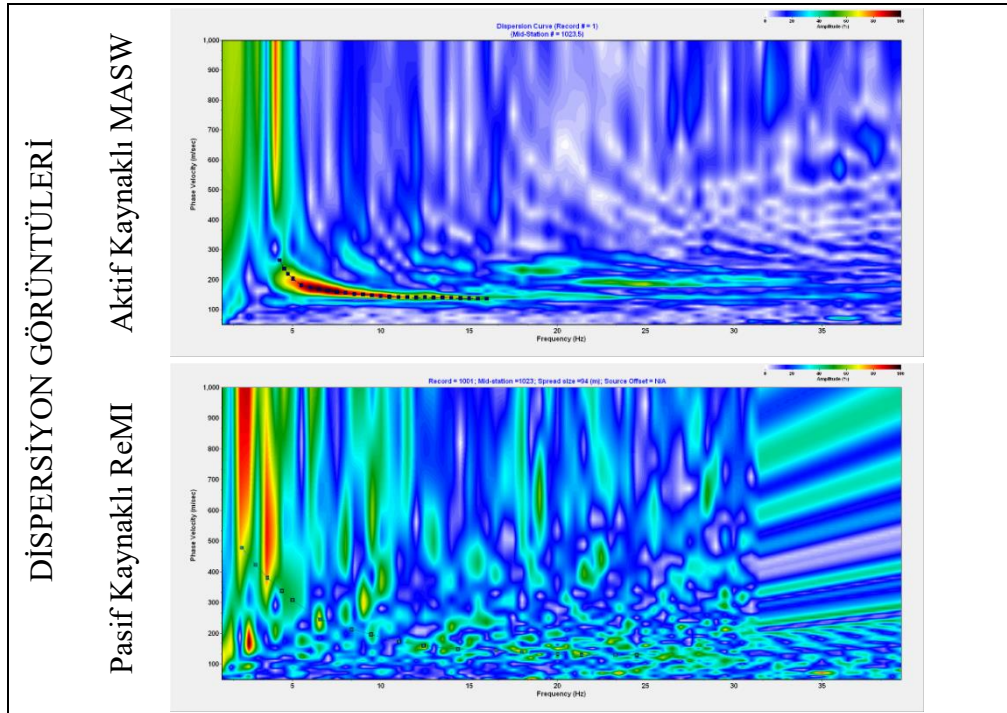
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0
369 m/s	456 m/s	577 m/s	-

1904 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

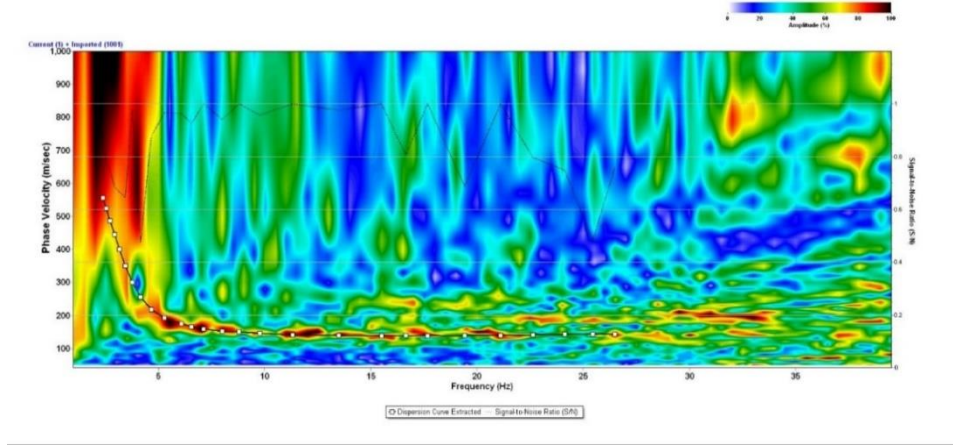
Yer : Çorum Meteoroloji Müdürlüğü Enlem : 40,5459 Boylam : 34,9367
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



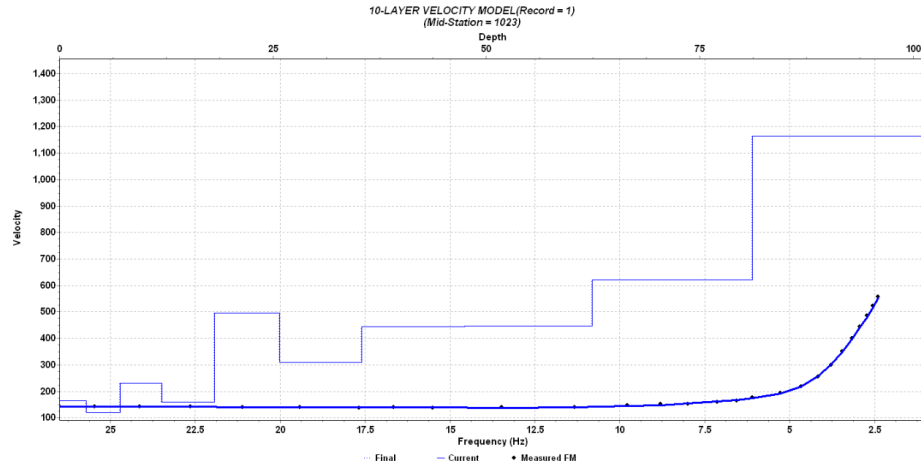
Şekil A.81. AFAD 1904 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.82. 1904 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.83. 1904 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.84. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.41. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

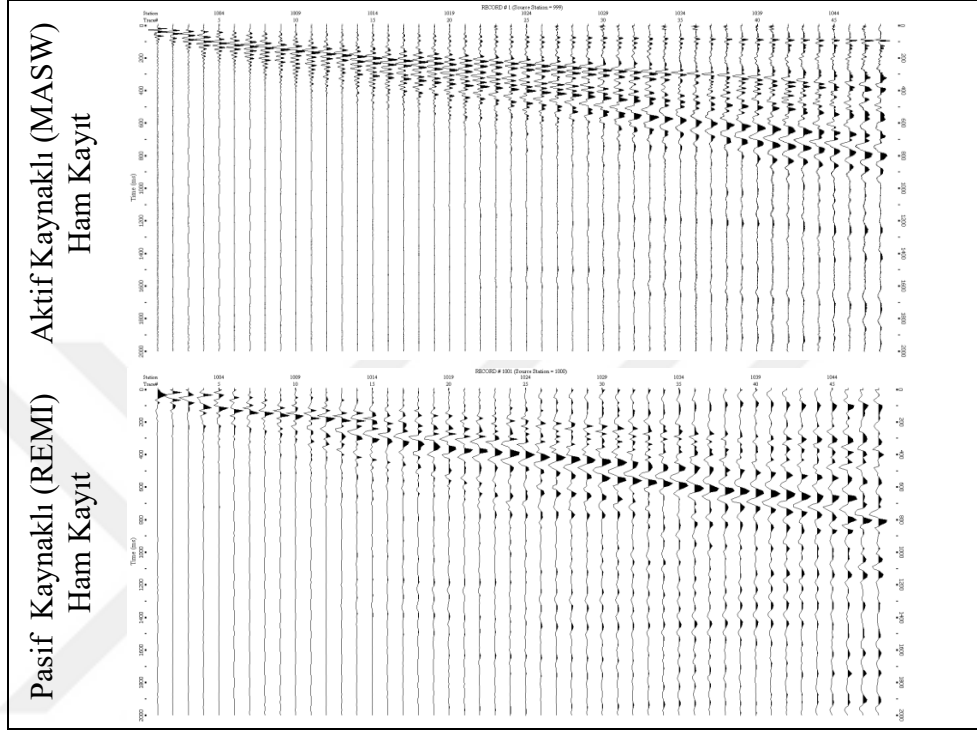
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,146	3,146	165,905
7,079	3,933	121,438
11,995	4,916	231,040
18,140	6,145	159,155
25,821	7,681	497,143
35,423	9,602	310,256
47,425	12,002	444,792
62,428	15,003	446,524
81,181	18,753	622,605
101,476	20,295	1164,922

Tablo A.42. 1904 istasyonunda hesaplanan değerler

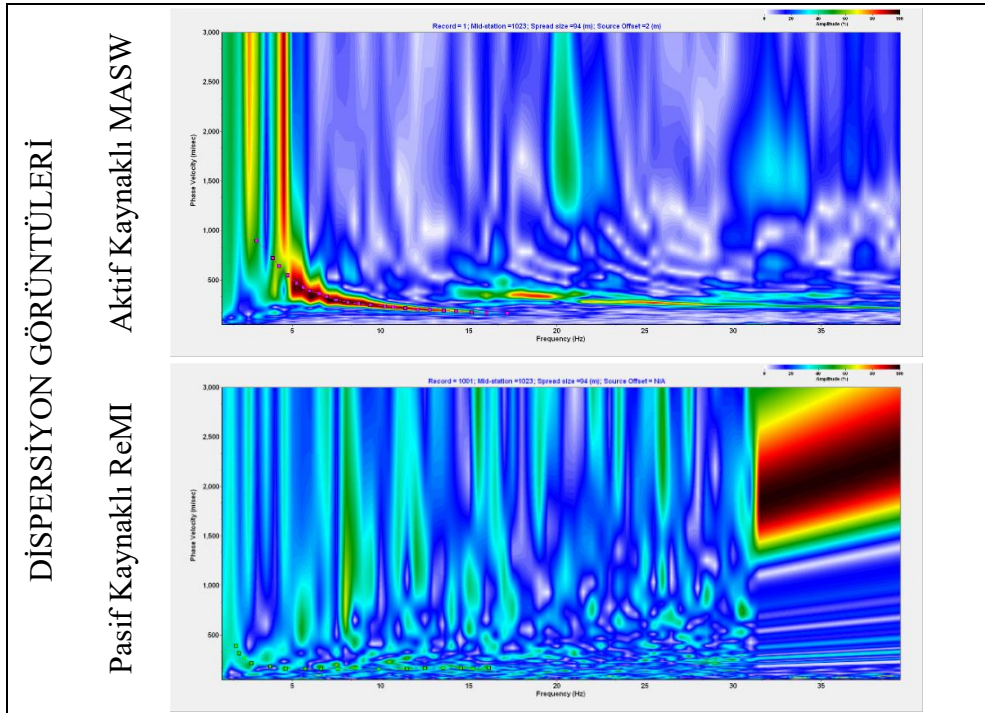
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
214 m/s	263 m/s	378 m/s	101,4 m

1905 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

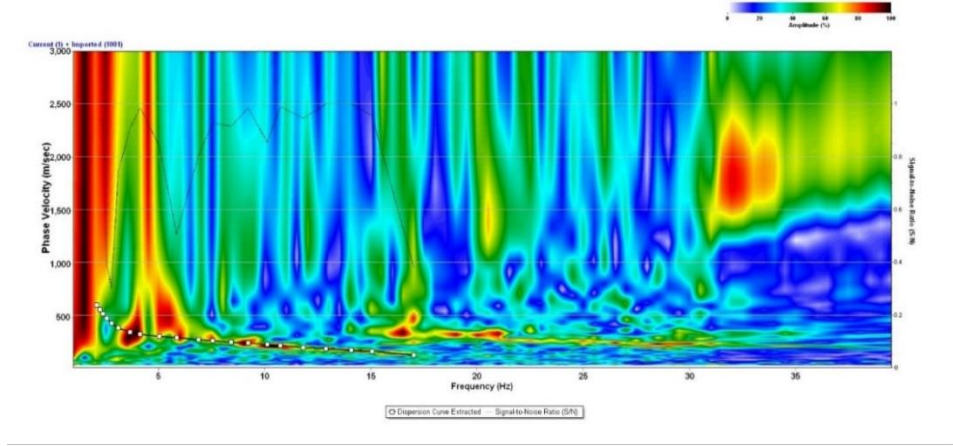
Yer : Çorum Alaca 3 No lu Sağlık Ocağı Enlem : 40,1668 Boylam : 34,8576
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



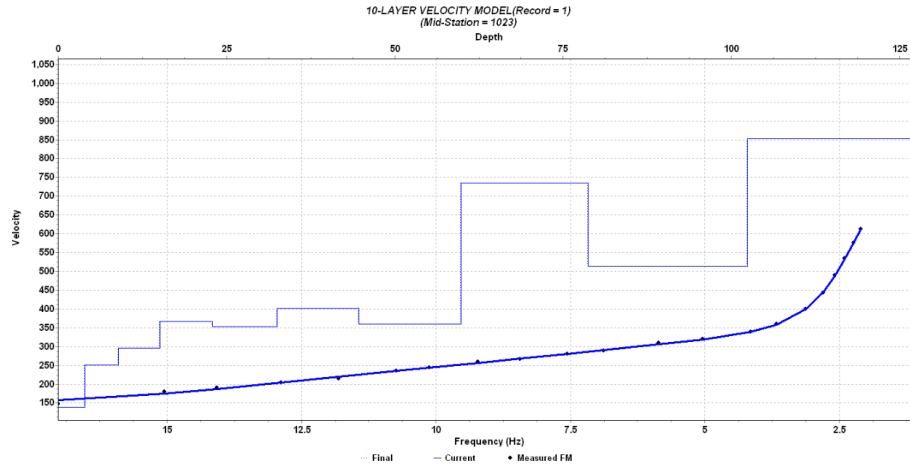
Şekil A.85. AFAD 1905 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.86. 1905 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.87. 1905 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.88. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.43. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

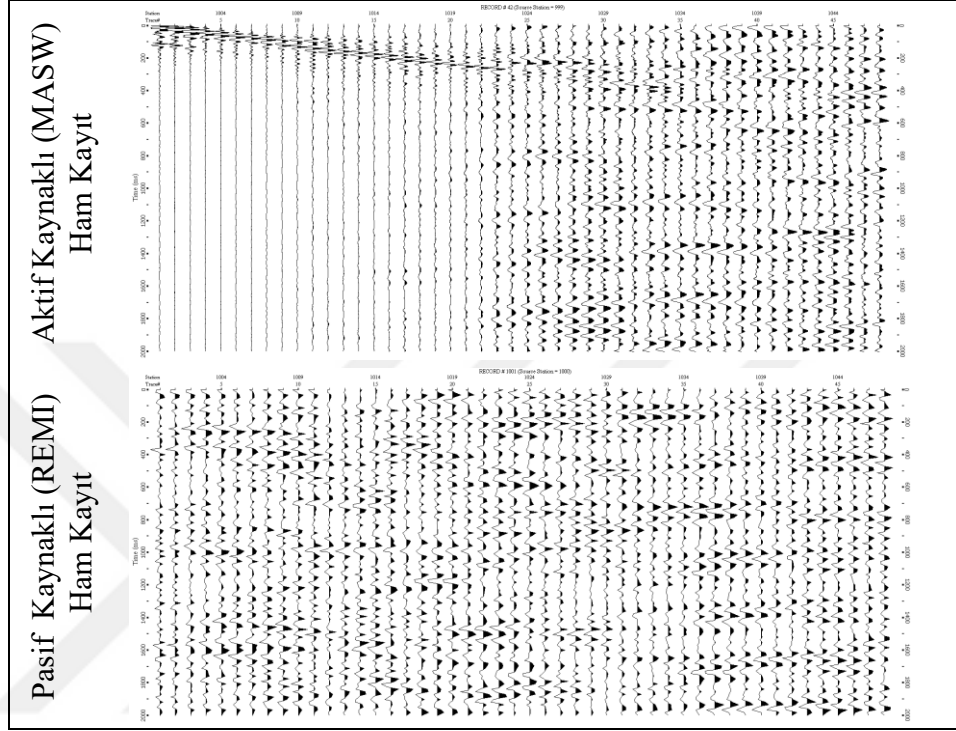
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,968	3,968	138,812
8,928	4,960	250,794
15,128	6,200	295,908
22,878	7,750	367,342
32,566	9,688	352,863
44,676	12,110	400,835
59,814	15,138	360,577
78,736	18,922	734,358
102,388	23,652	513,731
127,985	25,597	852,270

Tablo A.44. 1905 istasyonunda hesaplanan değerler

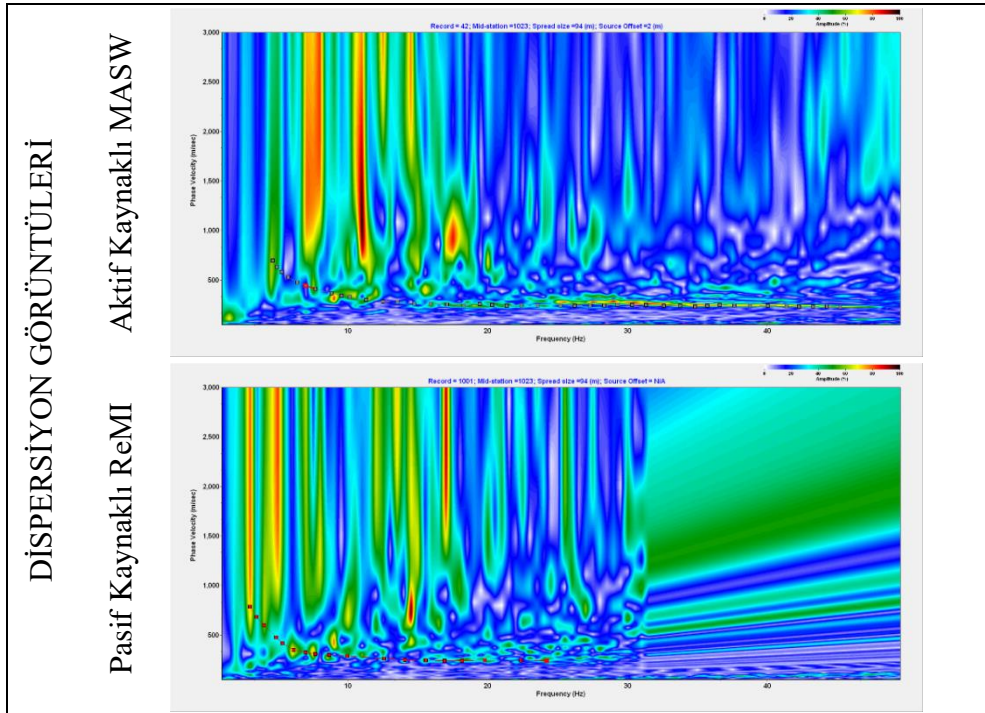
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0
271 m/s	307 m/s	389 m/s	-

2008 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

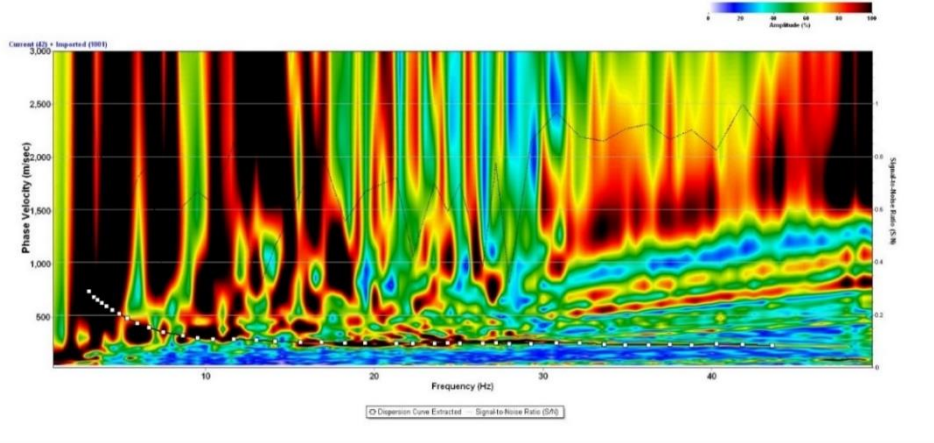
Yer : Denizli Babadağ İstanbul Camisi Enlem : 37,80916 Boylam :28,8599
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



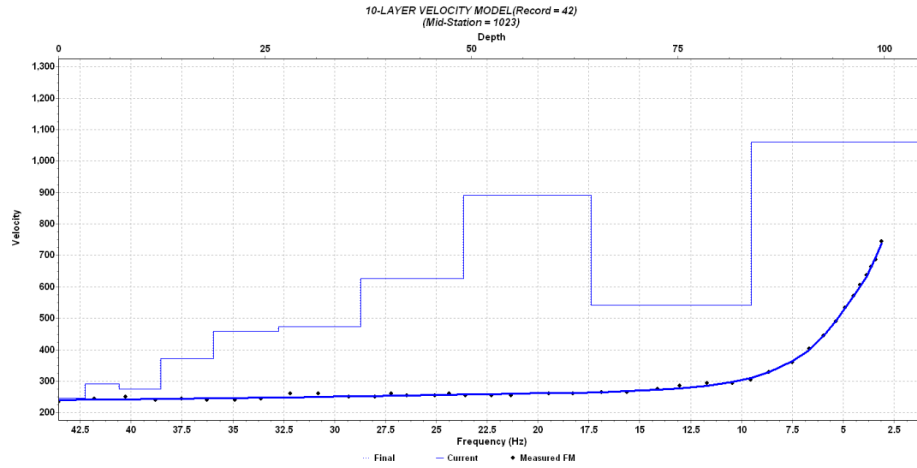
Şekil A.89. AFAD 2008 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.90. 2008 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.91. 2008 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.92. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.45. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

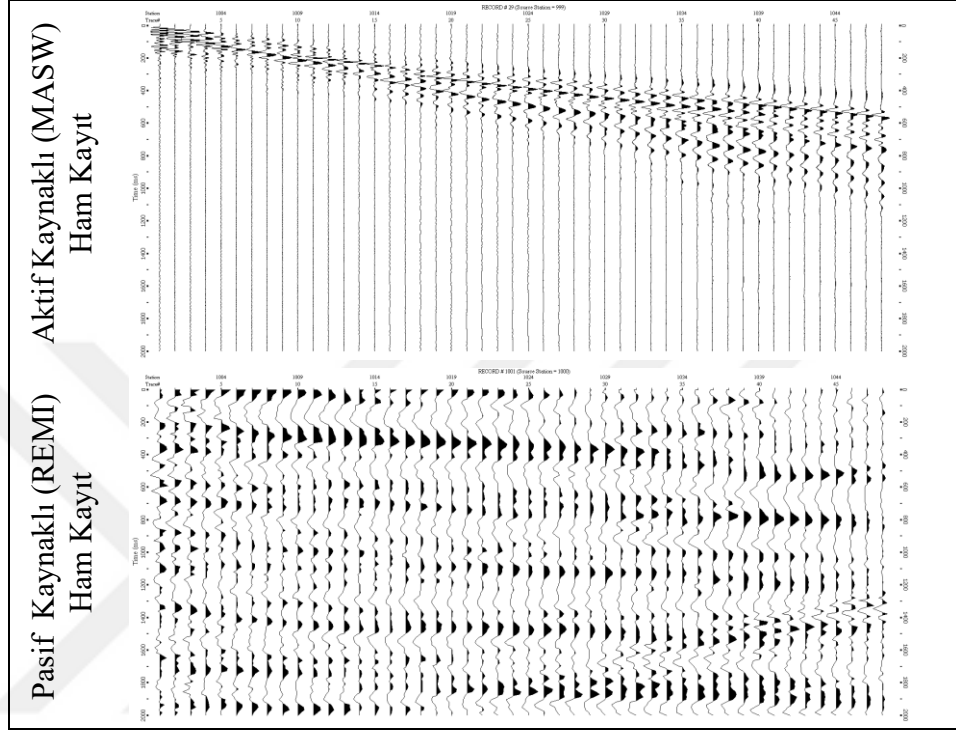
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,252	3,252	246,148
7,317	4,065	290,910
12,398	5,081	274,153
18,749	6,351	371,483
26,687	7,938	458,061
36,610	9,923	473,662
49,014	12,404	626,690
64,519	15,505	891,350
83,900	19,381	541,548
104,875	20,975	1060,067

Tablo A.46. 2008 istasyonunda hesaplanan değerler

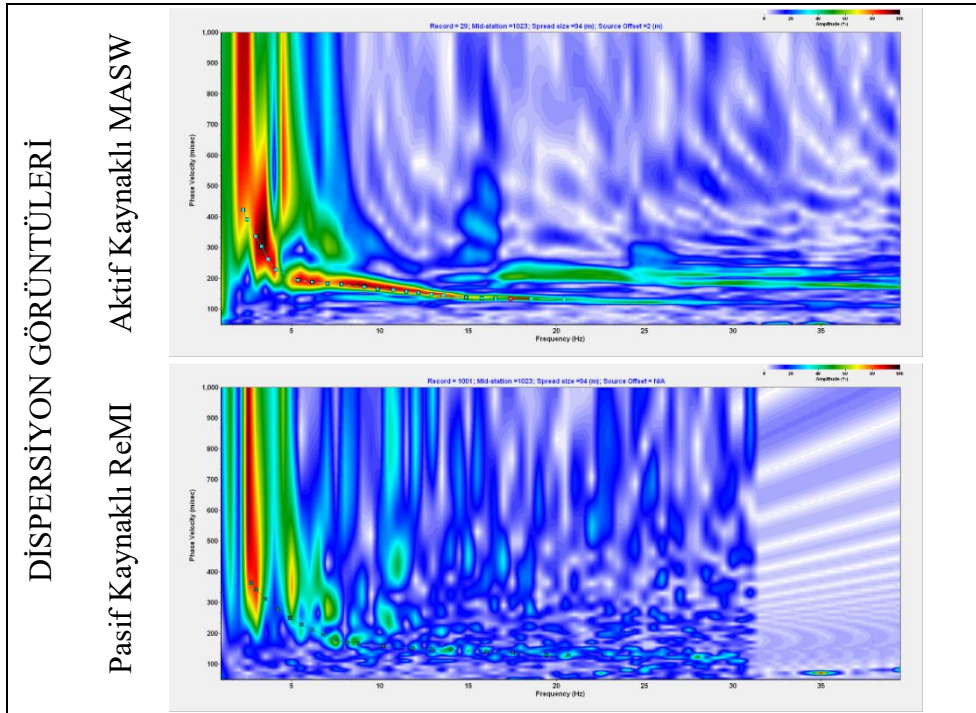
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
344 m/s	410 m/s	528 m/s	104,8 m

2009 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

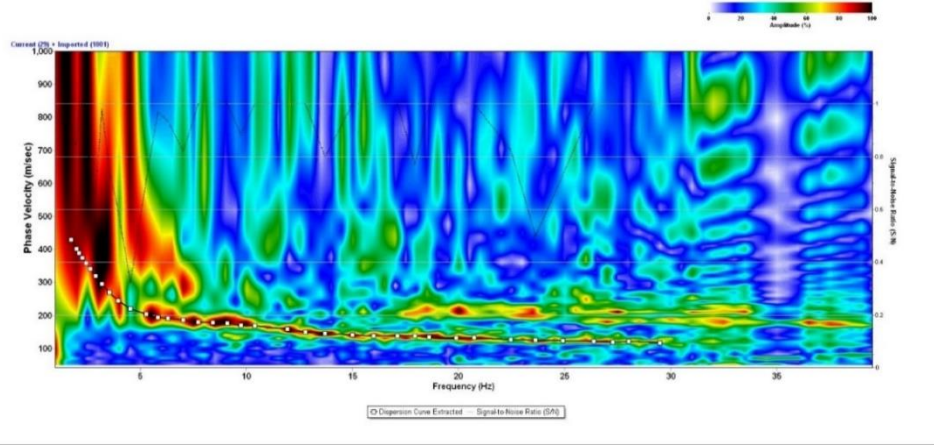
Yer : Denizli Aşağışamlı TRT Verici İstasyonu Enlem : 28,8541 Boylam : 37,8057
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



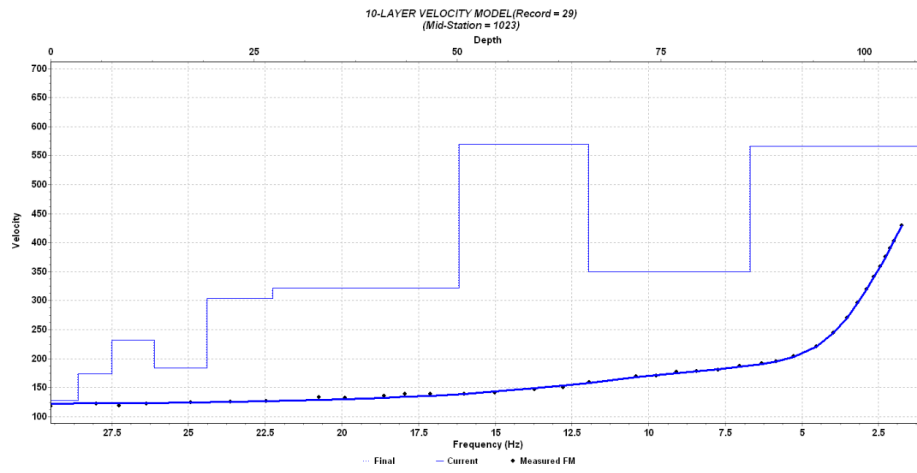
Şekil A.93. AFAD 2009 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.94. 2009 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.95. 2009 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.96. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.47. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

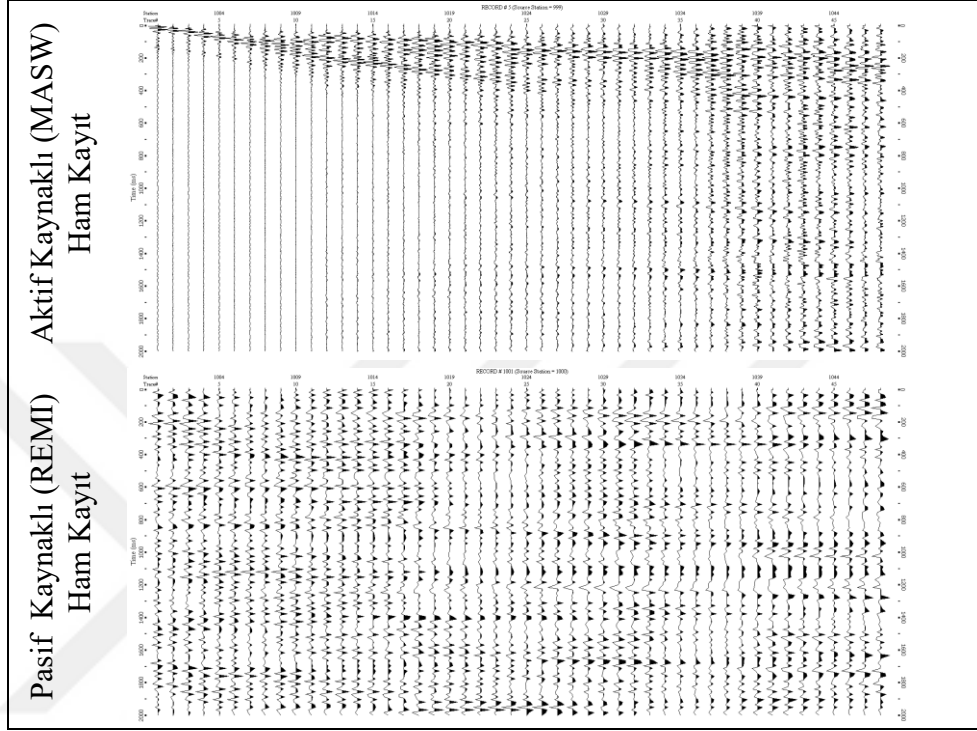
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,332	3,332	127,190
7,497	4,165	173,433
12,703	5,206	231,885
19,211	6,508	183,963
27,345	8,134	303,695
37,513	10,168	322,189
50,223	12,710	321,313
66,111	15,888	569,615
85,970	19,859	350,132
107,462	21,492	566,389

Tablo A.48. 2009 istasyonunda hesaplanan değerler

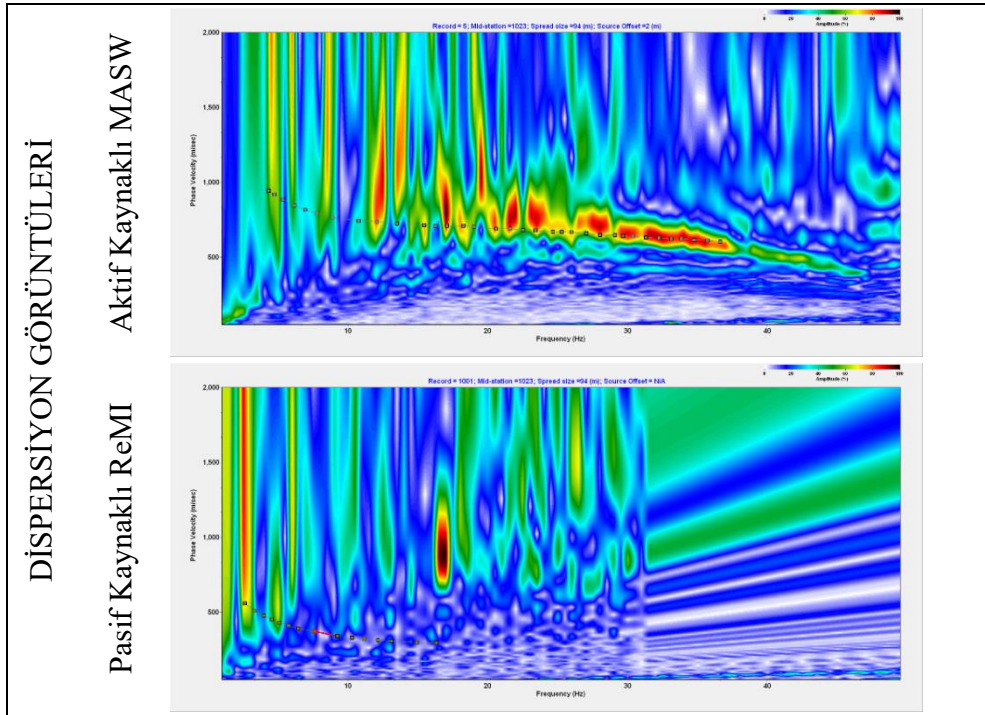
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
210 m/s	244 m/s	317 m/s	-

2010 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

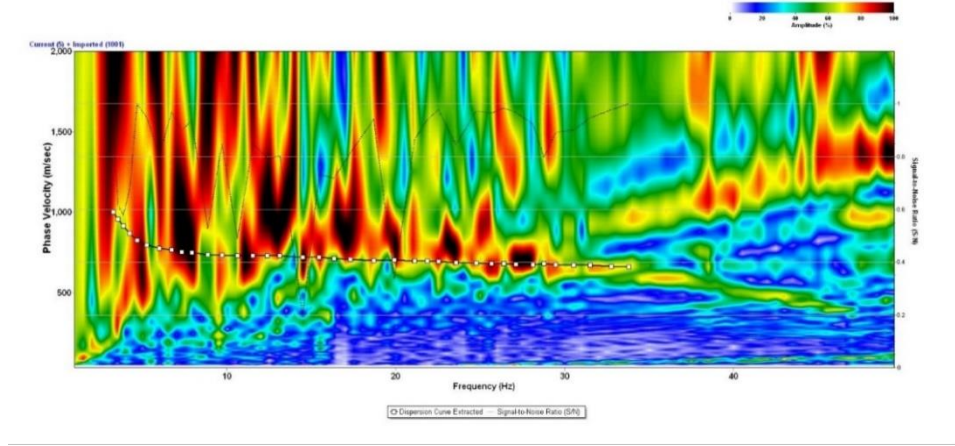
Yer : Denizli Honaz Enlem : 37,80441 Boylam : 29,24003 Ofset : 2 metre
Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



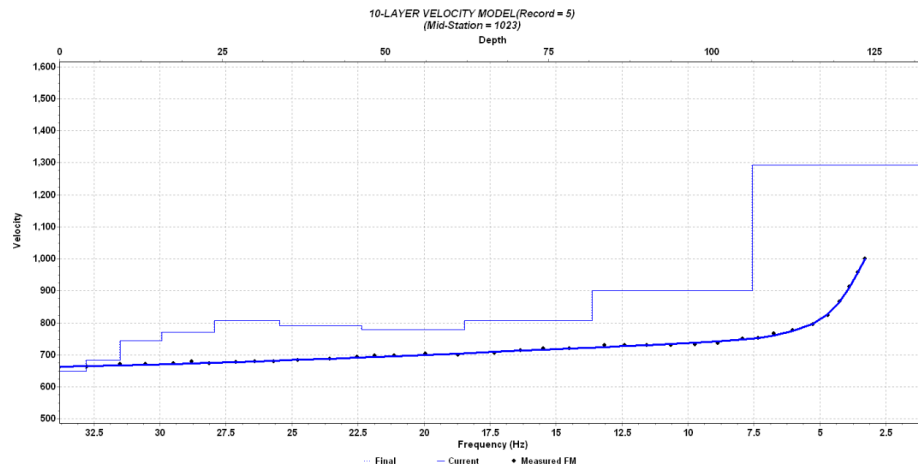
Şekil A.97. AFAD 2010 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.98. 2010 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.99. 2010 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.100. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.49. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

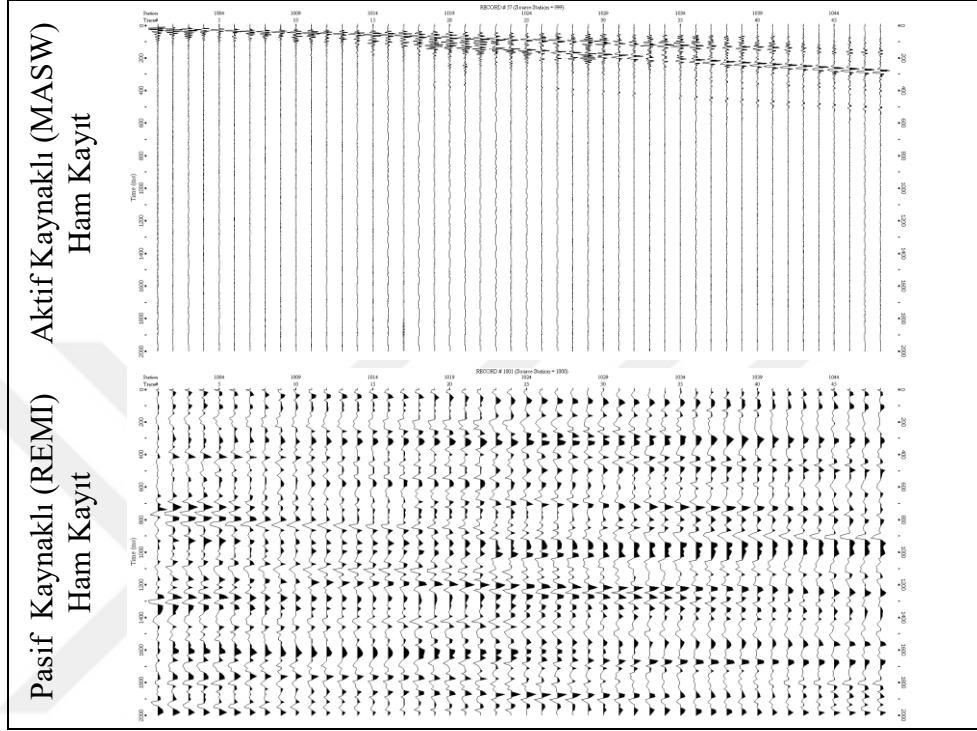
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
4,120	4,120	648,345
9,270	5,150	682,624
15,707	6,437	743,964
23,753	8,046	770,357
33,811	10,058	807,420
46,383	12,572	791,401
62,098	15,715	779,611
81,742	19,644	807,542
106,297	24,555	900,026
132,871	26,574	1292,533

Tablo A.50. 2010 istasyonunda hesaplanan değerler

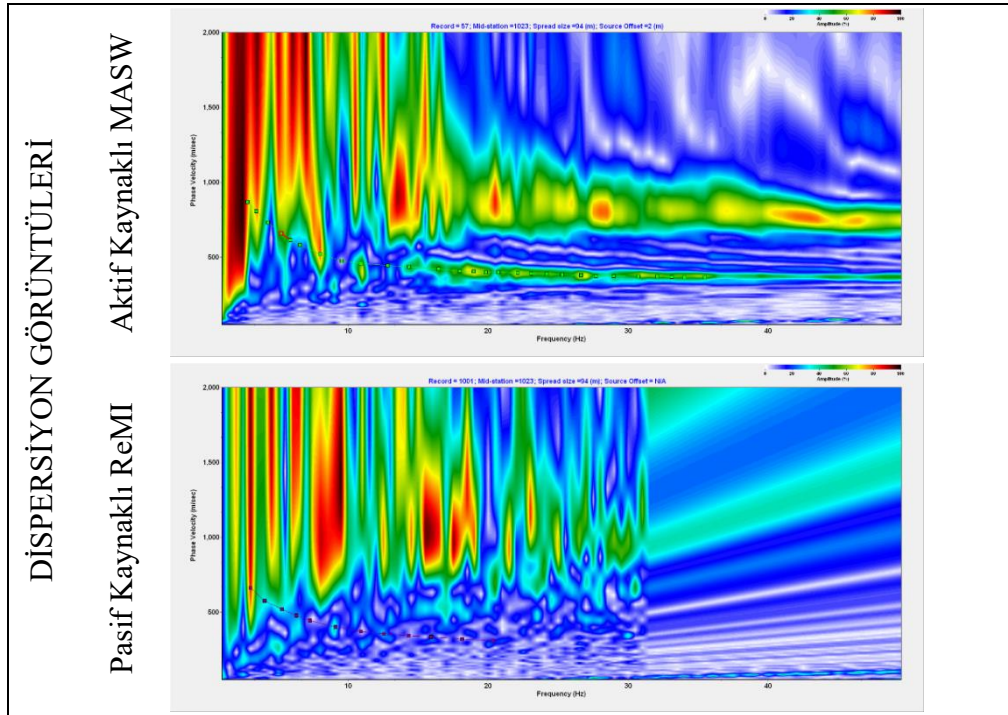
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
736 m/s	757 m/s	793 m/s	132,8 m

2011 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

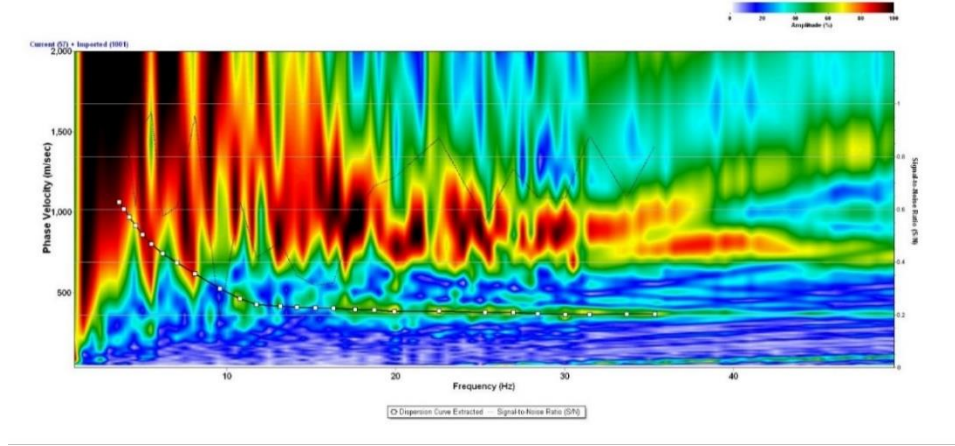
Yer : Denizli Pamukkale Üniversitesi Enlem : 37,7372 Boylam : 29,10064
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



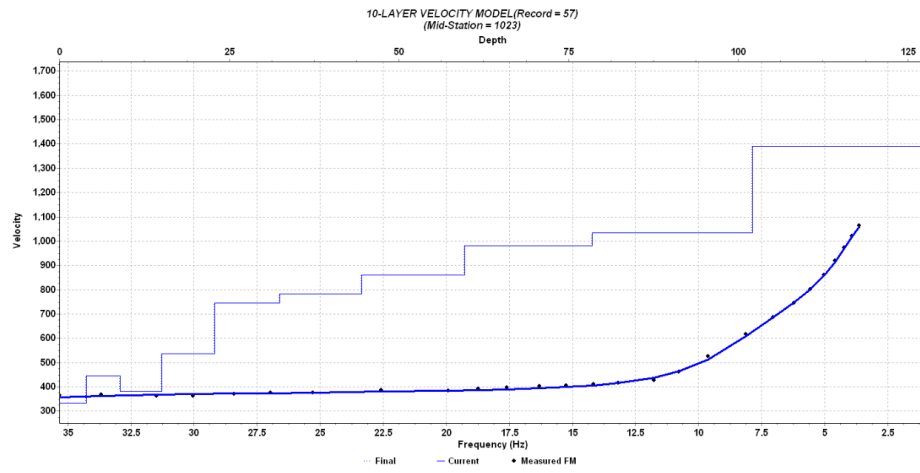
Şekil A.101. AFAD 2011 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.102. 2011 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.103. 2011 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.104. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.51. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

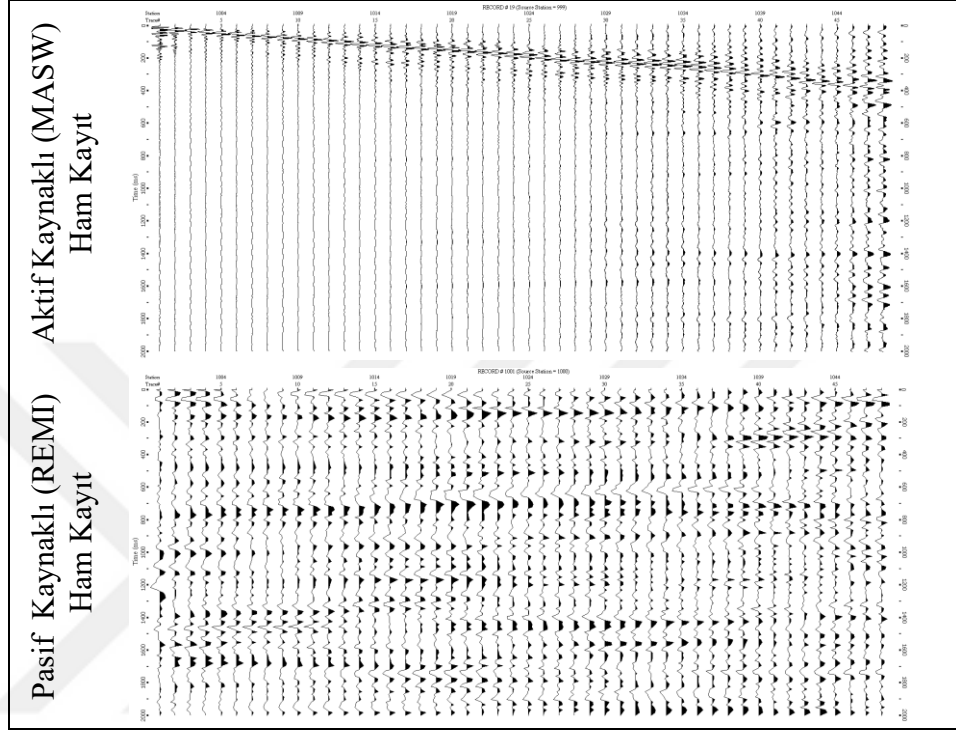
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,956	3,956	333,411
8,901	4,945	444,532
15,083	6,182	381,223
22,810	7,727	536,164
32,469	9,659	744,209
44,543	12,074	781,579
59,635	15,092	860,589
78,500	18,865	981,231
102,081	23,581	1033,493
127,601	25,520	1390,828

Tablo A.52. 2011 istasyonunda hesaplanan değerler

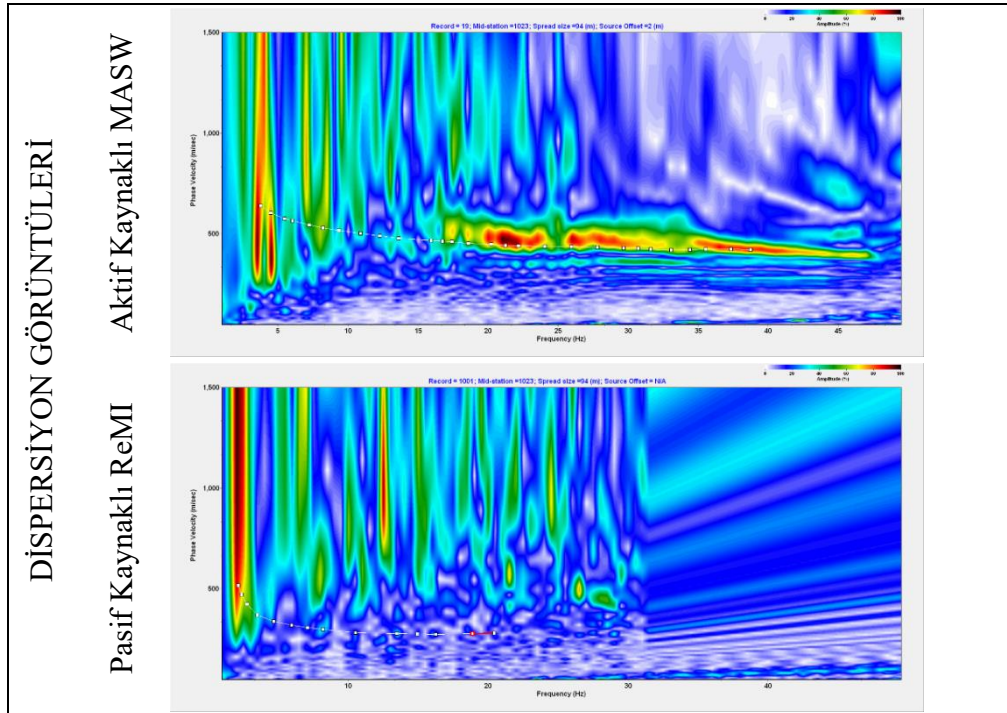
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
474 m/s	566 m/s	716 m/s	102 m

2015 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

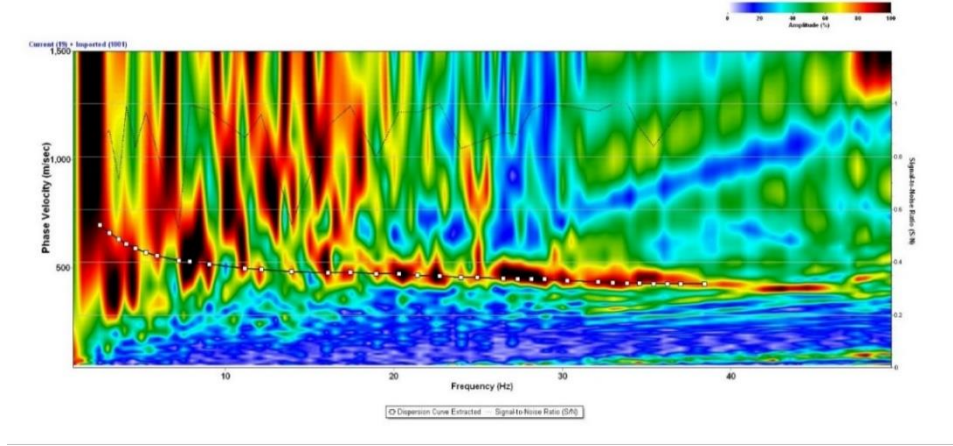
Yer : Denizli DSİ Enlem : 37,78019 Boylam : 29,08628 Ofset : 2 metre
Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



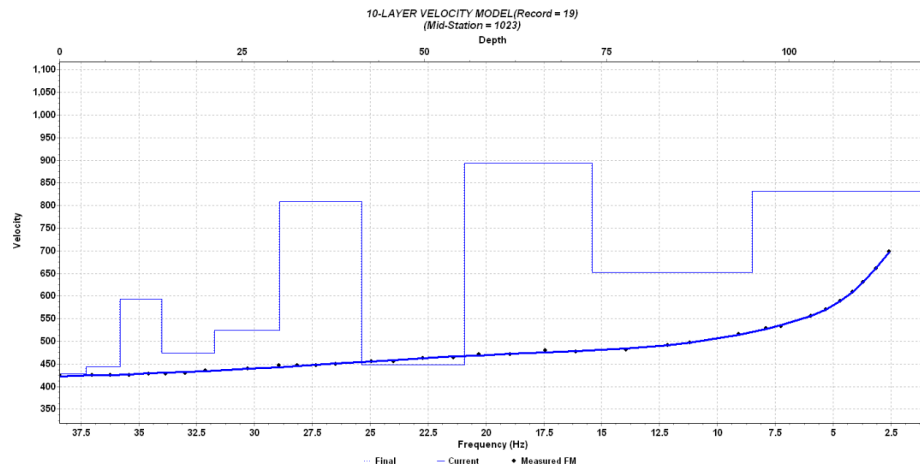
Şekil A.105. AFAD 2015 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.106. 2015 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.107. 2015 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.108. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.53. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,683	3,683	427,816
8,286	4,603	443,411
14,040	5,754	593,974
21,233	7,193	474,295
30,224	8,991	524,443
41,462	11,238	808,259
55,510	14,048	448,007
73,070	17,560	894,236
95,020	21,950	652,025
118,775	23,755	831,856

Tablo A.54. 2015 istasyonunda hesaplanan değerler

V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
495 m/s	532 m/s	604 m/s	-

2101 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

Yer : Diyarbakır Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü

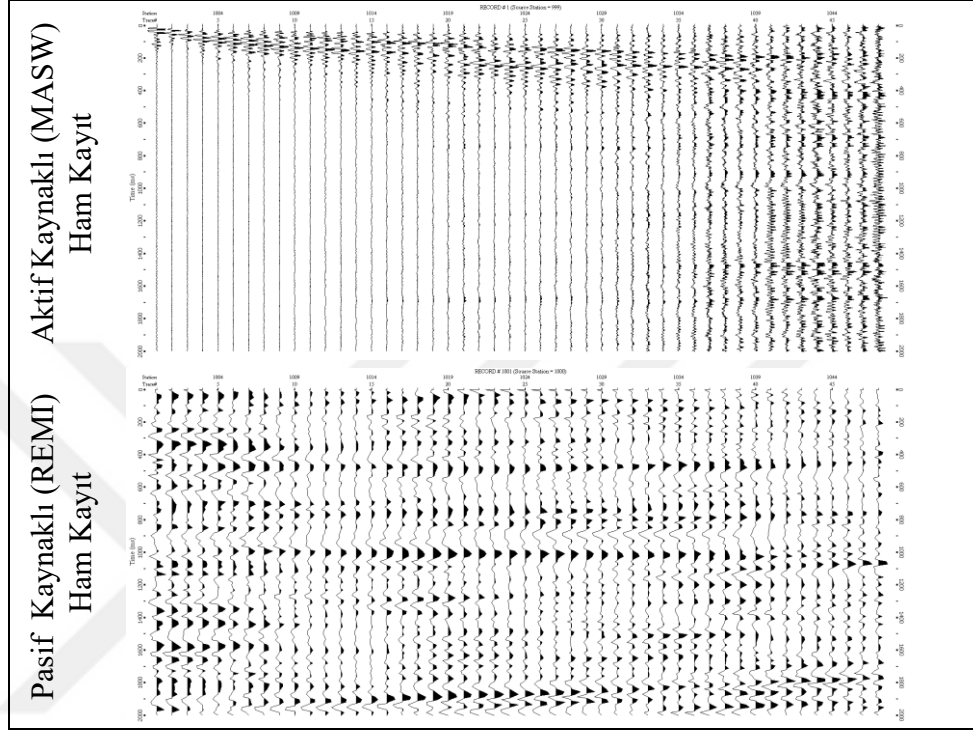
Enlem : 37,93088

Boylam : 40,20278

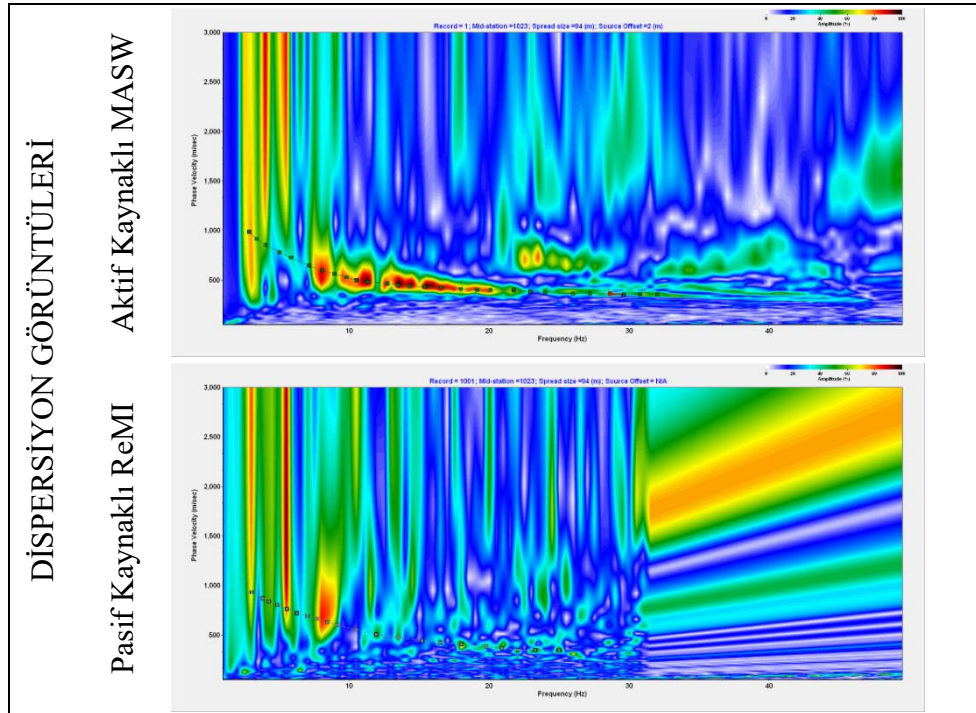
Ofset : 2 metre

Jeofon Aralığı : 2 metre

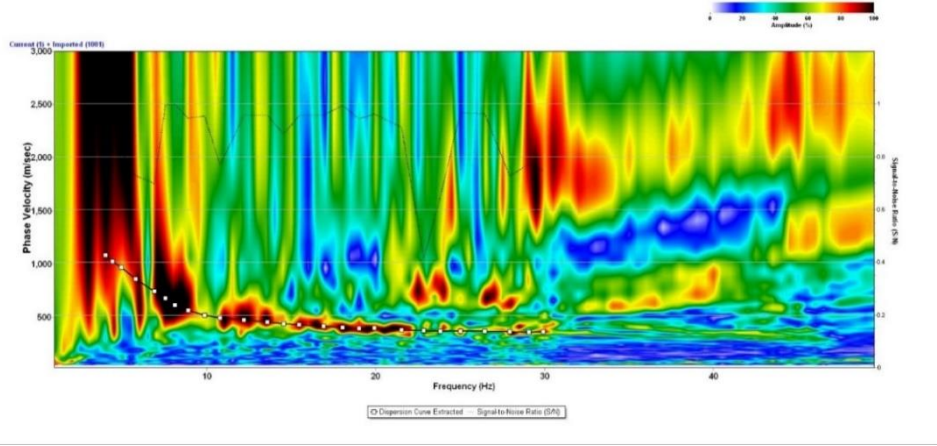
Jeofon Sayısı : 48



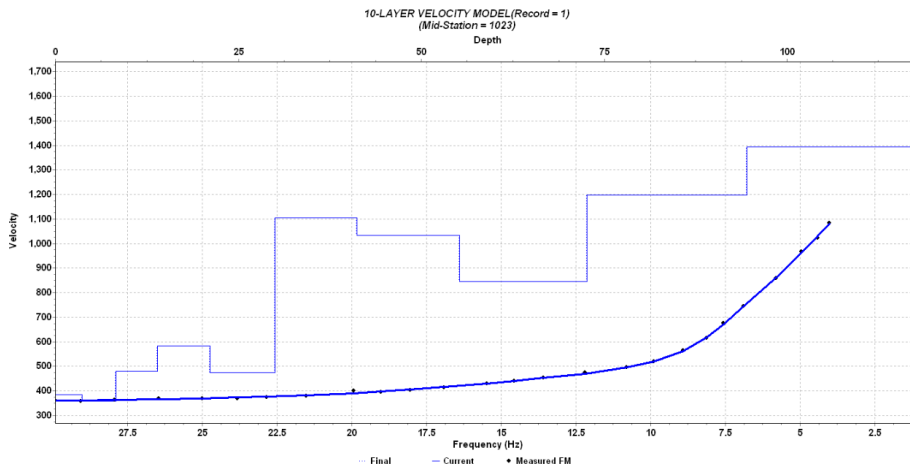
Şekil A.109. AFAD 2101 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.110. 2101 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.111. 2101 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.112. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.55. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

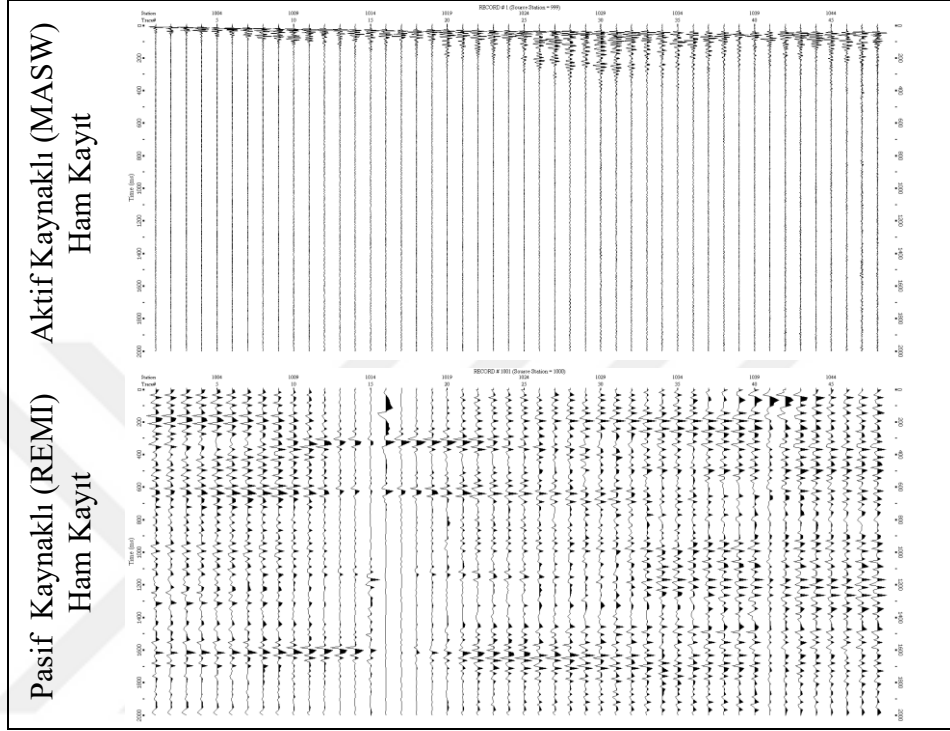
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,661	3,661	384,283
8,237	4,576	357,569
13,957	5,720	479,020
21,107	7,150	584,028
30,044	8,937	474,800
41,215	11,171	1105,032
55,179	13,964	1034,763
72,634	17,455	845,408
94,453	21,819	1198,132
118,066	23,613	1392,558

Tablo A.56. 2101 istasyonunda hesaplanan değerler

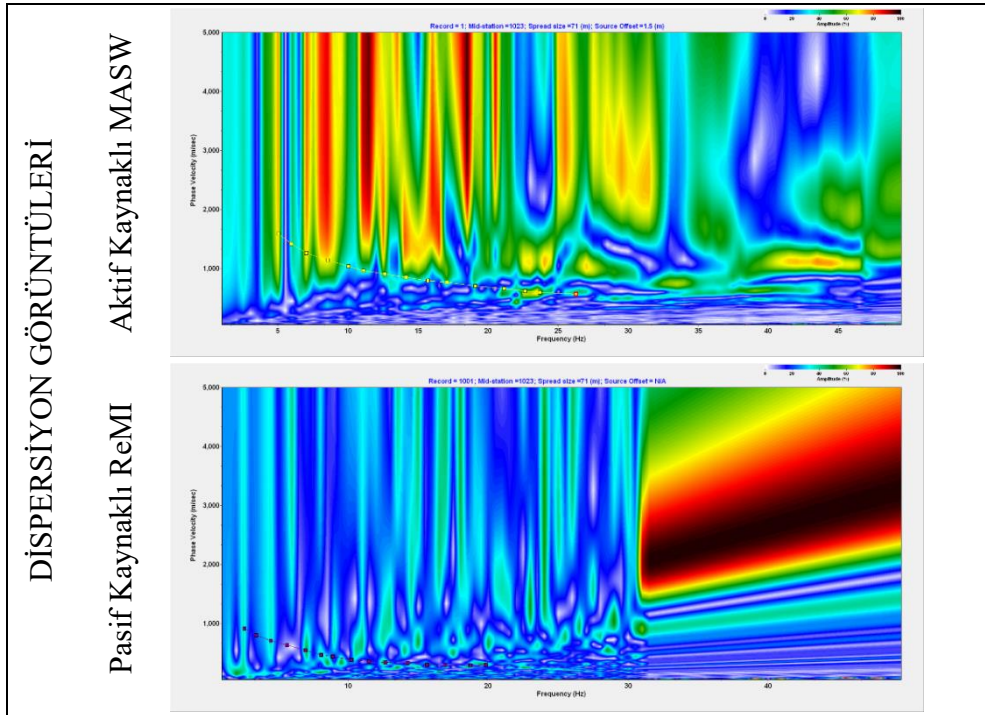
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
460 m/s	596 m/s	759 m/s	41,2 m

2302 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

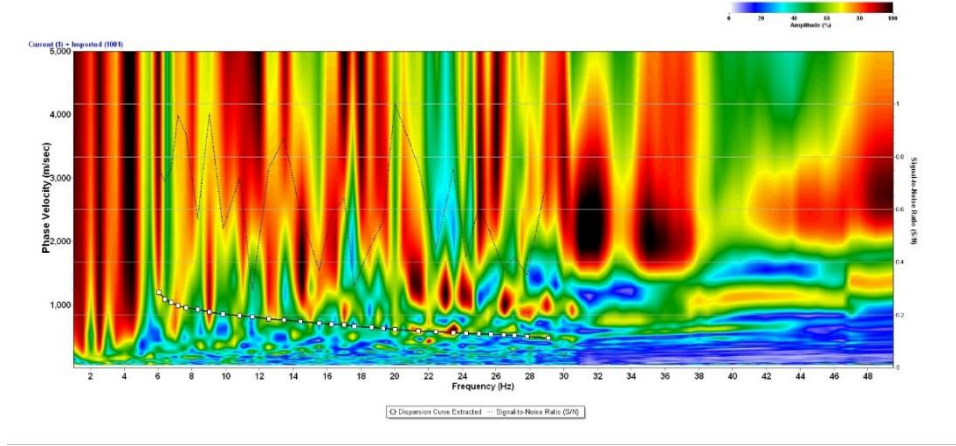
Yer : Elazığ Maden Meteoroloji Müdürlüğü Enlem : 38,39231 Boylam : 39,67541
Ofset : 1,5 metre Jeofon Aralığı : 1,5 metre Jeofon Sayısı : 48



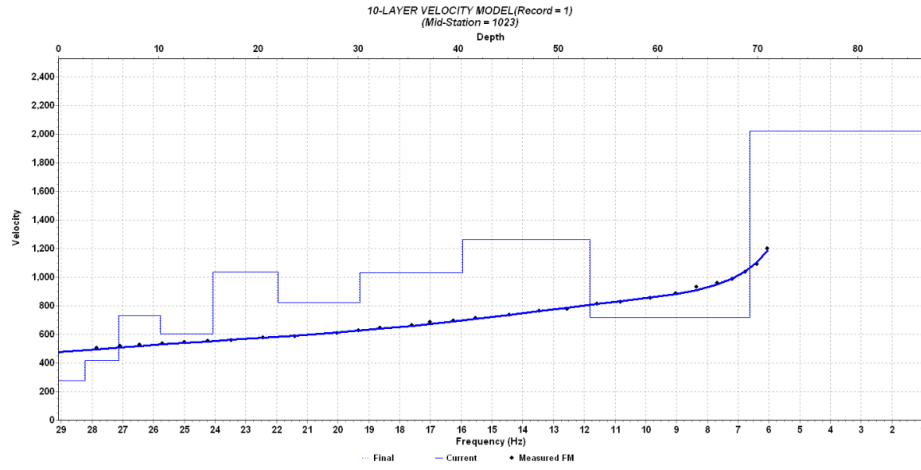
Şekil A.113. AFAD 2302 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.114. 2302 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.115. 2302 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.116. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.57. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

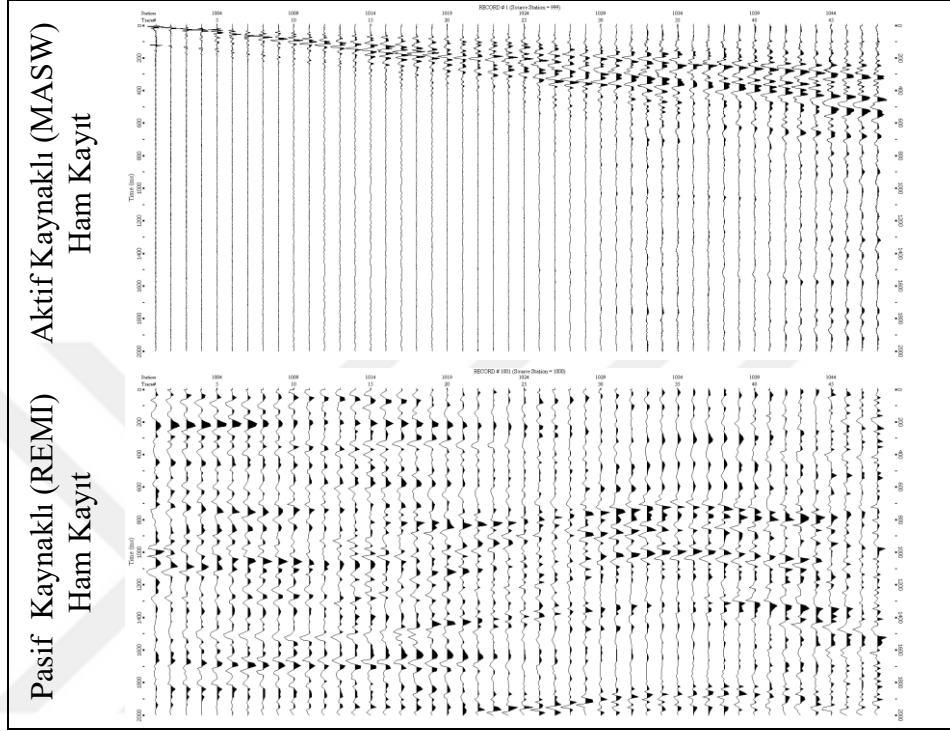
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
1,342	1,342	277,595
4,360	3,018	419,960
8,133	3,773	732,127
12,849	4,716	605,861
18,744	5,895	1033,829
26,113	7,369	820,224
35,324	9,211	1031,130
46,839	11,515	1263,231
61,232	14,393	715,781
77,881	16,649	2021,246

Tablo A.58. 2302 istasyonunda hesaplanan değerler

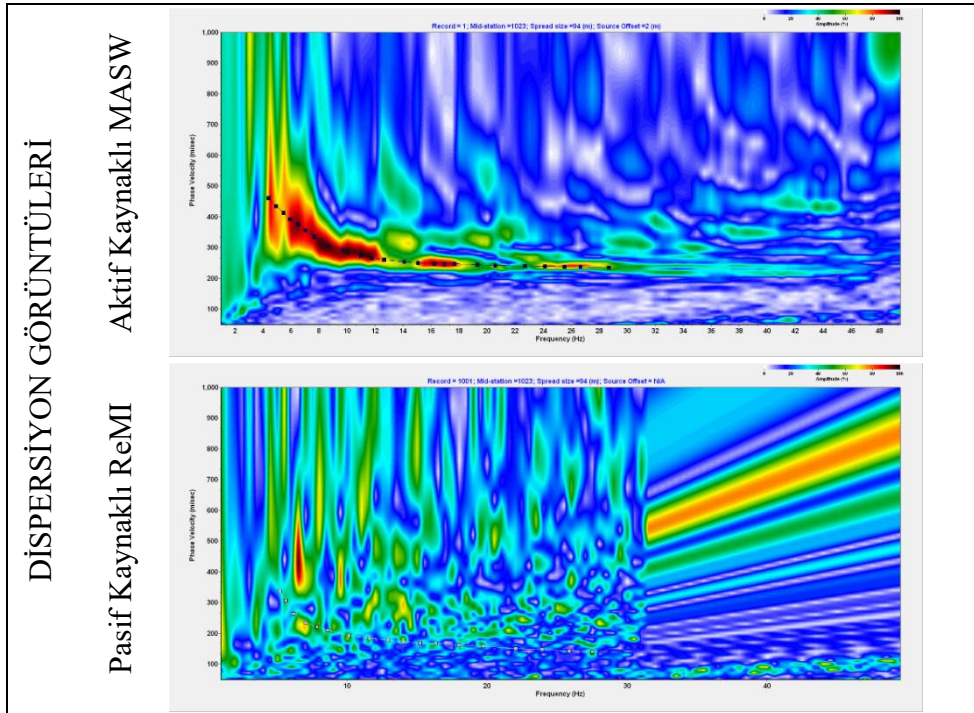
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
691 m/s	805 m/s	-	18,7 m

2303 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

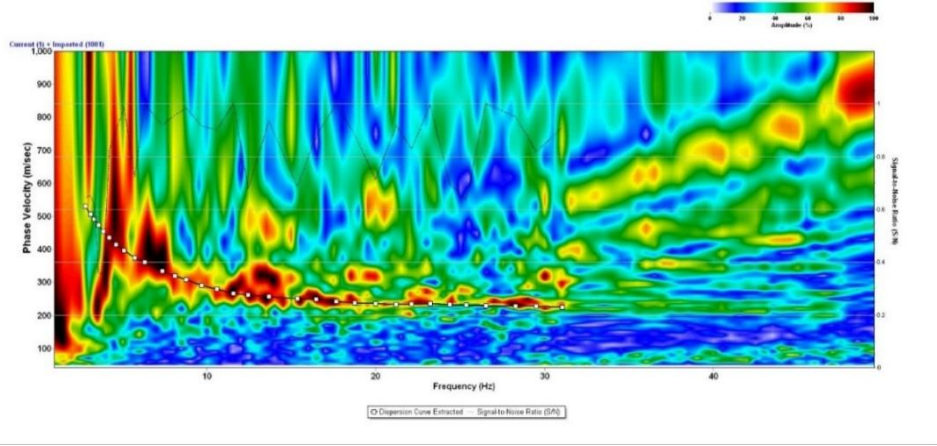
Yer : Elazığ Palu Meteoroloji Müdürlüğü Enlem : 38,42 Boylam : 39,58
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



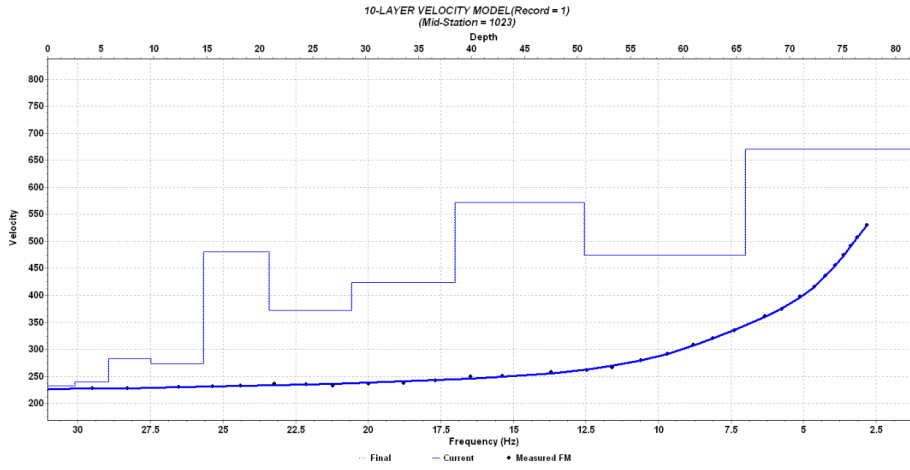
Şekil A.117. AFAD 2303 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.118. 2303 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.119. 2303 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.120. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.59. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

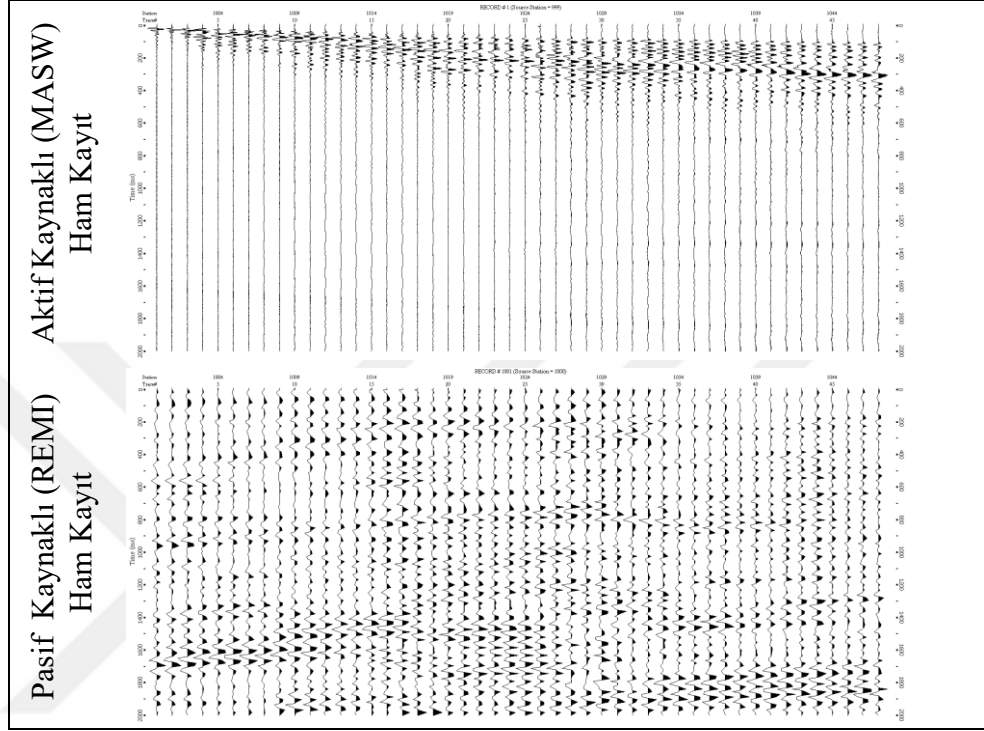
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
2,551	2,551	232,529
5,740	3,189	239,717
9,727	3,987	283,488
14,710	4,983	274,038
20,939	6,229	481,096
28,726	7,787	372,727
38,459	9,733	423,904
50,625	12,166	572,665
65,833	15,208	474,918
82,291	16,458	670,541

Tablo A.60. 2303 istasyonunda hesaplanan değerler

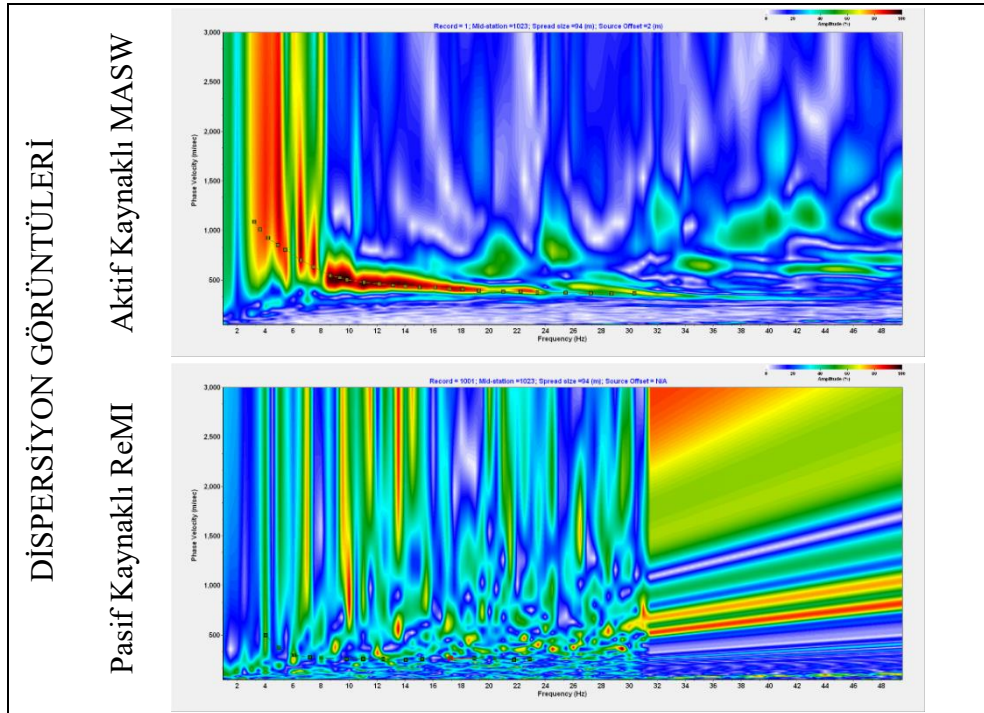
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0
321 m/s	375 m/s	-	-

2505 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

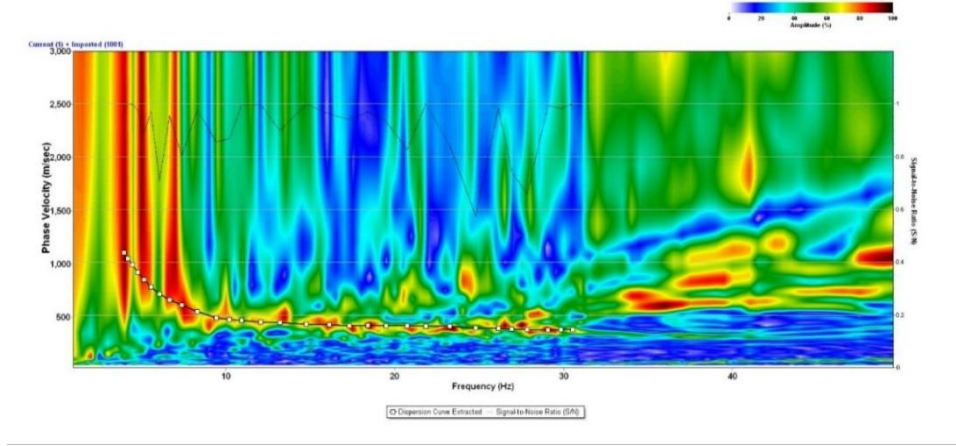
Yer : Erzurum Oltu Meteoroloji Müdürlüğü Enlem : 40,549 Boylam : 41,995
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



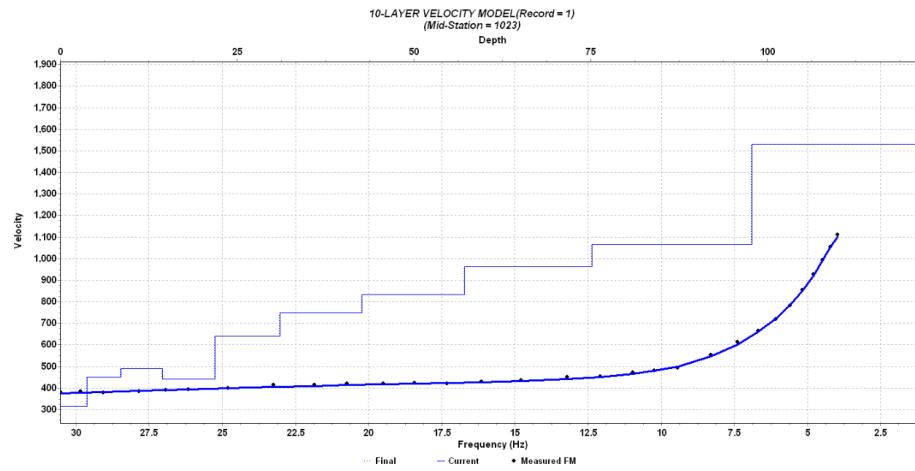
Şekil A.121. AFAD 2505 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.122. 2505 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.123. 2505 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.124. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.61. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

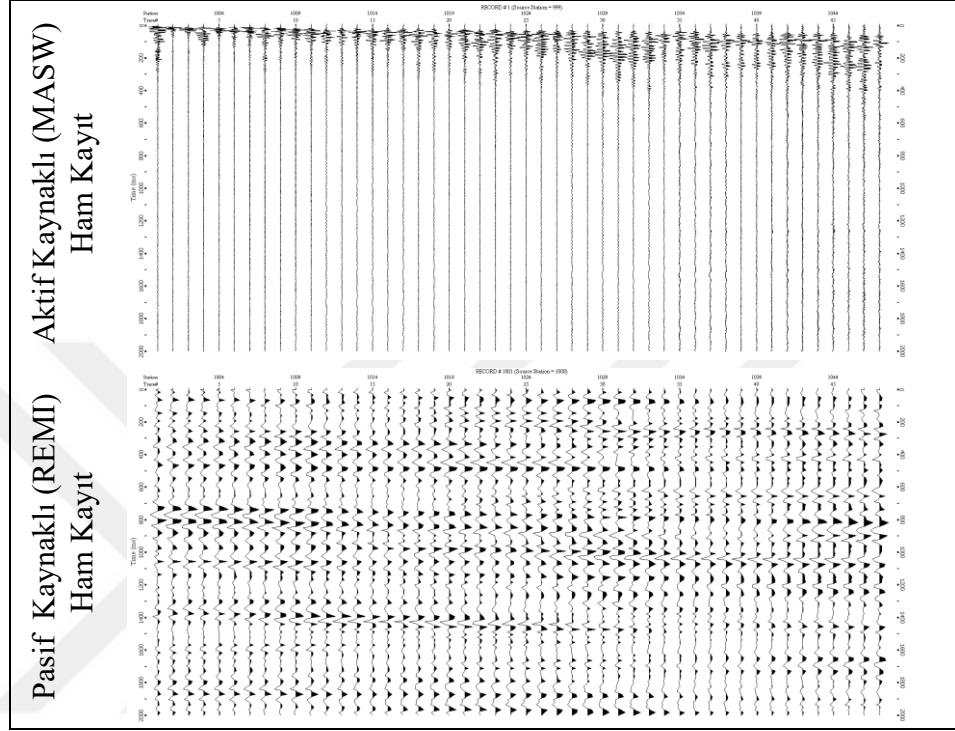
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,792	3,792	314,972
8,532	4,740	451,118
14,457	5,925	490,129
21,863	7,406	442,543
31,120	9,257	639,886
42,691	11,571	747,749
57,155	14,464	833,374
75,235	18,080	962,490
97,835	22,600	1064,760
122,294	24,459	1530,105

Tablo A.62. 2505 istasyonunda hesaplanan değerler

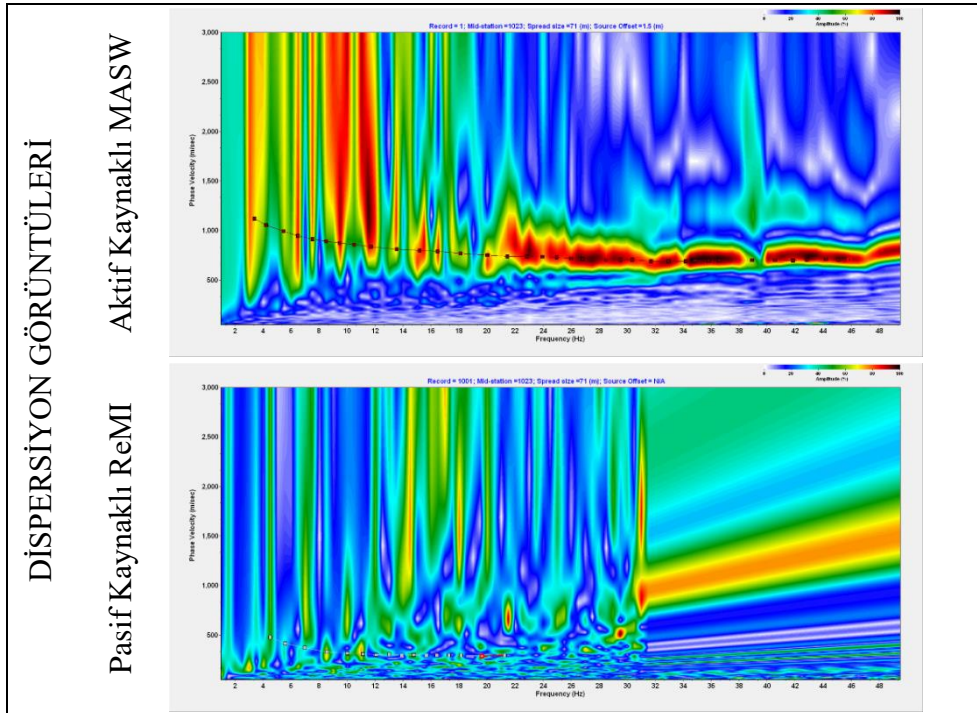
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
468 m/s	555 m/s	714 m/s	97,8 m

2703 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

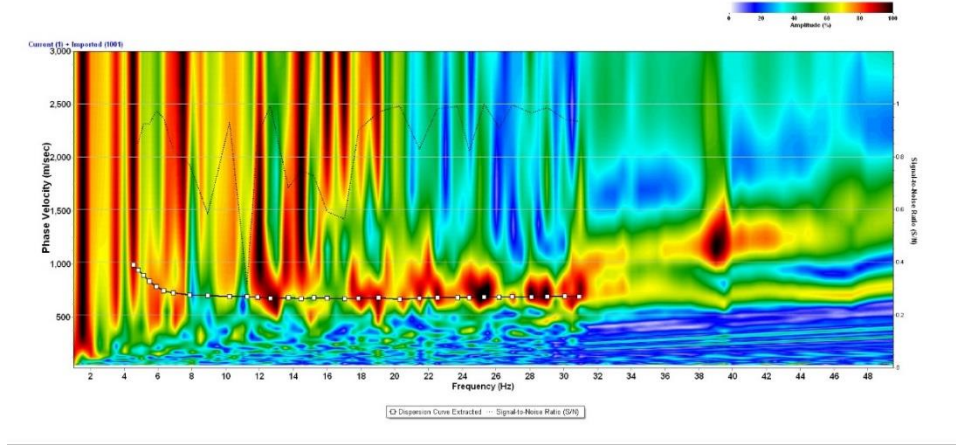
Yer : Gaziantep Meteoroloji Müdürlüğü Enlem : 37,058 Boylam : 37,35
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 1,5 metre Jeofon Sayısı : 48



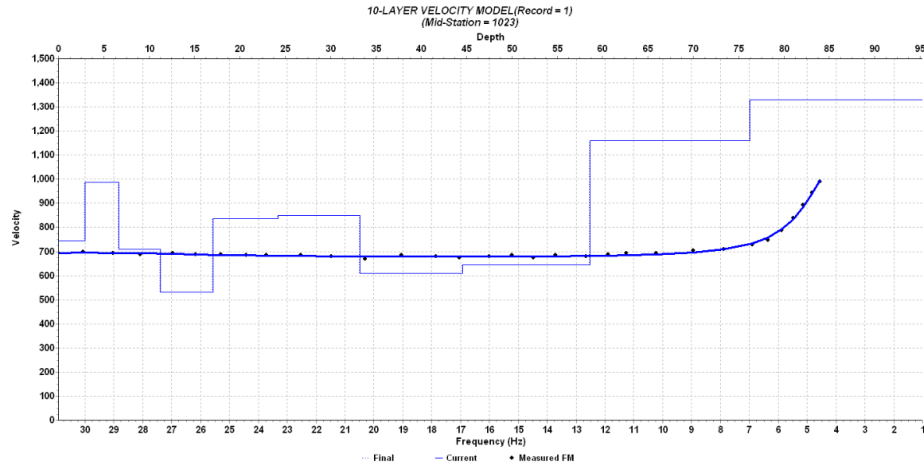
Şekil A.125. AFAD 2703 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.126. 2703 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.127. 2703 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.128. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.63. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

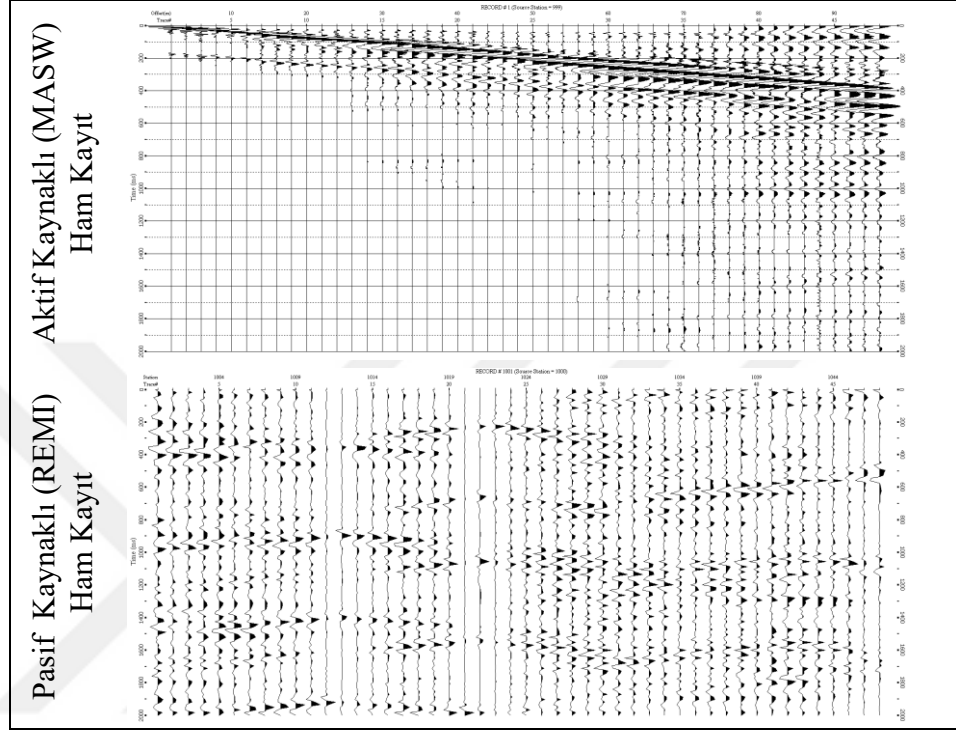
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
1,477	1,477	745,937
4,801	3,324	986,541
8,955	4,154	709,773
14,148	5,193	531,130
20,640	6,492	836,032
28,754	8,114	850,894
38,897	10,143	610,185
51,576	12,679	645,307
67,423	15,847	1161,285
85,756	18,333	1331,163

Tablo A.64. 2703 istasyonunda hesaplanan değerler

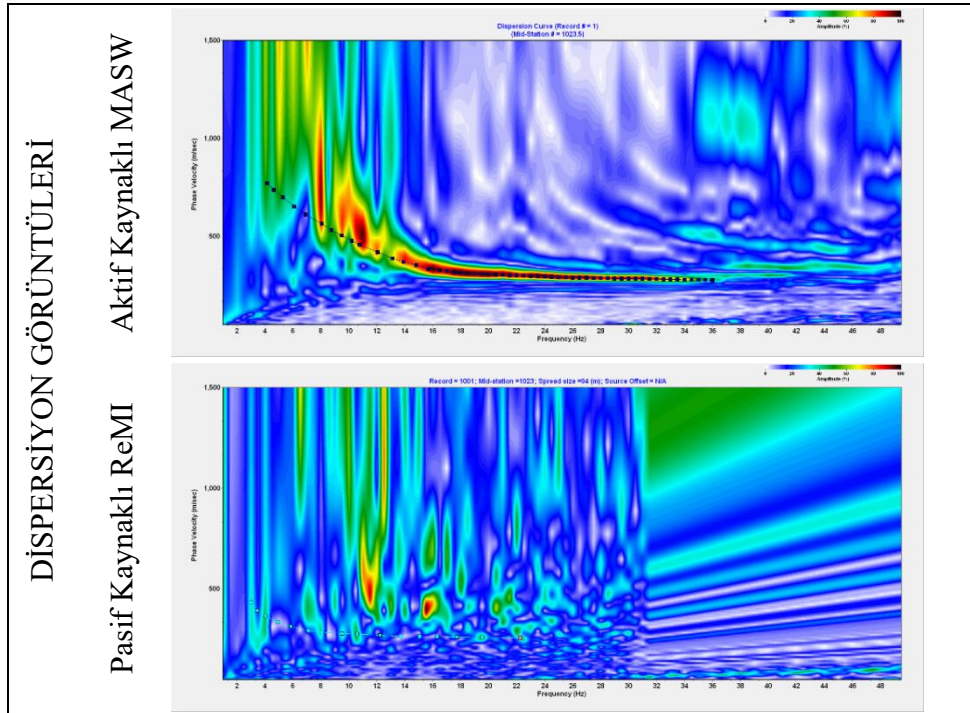
V _{s30}	V _{s50}	V _{s100}	Z _{1.0}
744 m/s	693 m/s	-	67,4 m

2901 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

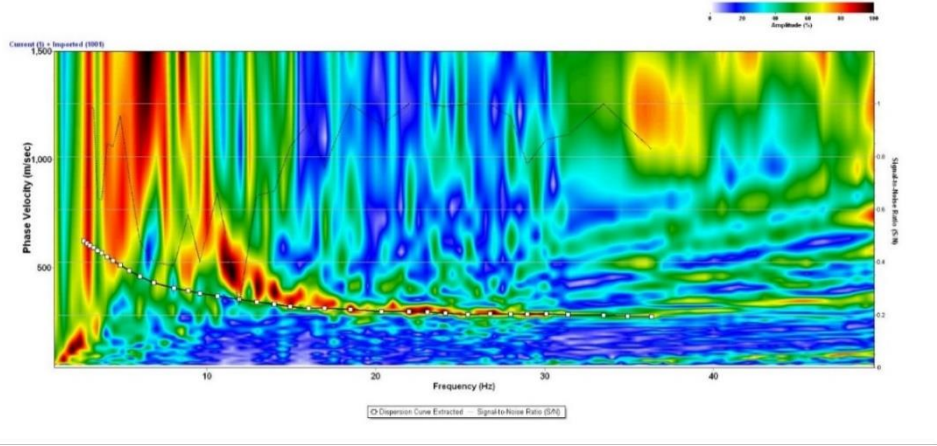
Yer : Gümüşhane Çevre ve Şehircilik İl Müd. Enlem :40,4487 Boylam :39.4971
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



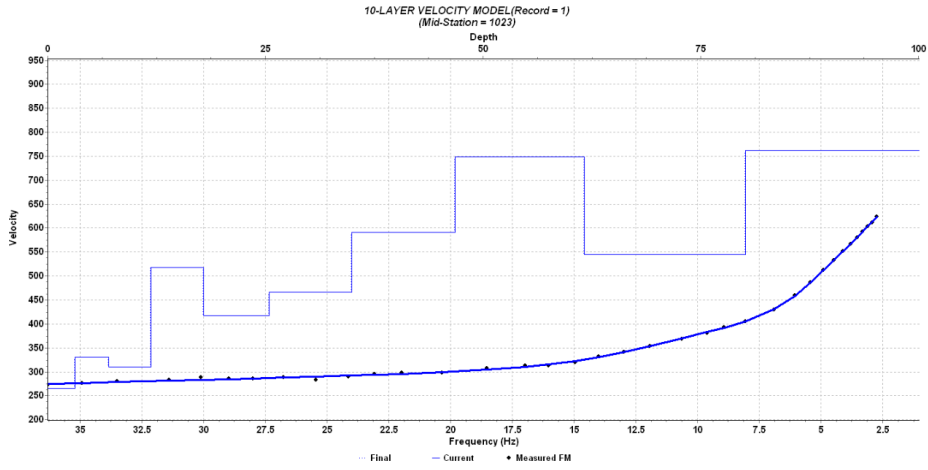
Şekil A.129. AFAD 2901 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.130. 2901 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.131. 2901 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.132. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.65. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

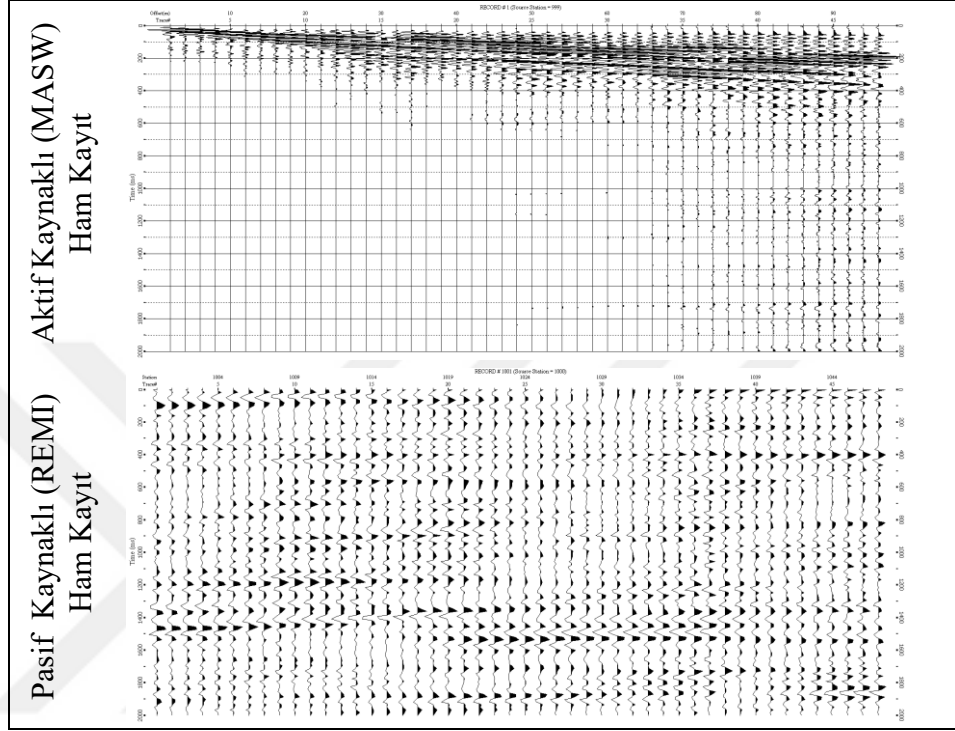
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,104	3,104	265,187
6,985	3,881	330,463
11,836	4,851	310,707
17,899	6,063	517,401
25,478	7,579	416,827
34,952	9,474	465,617
46,795	11,843	590,479
61,598	14,803	748,277
80,102	18,504	544,827
100,128	20,026	762,815

Tablo A.66. 2901 istasyonunda hesaplanan değerler

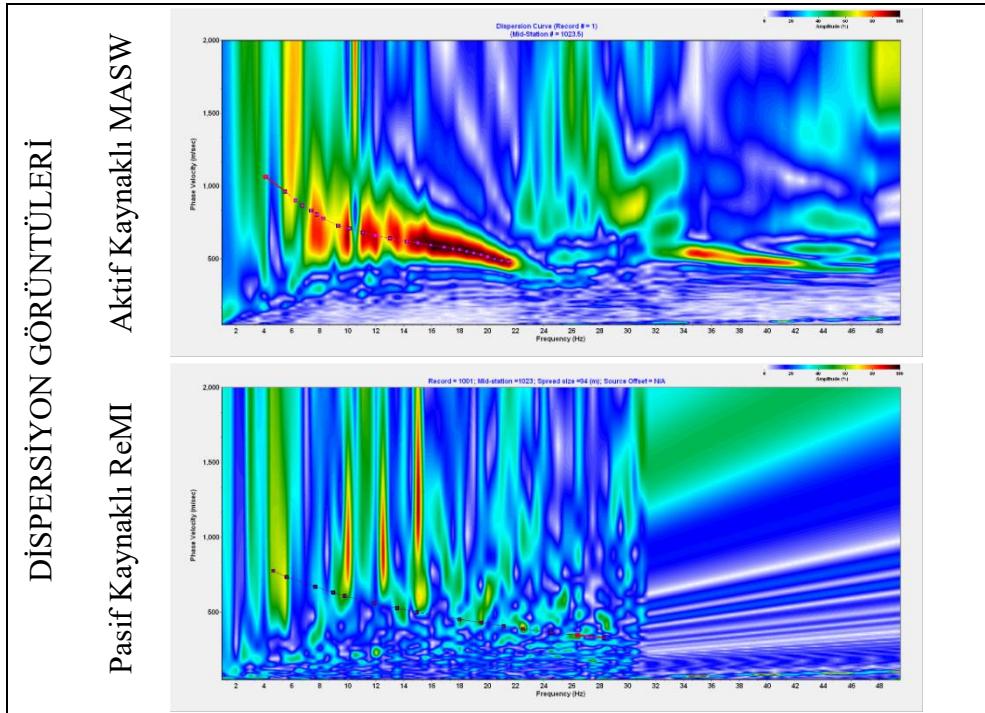
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0
381 m/s	440 m/s	528 m/s	-

2902 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

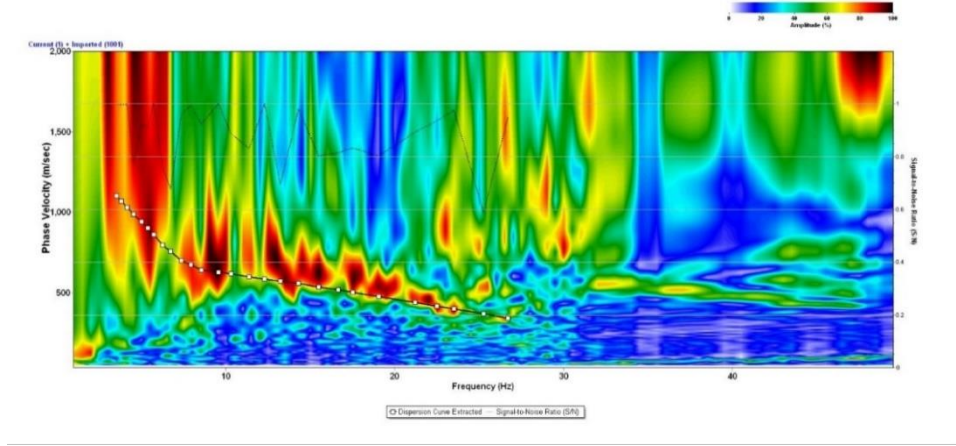
Yer : Gümüşhane Kelkit Enlem : 40,12439 Boylam : 39,4365 Ofset : 2 metre
Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



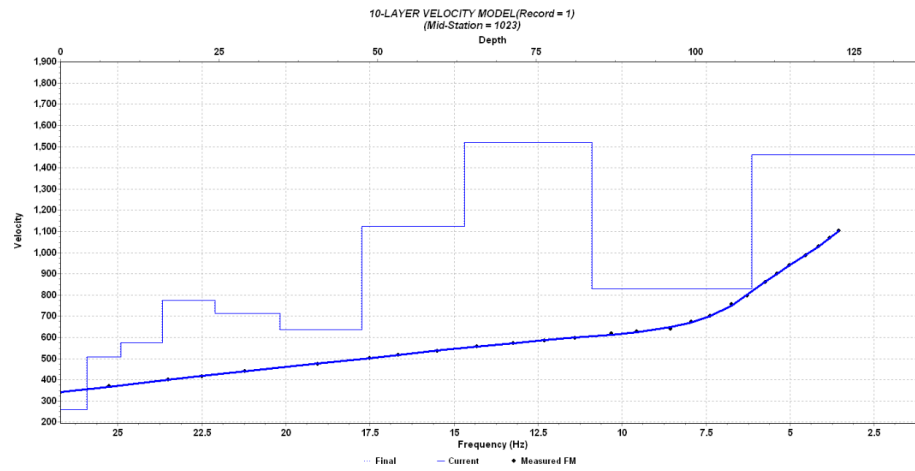
Şekil A.133. AFAD 2902 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.134. 2902 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.135. 2902 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.136. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.67. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

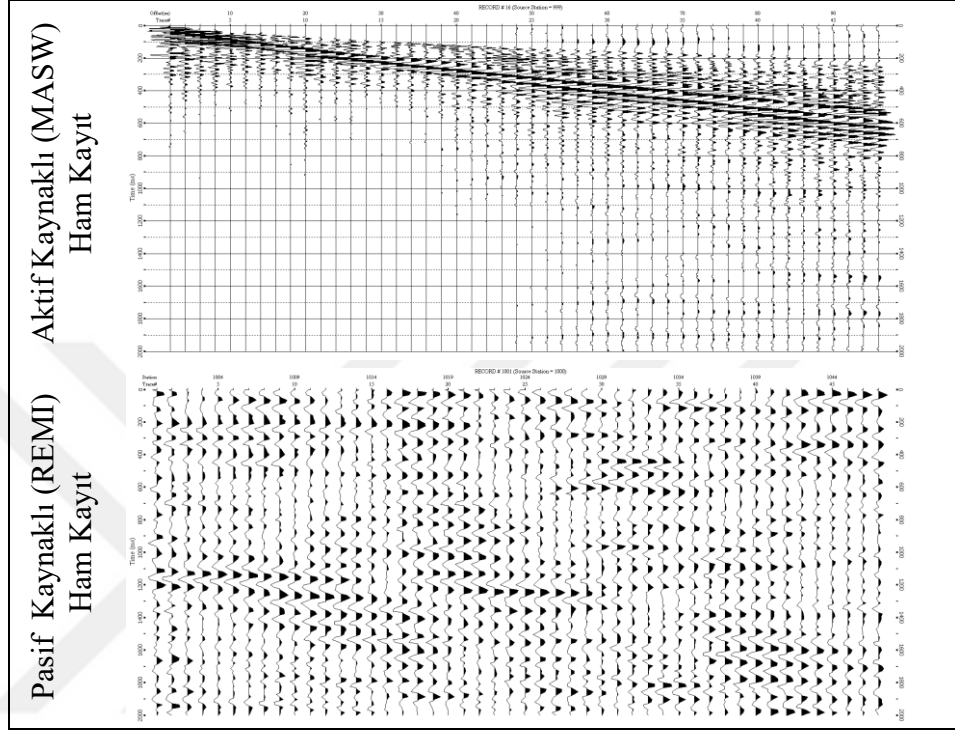
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
4,222	4,222	260,043
9,500	5,278	506,489
16,097	6,597	576,771
24,344	8,247	774,823
34,653	10,309	712,686
47,539	12,886	636,173
63,646	16,107	1123,875
83,780	20,134	1520,194
108,947	25,167	829,028
136,184	27,237	1460,453

Tablo A.68. 2902 istasyonunda hesaplanan değerler

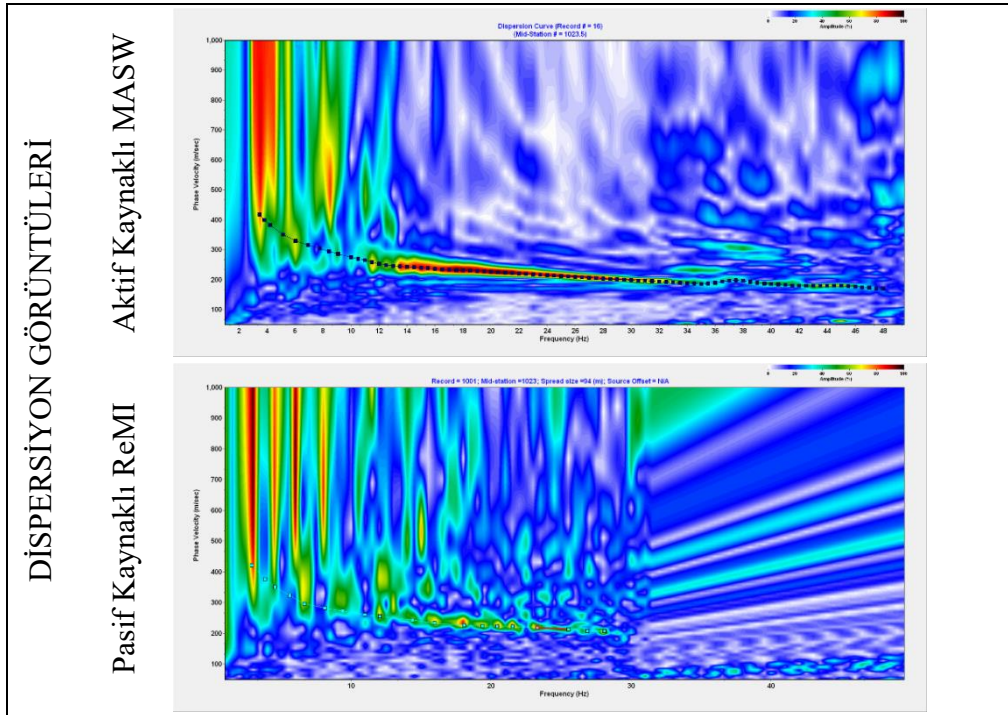
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
529 m/s	584 m/s	766 m/s	63,6 m

3202 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

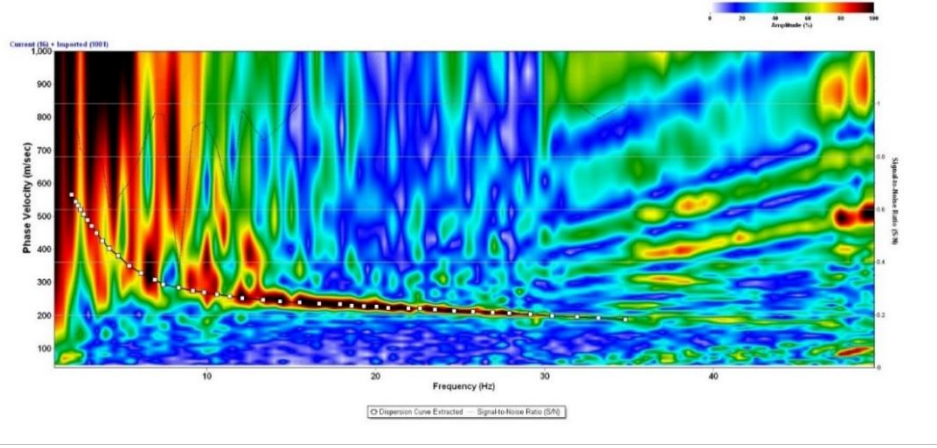
Yer : İsparta Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Enlem : 37,7828 Boylam : 30,5686
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



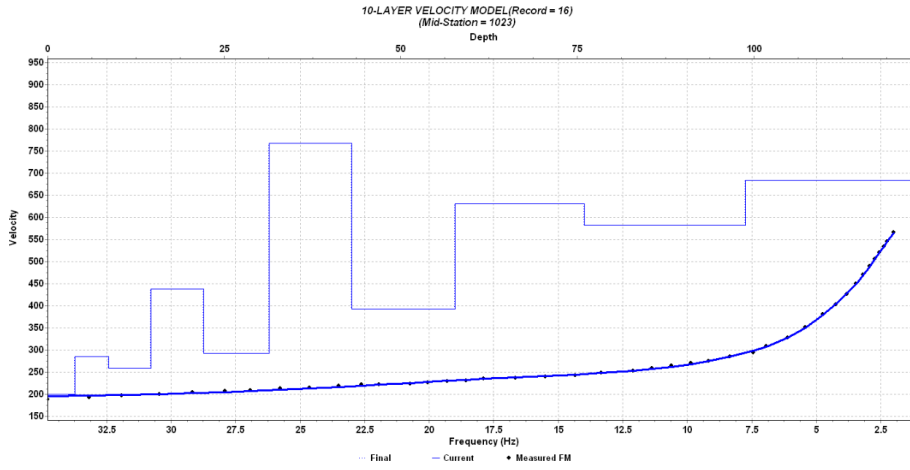
Şekil A.137. AFAD 3202 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.138. 3202 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.139. 3202 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.140. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.69. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

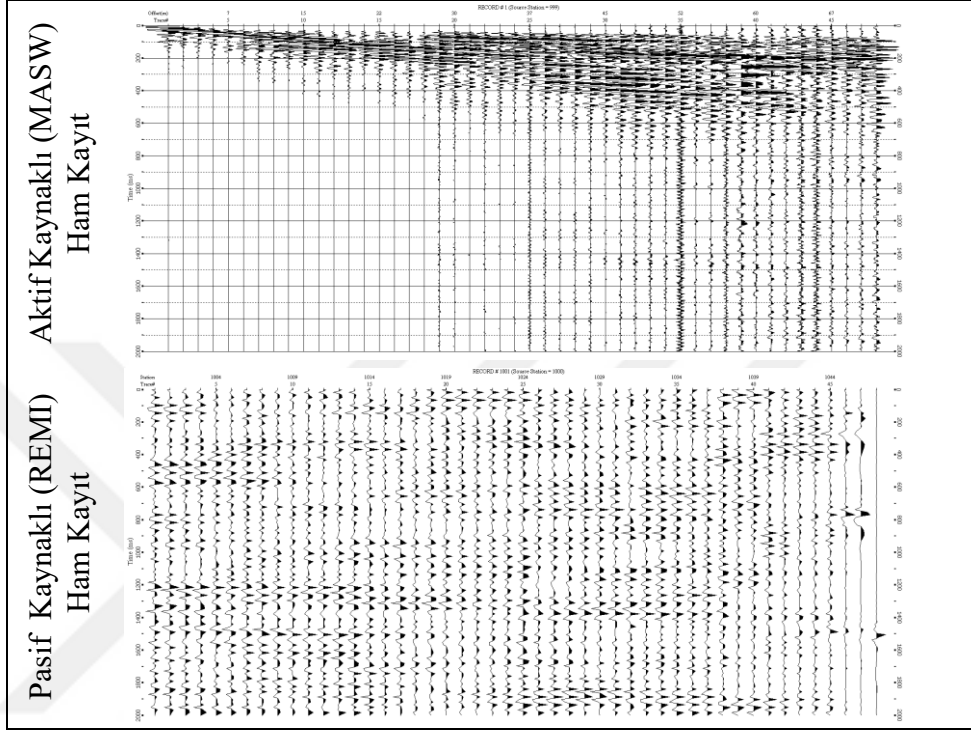
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,829	3,829	199,369
8,615	4,786	284,928
14,598	5,983	258,038
22,077	7,479	437,663
31,426	9,349	292,827
43,112	11,686	767,058
57,719	14,607	392,829
75,978	18,259	630,636
98,802	22,824	582,447
123,503	24,701	683,058

Tablo A.70. 3202 istasyonunda hesaplanan değerler

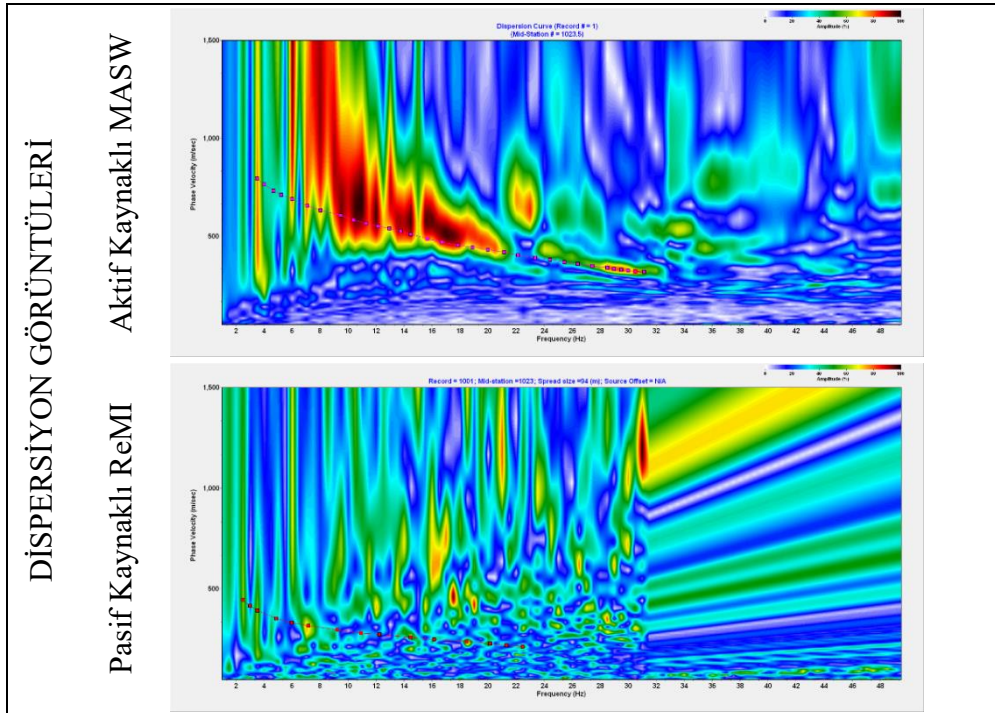
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
290 m/s	355 m/s	434 m/s	-

3602 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

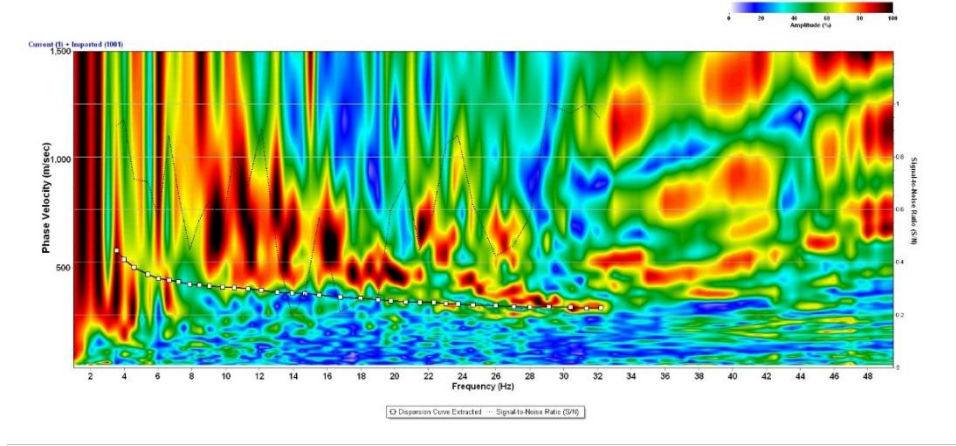
Yer : Kars Kağızman Kaymakamlık Bahçesi Enlem : 40,144 Boylam : 43,121
Ofset : 1,5 metre Jeofon Aralığı : 1,5 metre Jeofon Sayısı : 48



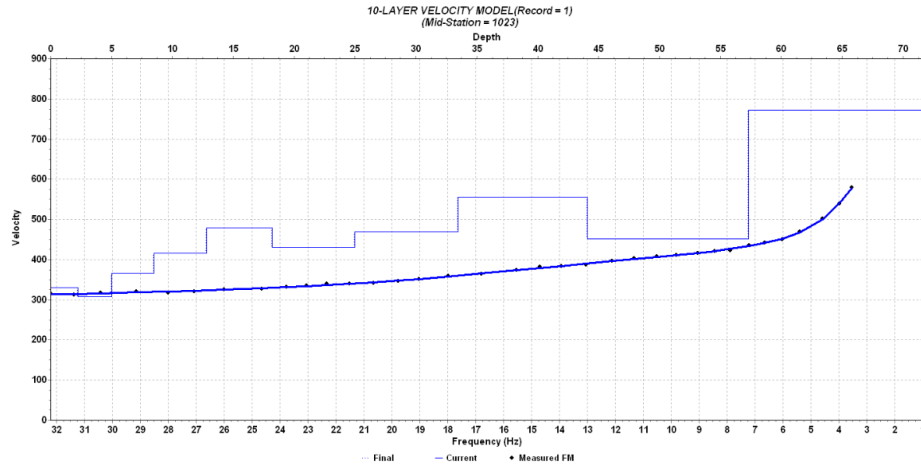
Şekil A.141. AFAD 3602 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.142. 3602 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.143. 3602 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.144. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.71. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

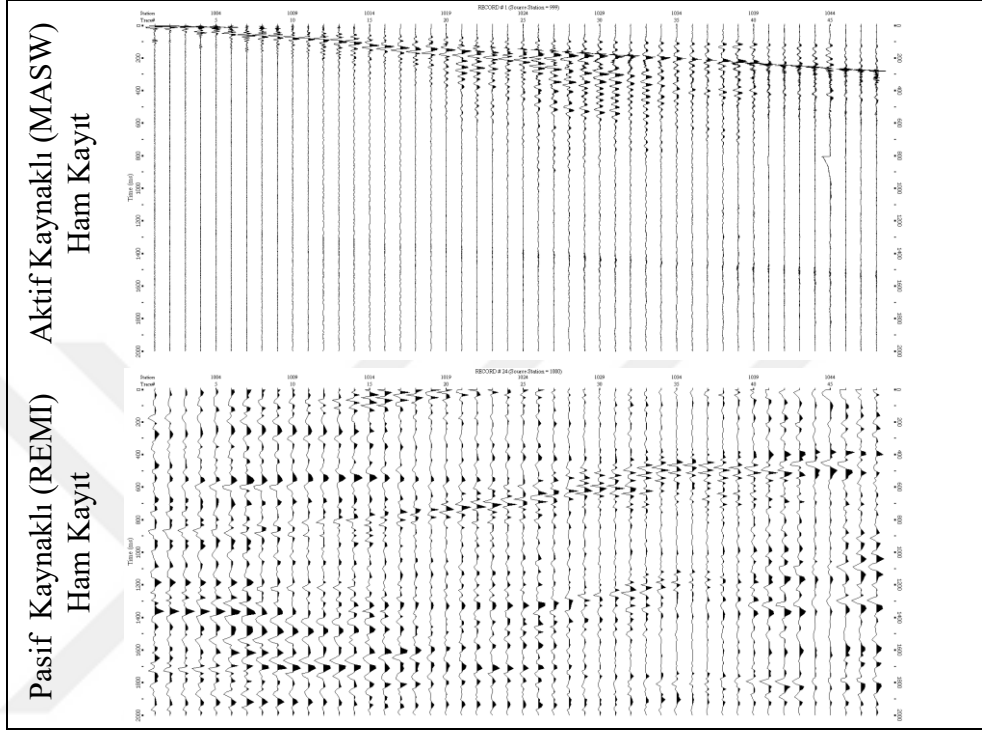
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
1,110	1,110	329,957
3,608	2,498	307,736
6,730	3,122	365,413
10,633	3,903	416,611
15,512	4,879	479,809
21,610	6,098	431,095
29,233	7,623	469,992
38,762	9,529	555,329
50,674	11,912	452,333
64,452	13,778	771,811

Tablo A.72. 3602 istasyonunda hesaplanan değerler

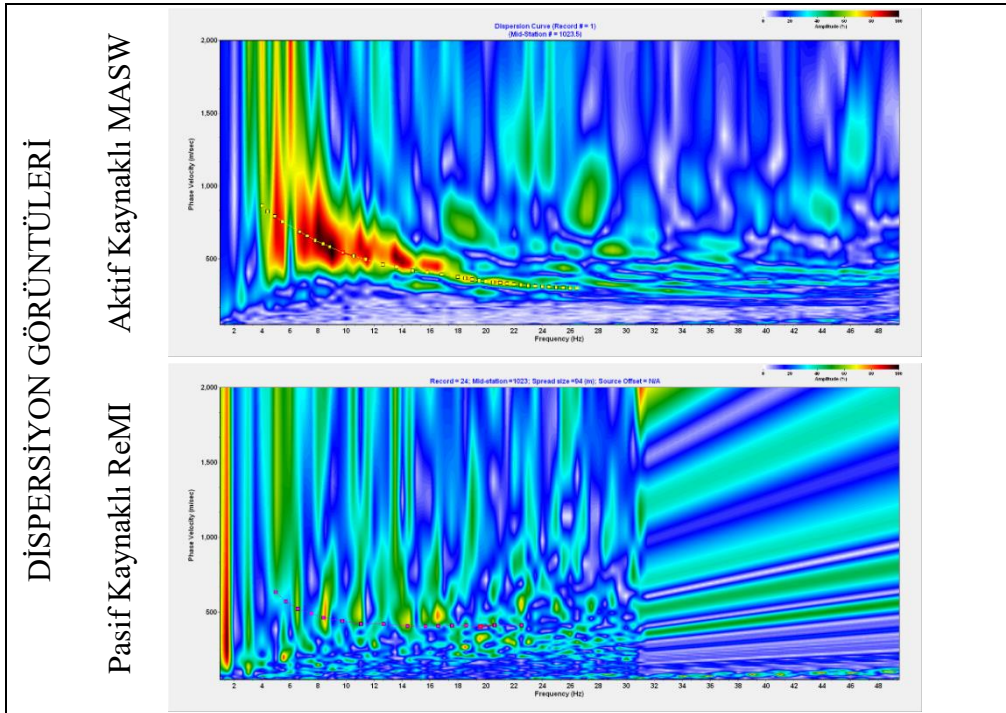
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
421 m/s	447 m/s	-	-

3701 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

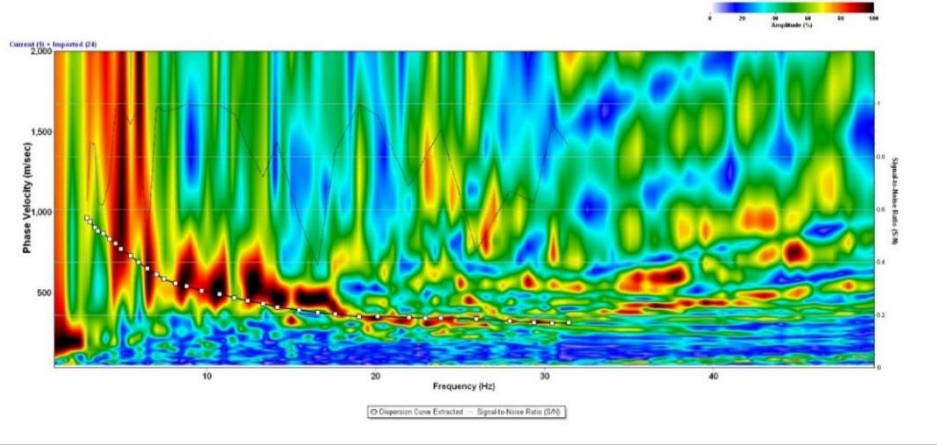
Yer : Kastamonu Tosya Enlem : 41,0133 Boylam : 34,037 Ofset : 2 metre
Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



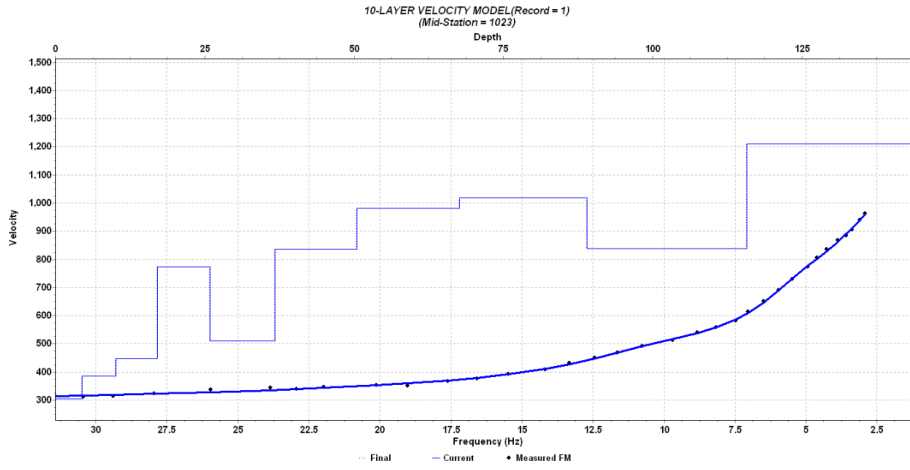
Şekil A.145. AFAD 3701 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.146. 3701 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.147. 3701 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.148. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.73. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
4,486	4,486	304,672
10,093	5,607	385,150
17,102	7,009	448,618
25,863	8,761	772,684
36,814	10,951	509,514
50,503	13,689	835,014
67,615	17,112	981,814
89,004	21,389	1019,399
115,741	26,737	839,466
144,676	28,935	1210,282

Tablo A.74. 3701 istasyonunda hesaplanan değerler

V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
466 m/s	535 m/s	687 m/s	89 m

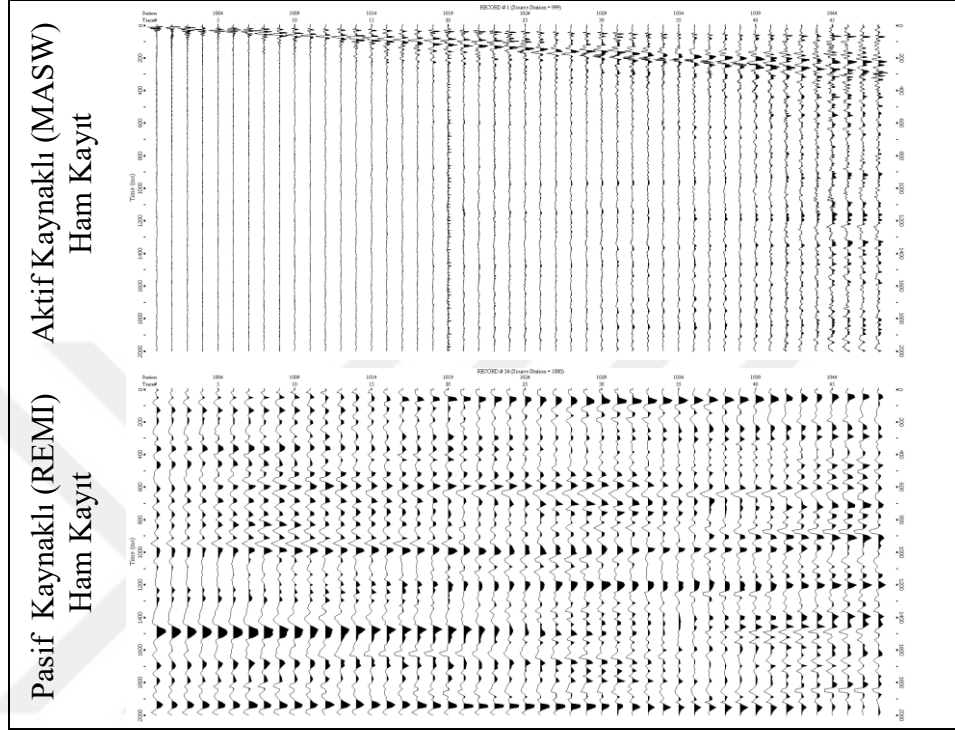
3702 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

Yer : Kastamonu Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü

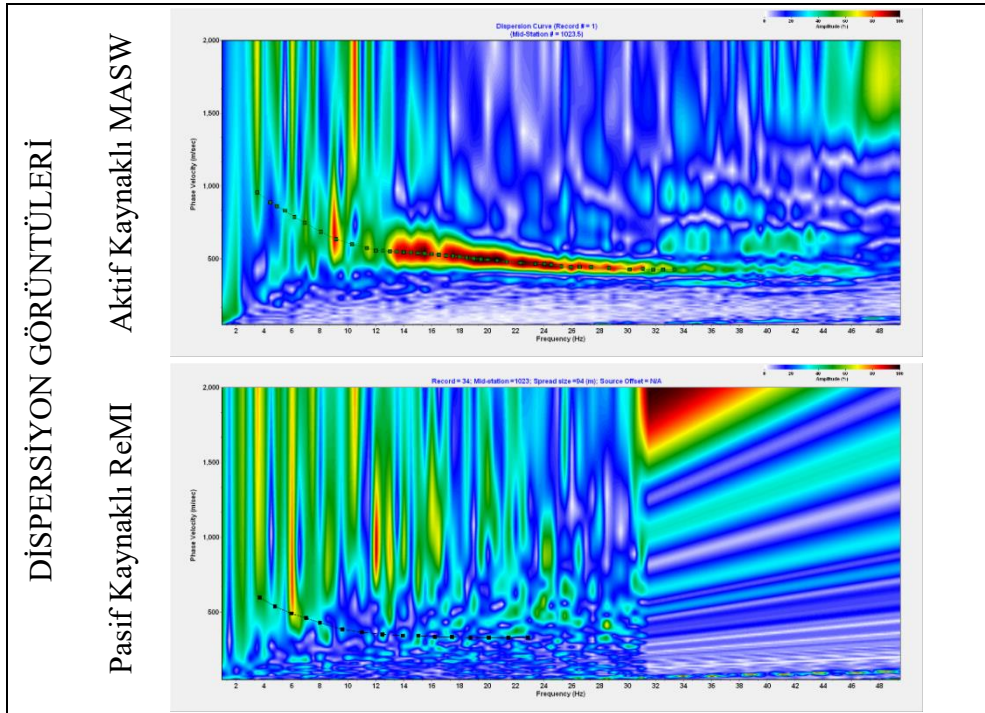
Enlem : 41,4163

Boylam : 33,7969 Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre

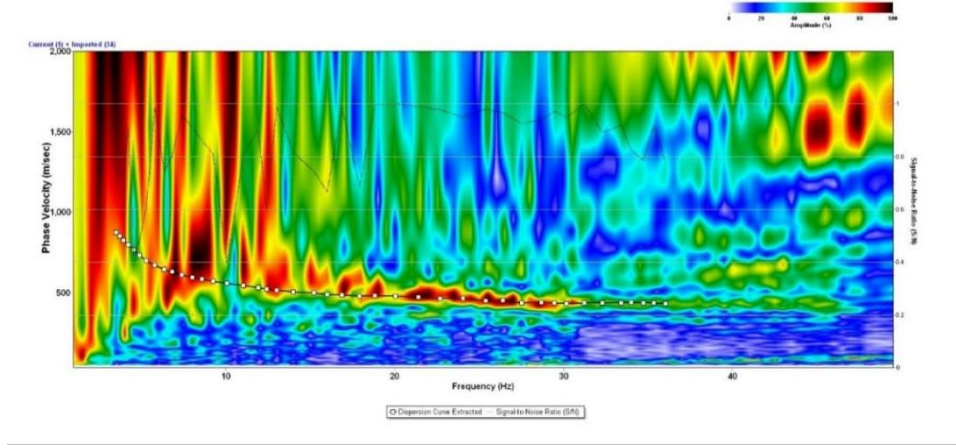
Jeofon Sayısı : 48



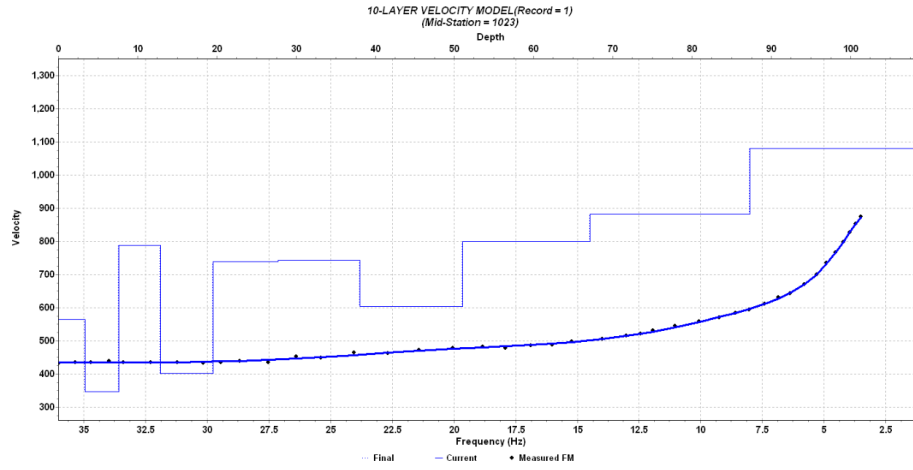
Şekil A.149. AFAD 3702 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.150. 3702 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.151. 3702 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.152. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.75. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

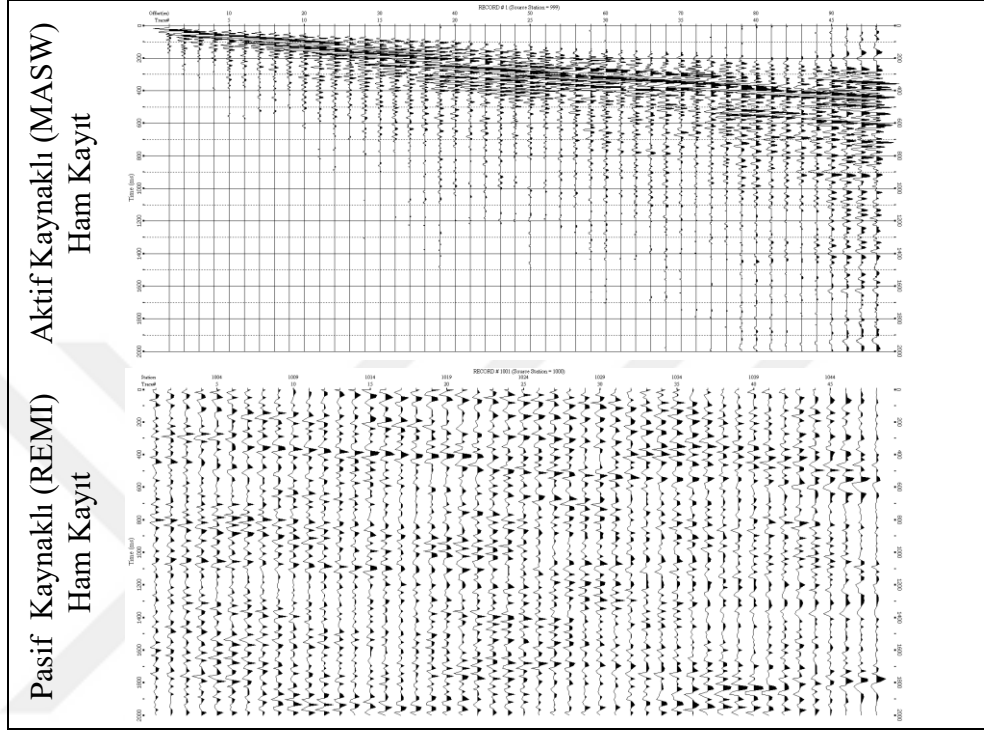
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,383	3,383	565,706
7,612	4,229	348,165
12,898	5,286	788,511
19,506	6,608	401,775
27,765	8,259	739,219
38,089	10,324	743,434
50,994	12,905	603,733
67,126	16,132	799,503
87,291	20,165	882,426
109,114	21,823	1080,439

Tablo A.76. 3702 istasyonunda hesaplanan değerler

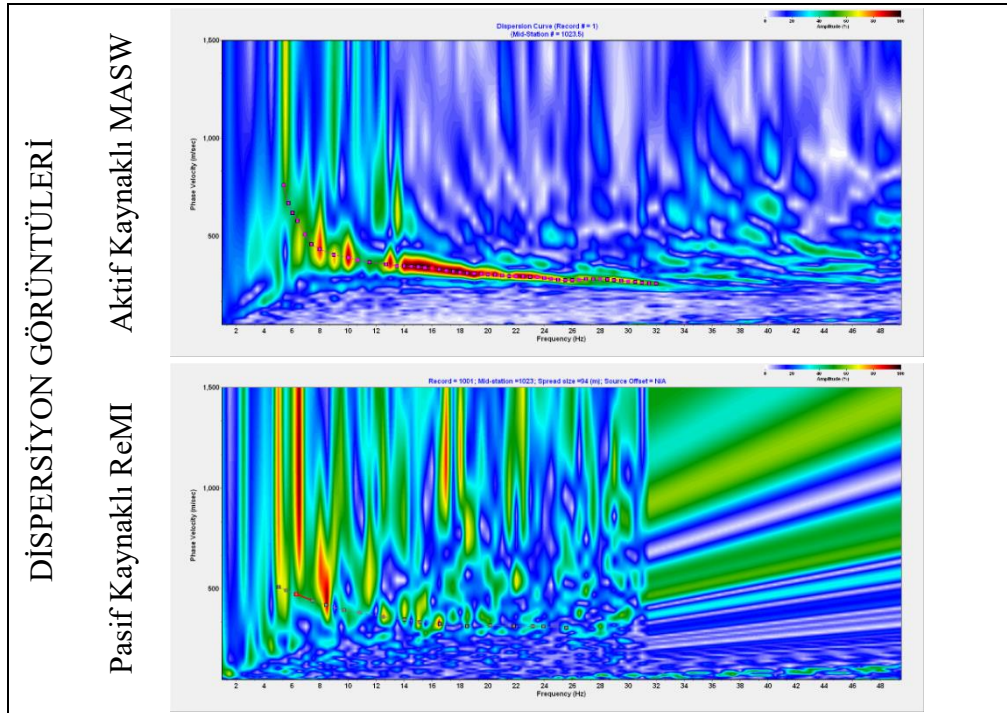
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
541 m/s	581 m/s	702 m/s	109 m

3801 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

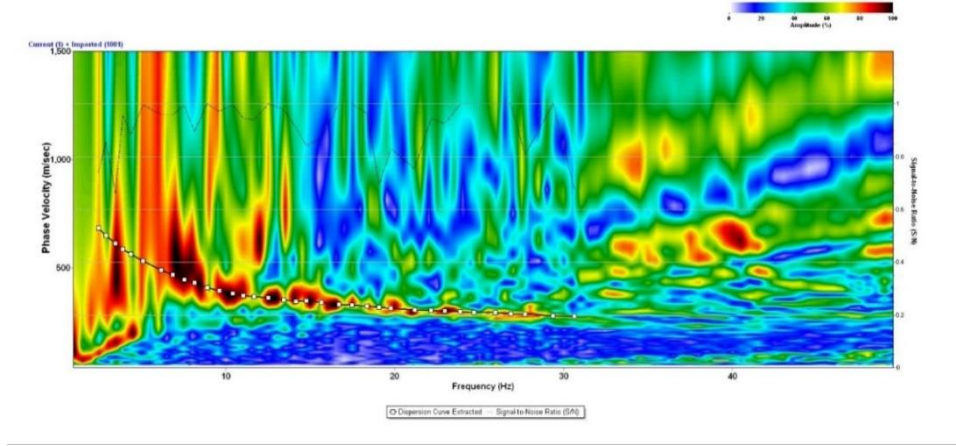
Yer : Kayseri Meteoroloji Müdürlüğü Enlem : 38,6896 Boylam : 35,4998
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



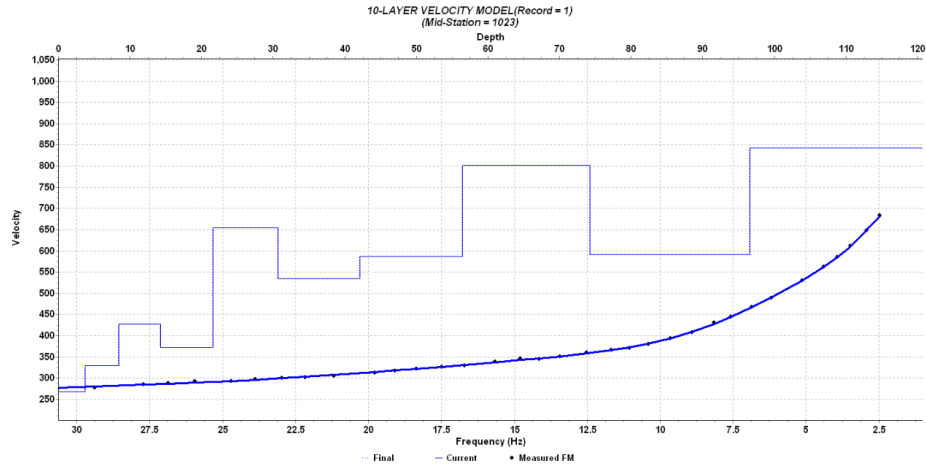
Şekil A.153. AFAD 3801 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.154. 3801 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.155. 3801 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.156. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.77. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

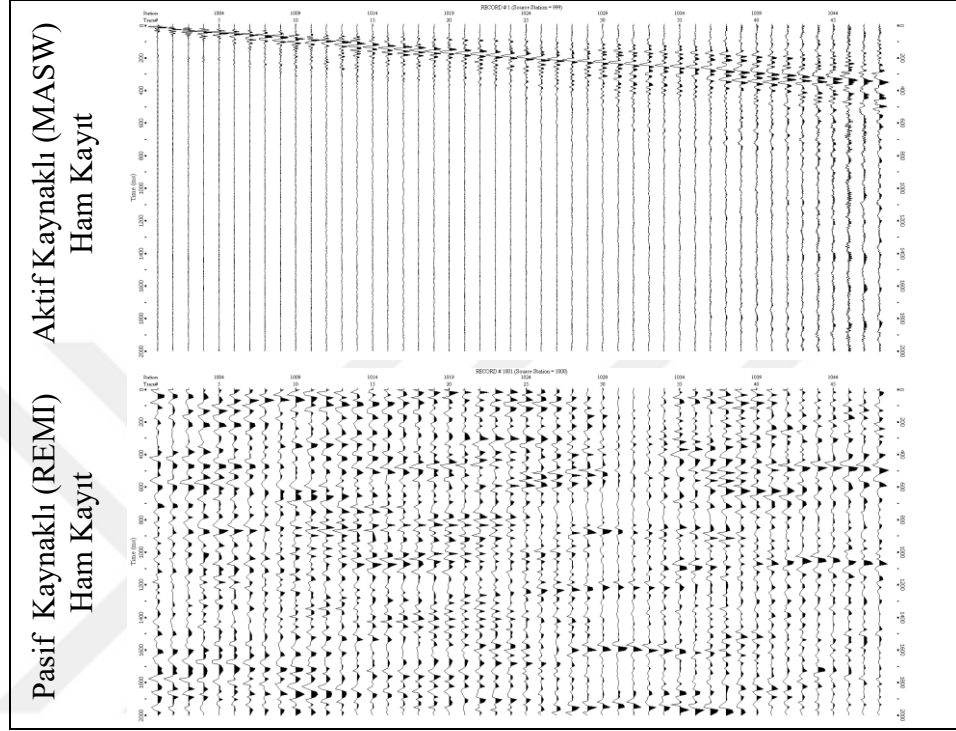
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,743	3,743	267,728
8,422	4,679	330,319
14,271	5,849	427,084
21,582	7,311	372,236
30,721	9,139	655,111
42,145	11,424	534,753
56,424	14,279	586,656
74,273	17,849	800,950
96,585	22,312	592,384
120,731	24,146	842,492

Tablo A.78. 3801 istasyonunda hesaplanan değerler

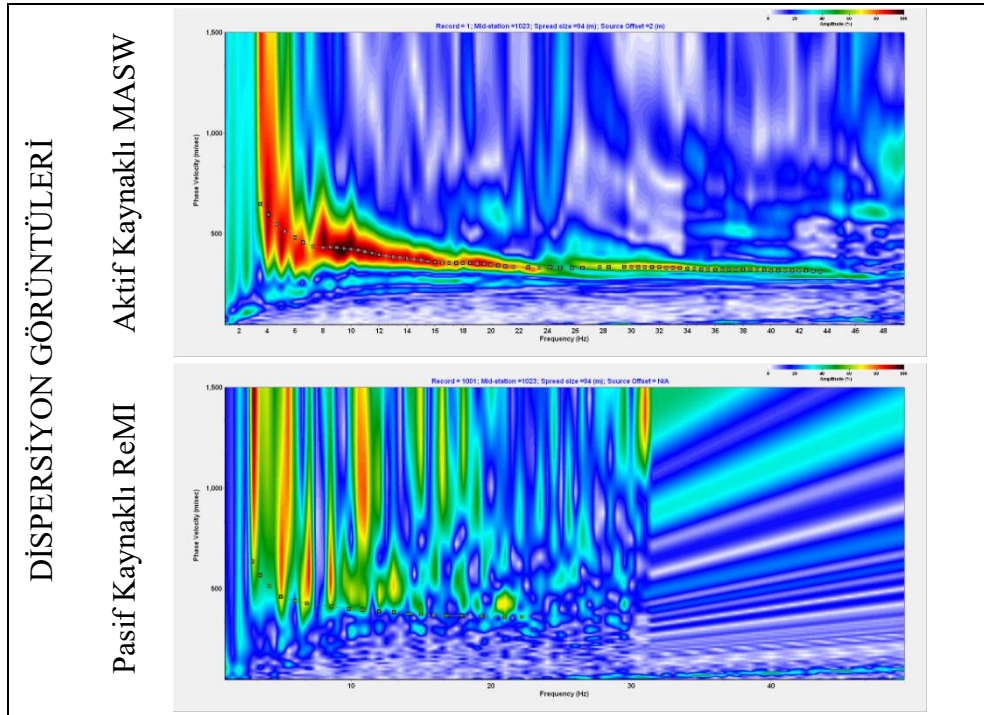
V _{s30}	V _{s50}	V _{s100}	Z _{1.0}
404 m/s	454 m/s	540 m/s	-

4001 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

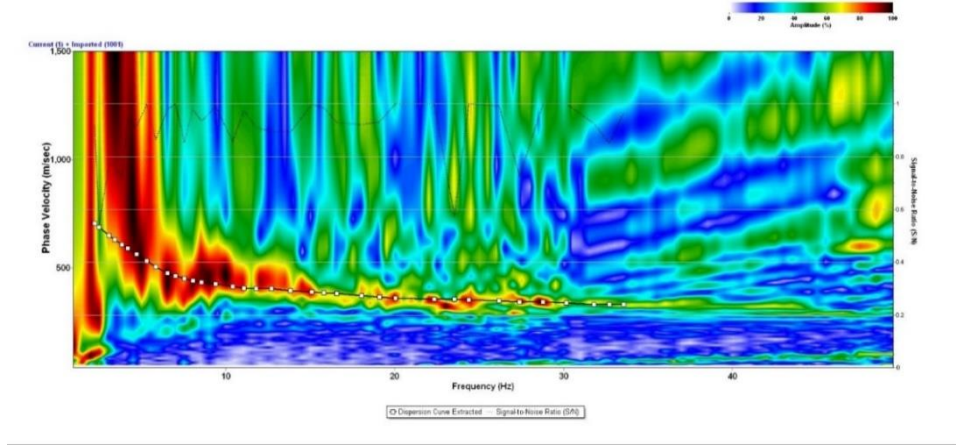
Yer : Kırşehir Çevre ve Şehircilik İl Müd. Enlem : 39,15954 Boylam : 34.16151
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



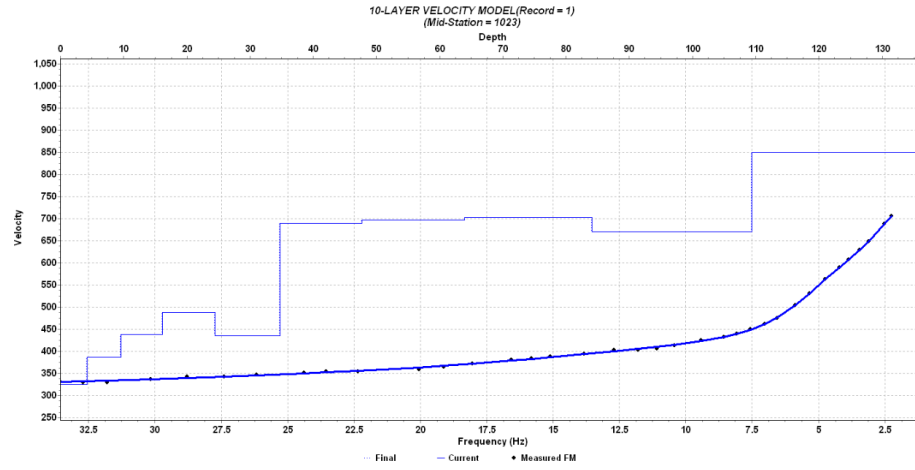
Şekil A.157. AFAD 4001 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.158. 4001 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.159. 4001 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.160. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.79. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

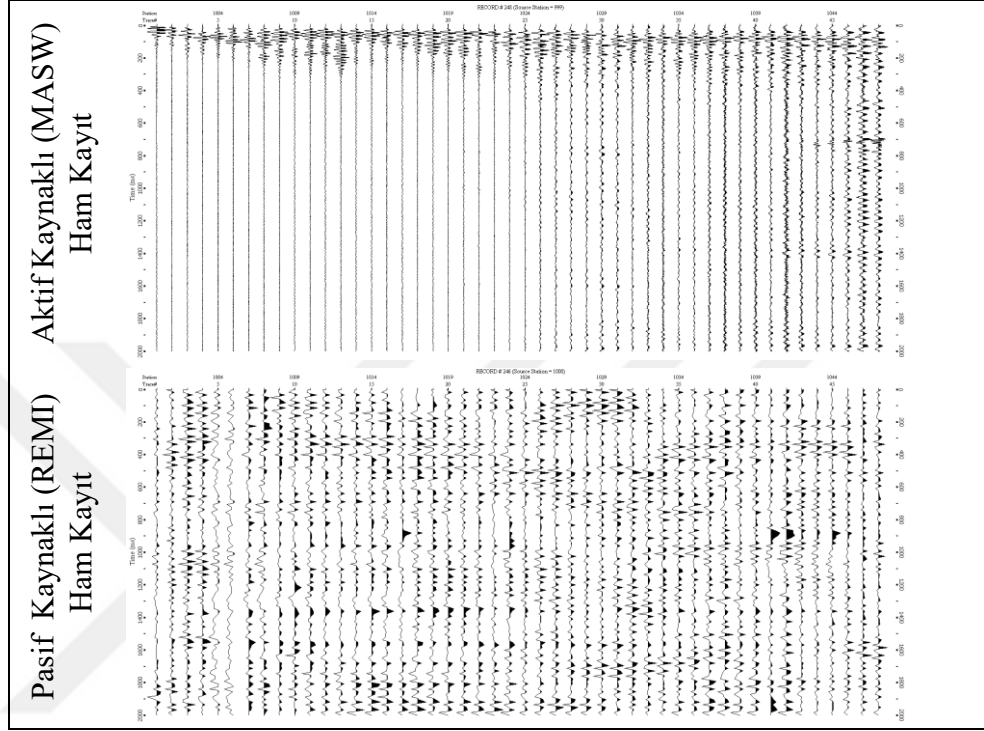
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
4,239	4,239	325,189
9,538	5,299	386,953
16,162	6,624	437,554
24,442	8,280	488,293
34,792	10,350	434,742
47,730	12,938	689,201
63,902	16,172	696,848
84,117	20,215	702,058
109,386	25,269	669,929
136,732	27,346	849,113

Tablo A.80. 4001 istasyonunda hesaplanan değerler

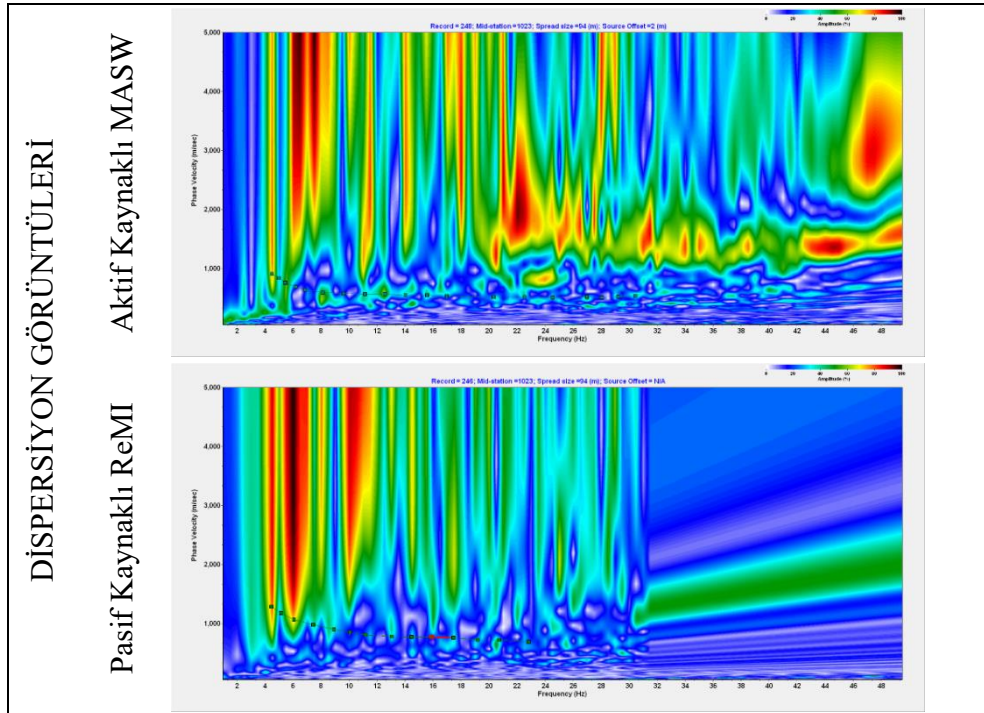
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
419 m/s	478 m/s	565 m/s	-

4110 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

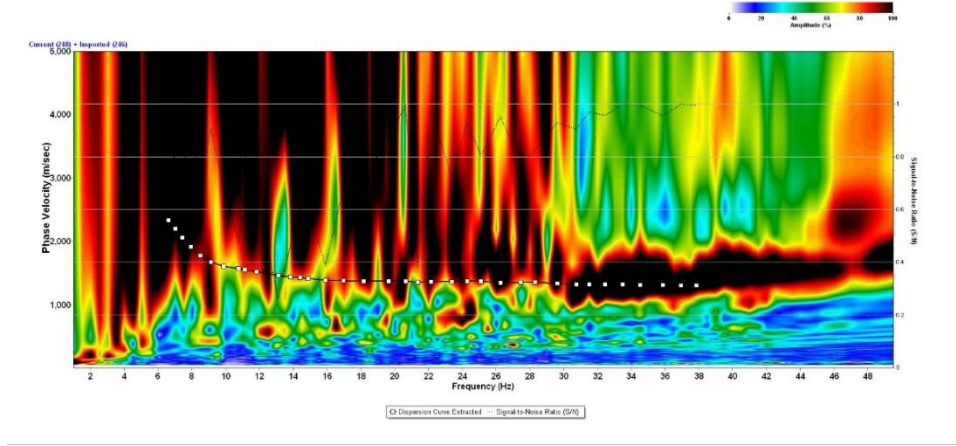
Yer : Kocaeli Kandira Enlem : 41,0691 Boylam : 30,1525 Ofset : 2 metre
Jeofon Aralığı : 1,5 metre Jeofon Sayısı : 48



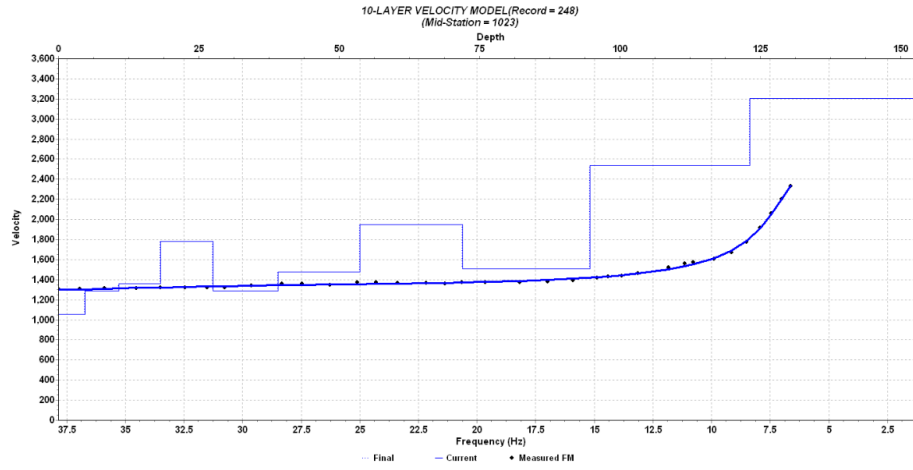
Şekil A.161. AFAD 4110 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.162. 4110 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.163. 4110 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.164. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.81. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

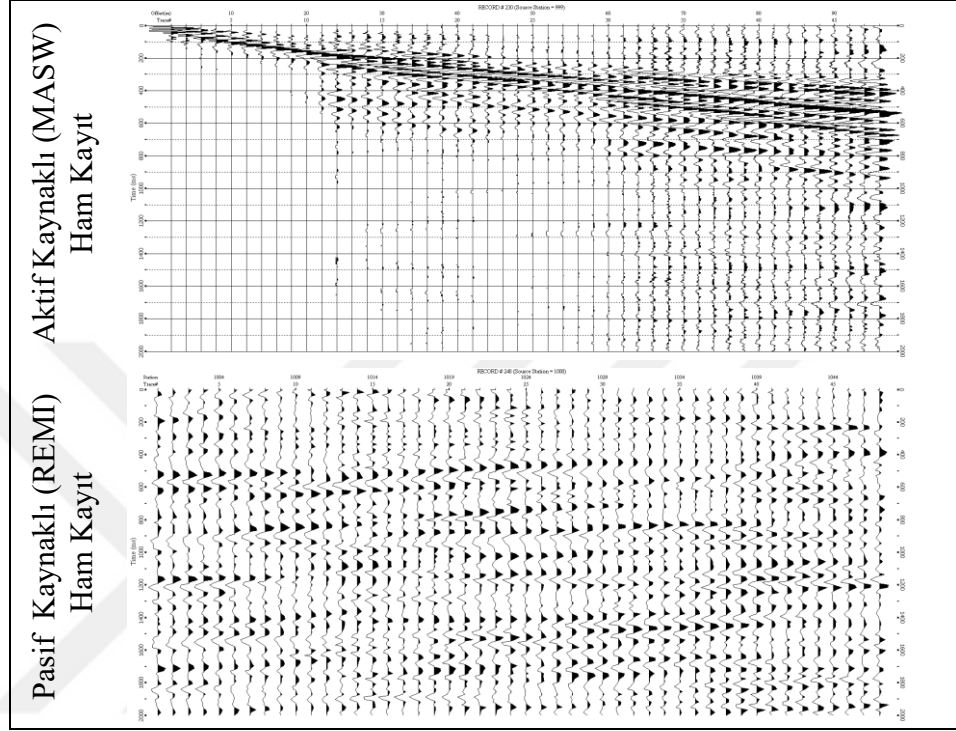
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
2,387	2,387	1055,070
7,758	5,371	1286,026
14,471	6,713	1359,779
22,862	8,391	1783,740
33,352	10,490	1287,533
46,463	13,111	1475,824
62,852	16,389	1946,343
83,338	20,486	1508,551
108,947	25,609	2538,424
138,571	29,624	3206,362

Tablo A.82. 4110 istasyonunda hesaplanan değerler

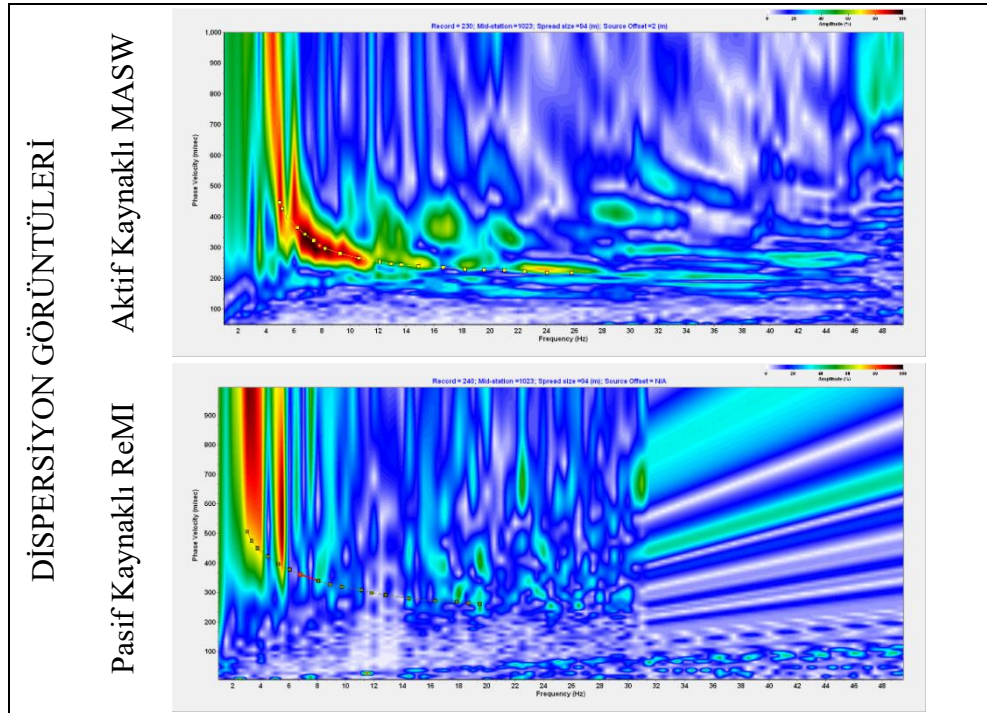
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0
1387 m/s	1431 m/s	1621 m/s	Yüzeyde

4111 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

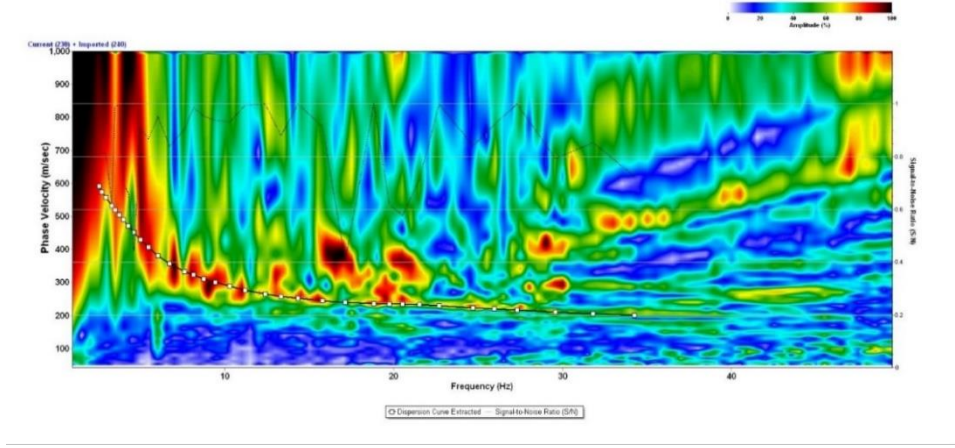
Yer : Kocaeli Karamürsel Devlet Hastanesi Enlem : 40,6844 Boylam : 29,5888
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



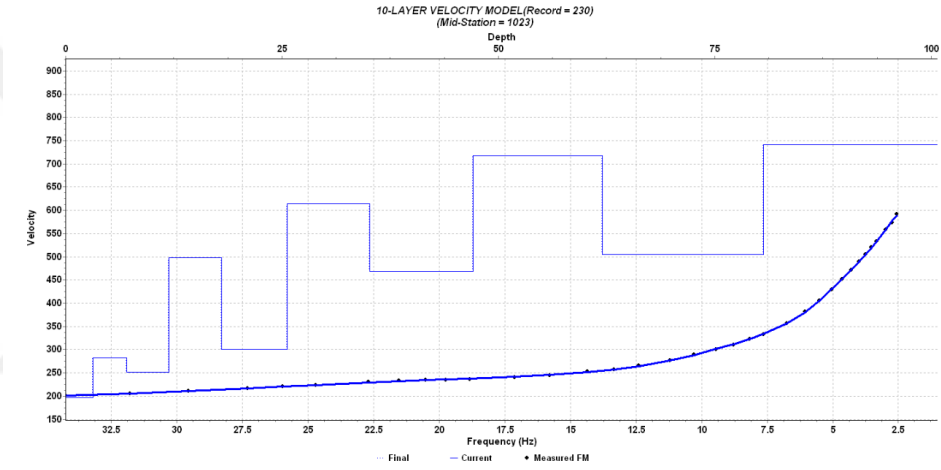
Şekil A.165. AFAD 4111 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.166. 4111 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.167. 4111 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.168. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.83. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

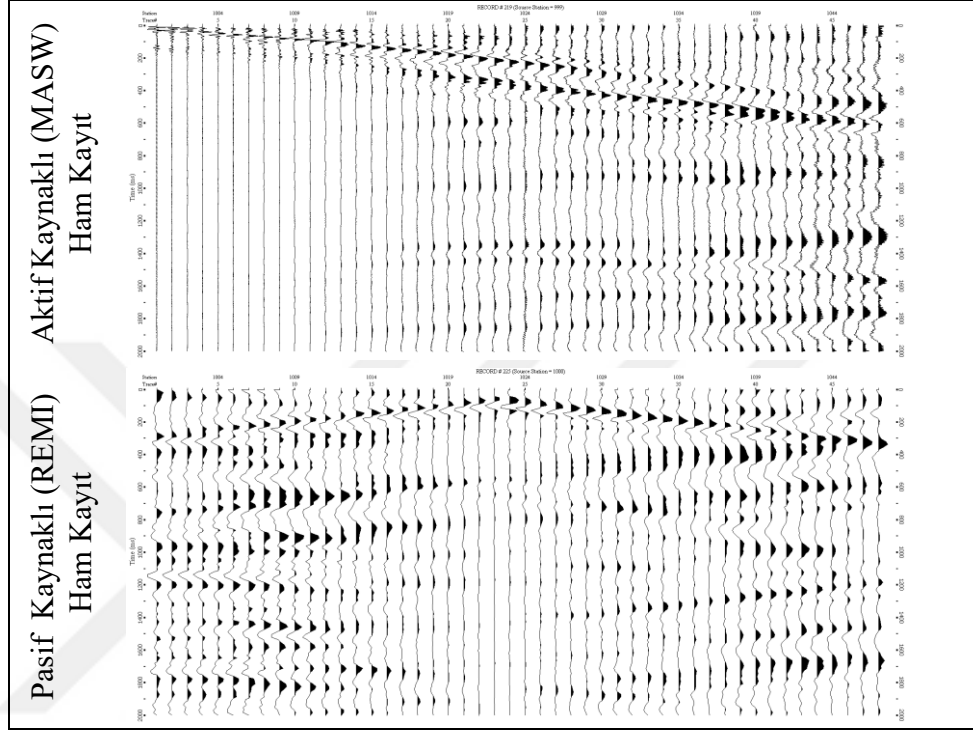
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,123	3,123	197,215
7,027	3,904	281,732
11,907	4,880	251,439
18,007	6,100	497,491
25,632	7,625	300,655
35,163	9,531	614,788
47,077	11,914	468,411
61,969	14,892	717,154
80,584	18,615	505,549
100,730	20,146	741,119

Tablo A.84. 4111 istasyonunda hesaplanan değerler

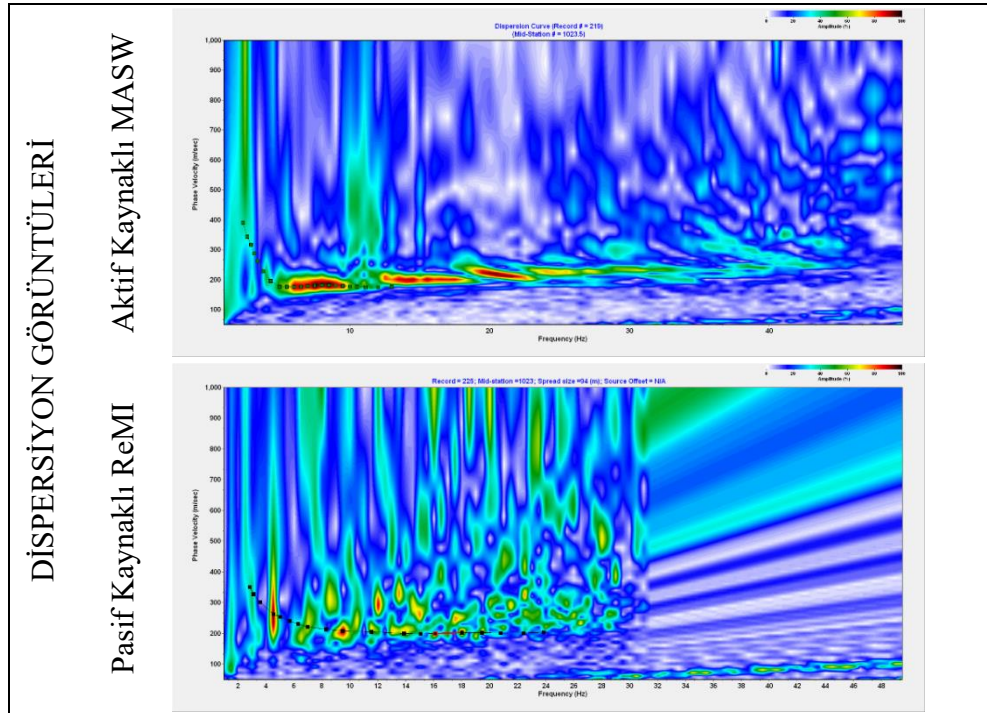
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0
320 m/s	380 m/s	473 m/s	-

4112 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

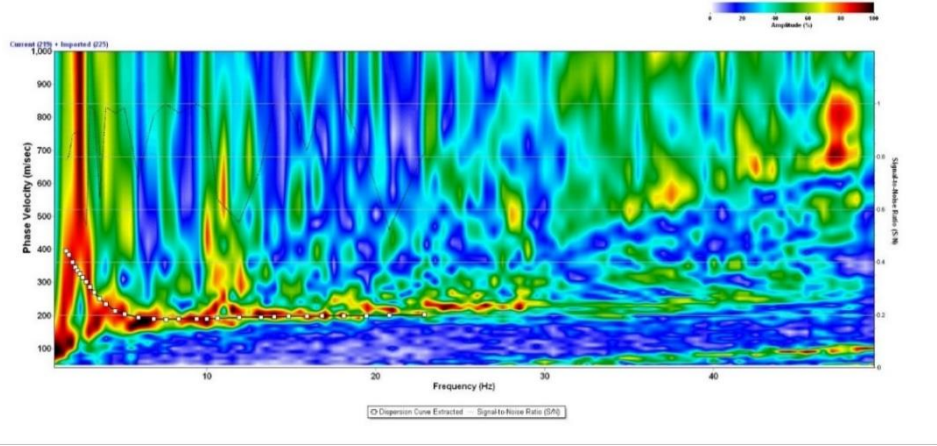
Yer : Kocaeli Gölçük Enlem : 40,7245 Boylam : 29,84 Ofset : 2 metre
Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



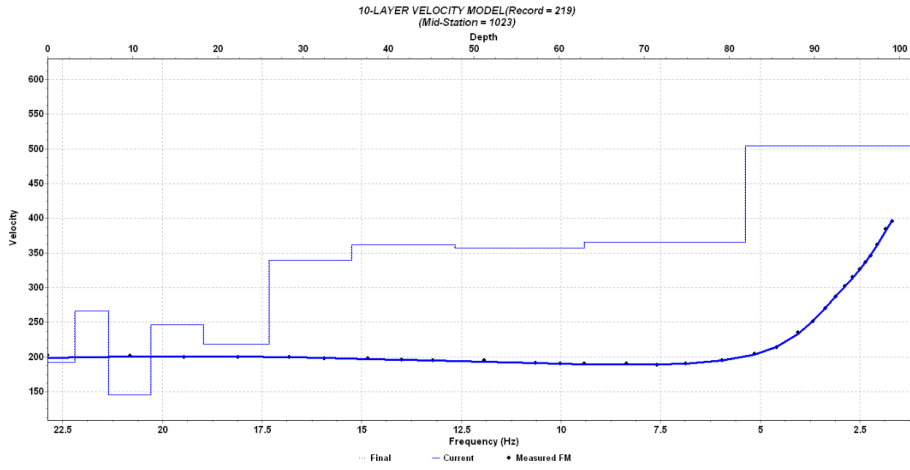
Şekil A.169. AFAD 4112 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.170. 4112 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.171. 4112 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.172. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.85. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,173	3,173	191,918
7,140	3,967	266,602
12,098	4,958	144,902
18,296	6,198	246,272
26,044	7,748	218,244
35,728	9,684	339,715
47,834	12,106	362,100
62,966	15,132	357,148
81,881	18,915	365,368
102,351	20,470	503,946

Tablo A.86. 4112 istasyonunda hesaplanan değerler

V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
217 m/s	257 m/s	314 m/s	-

4113 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

Yer : Kocaeli Körfez Belediyesi

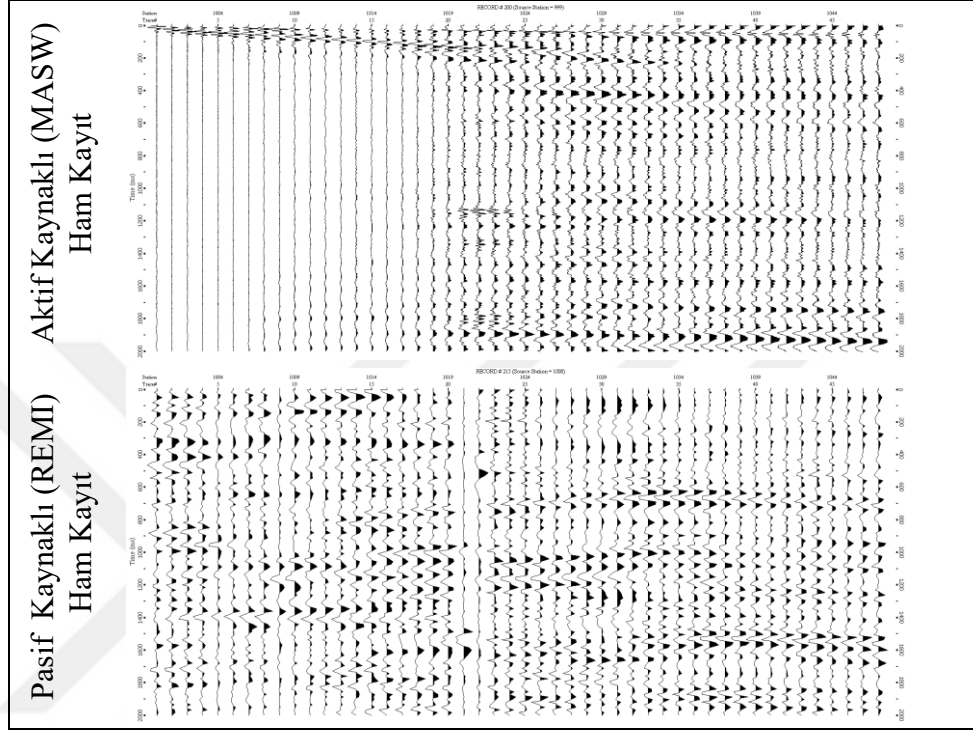
Enlem : 40,7768

Boylam : 29,7335

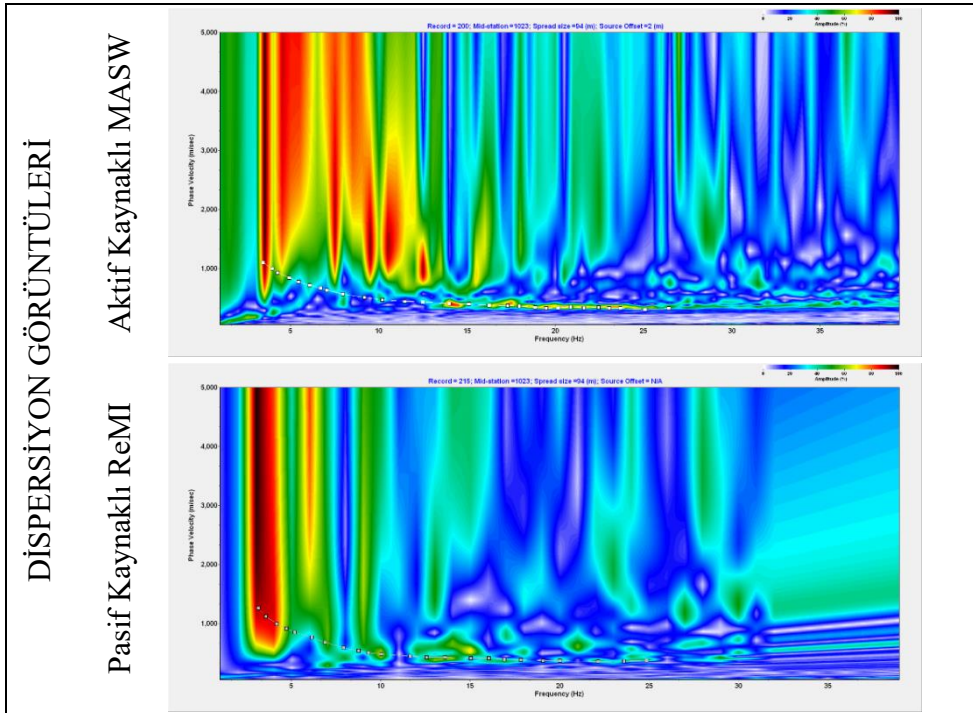
Ofset : 2 metre

Jeofon Aralığı : 2 metre

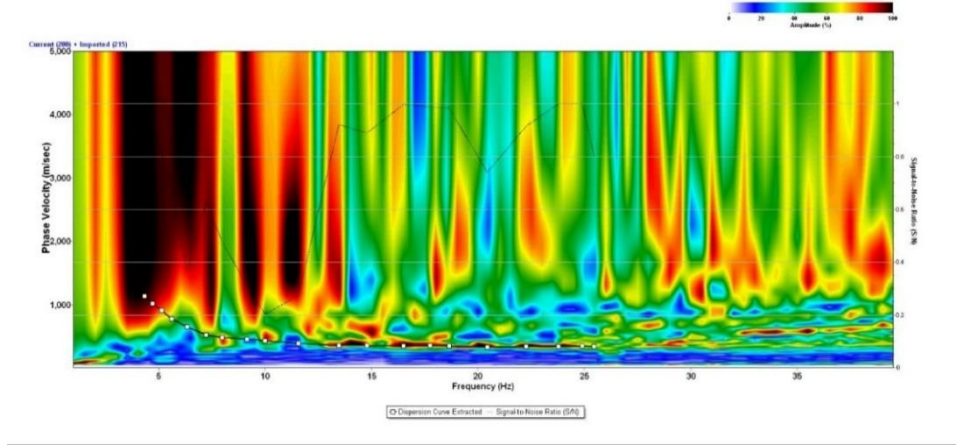
Jeofon Sayısı : 48



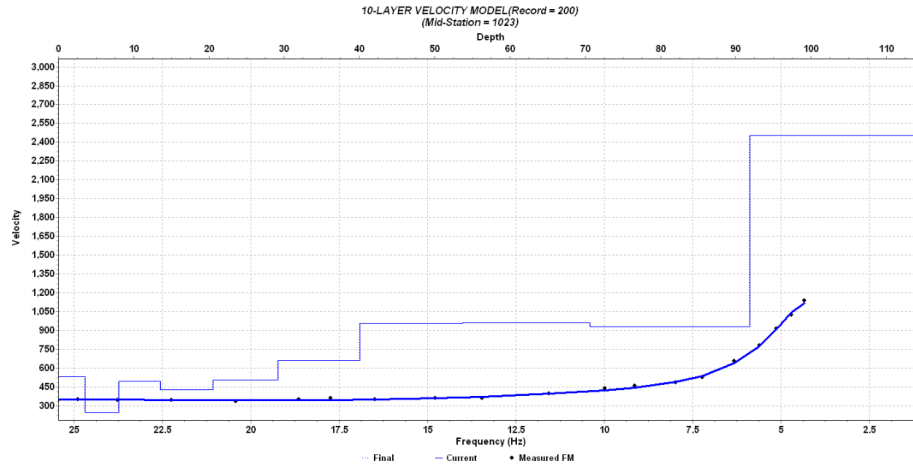
Şekil A.173. AFAD 4113 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.174. 4113 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.175. 4113 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.176. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.87. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

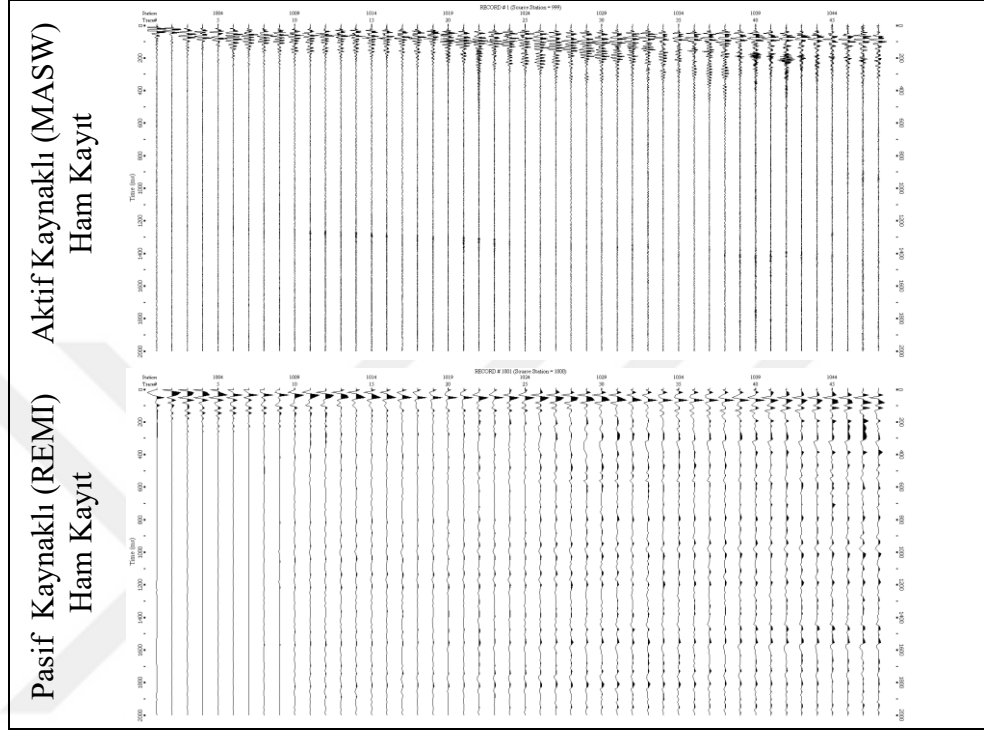
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,560	3,560	530,326
8,010	4,450	244,563
13,573	5,563	494,500
20,527	6,954	427,902
29,219	8,692	502,764
40,084	10,865	660,536
53,665	13,581	957,859
70,642	16,977	960,639
91,863	21,221	928,385
114,829	22,966	2452,169

Tablo A.88. 4113 istasyonunda hesaplanan değerler

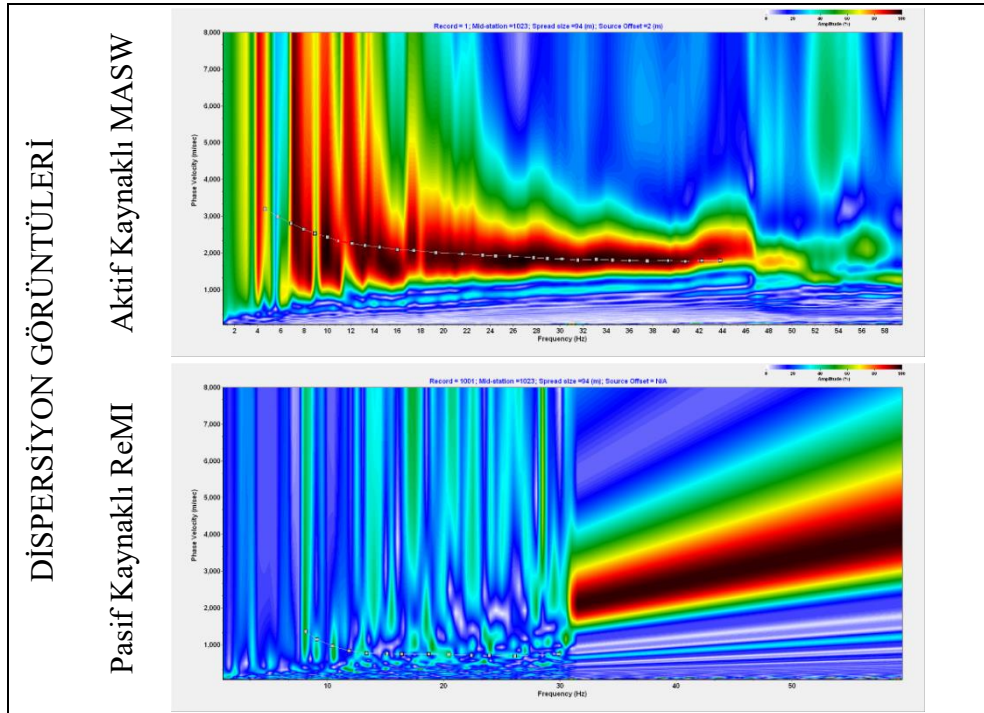
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
423 m/s	518 m/s	693 m/s	114,8 m

4404 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

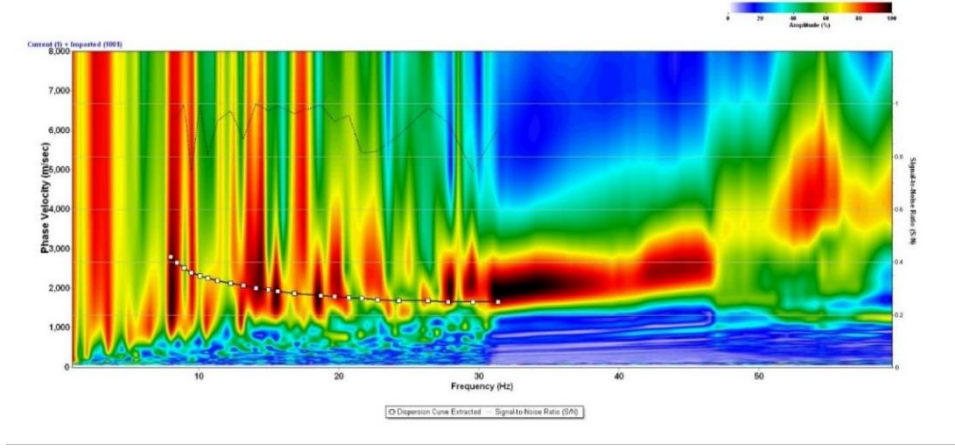
Yer : Malatya Pötürge Orman İşletme Şefliği Enlem : 38.1959 Boylam : 38,8738
Ofset : 1,5 metre Jeofon Aralığı : 1,5 metre Jeofon Sayısı : 48



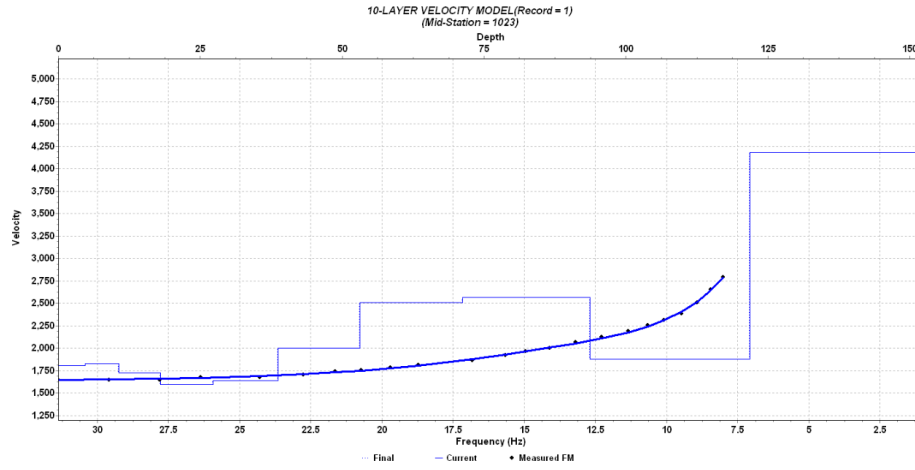
Şekil A.177. AFAD 4404 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.178. 4404 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.179. 4404 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.180. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.89. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

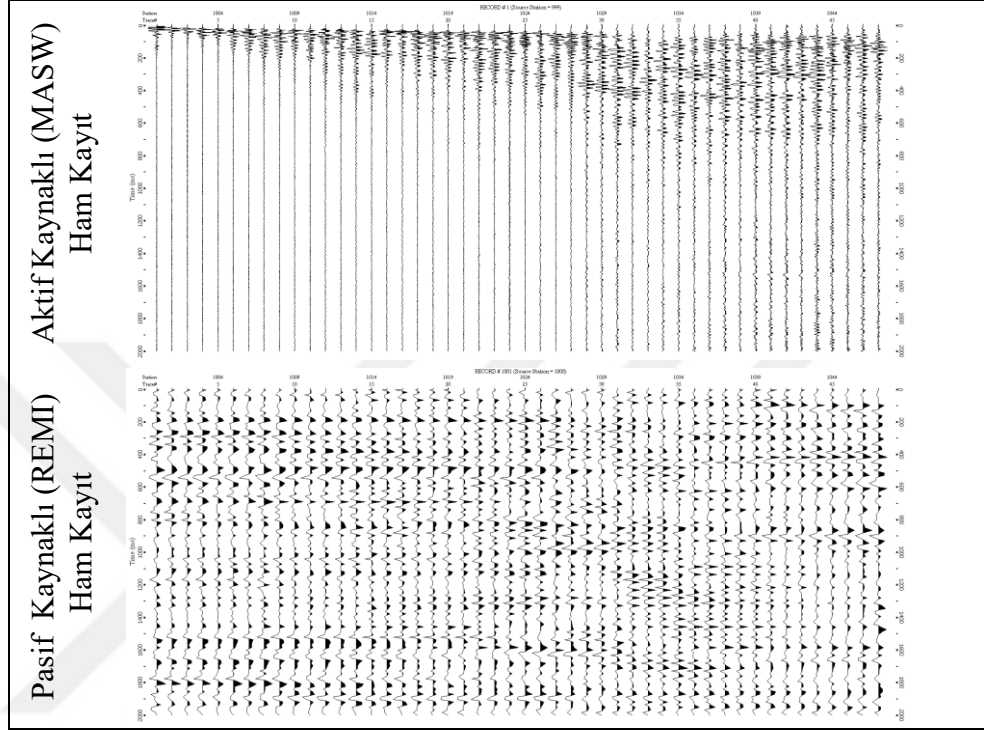
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
4,722	4,722	1806,465
10,624	5,902	1824,828
18,002	7,378	1726,457
27,224	9,222	1597,579
38,752	11,528	1640,487
53,162	14,410	2005,135
71,175	18,013	2512,548
93,691	22,516	2567,514
121,836	28,145	1880,420
152,295	30,459	4179,806

Tablo A.90. 4404 istasyonunda hesaplanan değerler

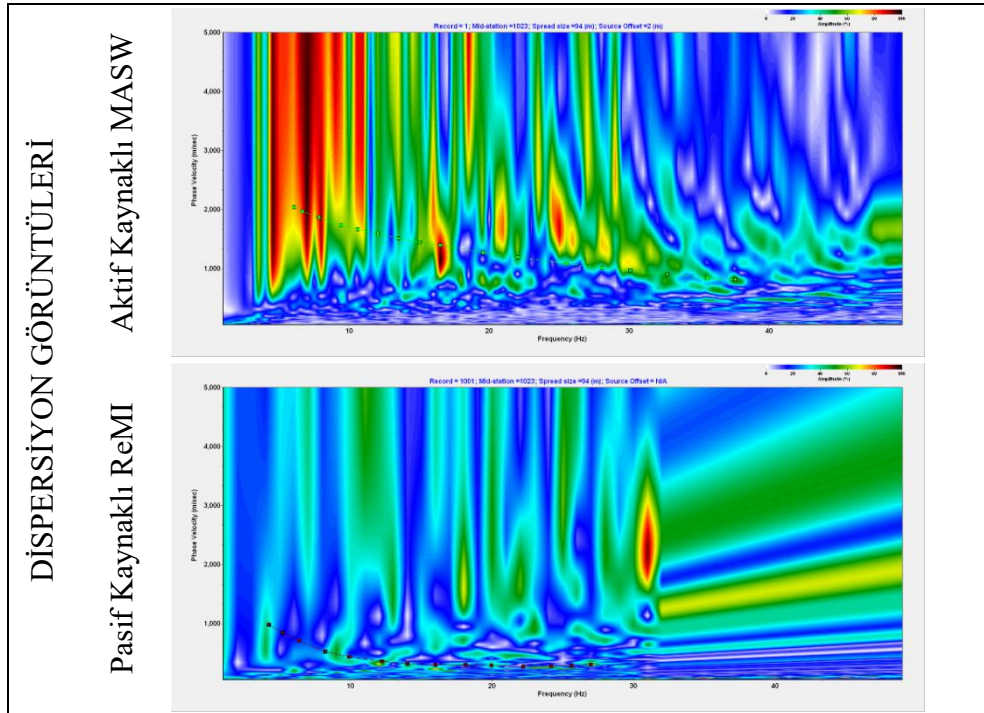
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
1705 m/s	1752 m/s	2024 m/s	Yüzeyde

4701 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

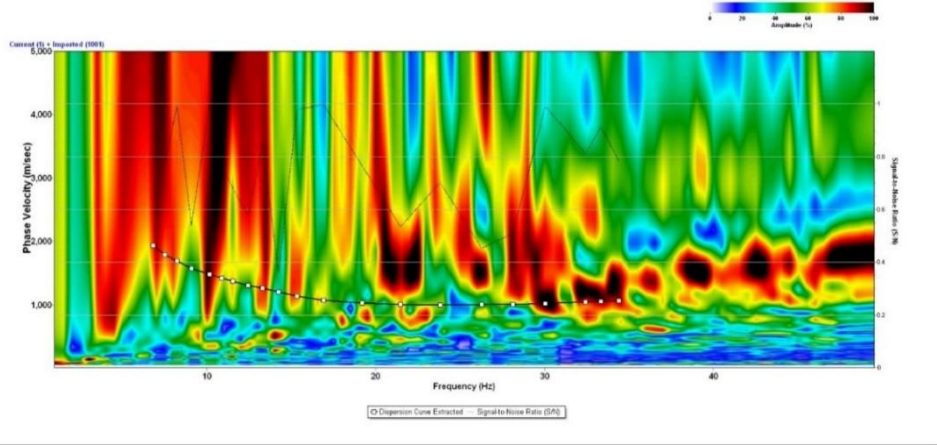
Yer : Mardin Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Enlem : 37,363 Boylam : 40,723
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



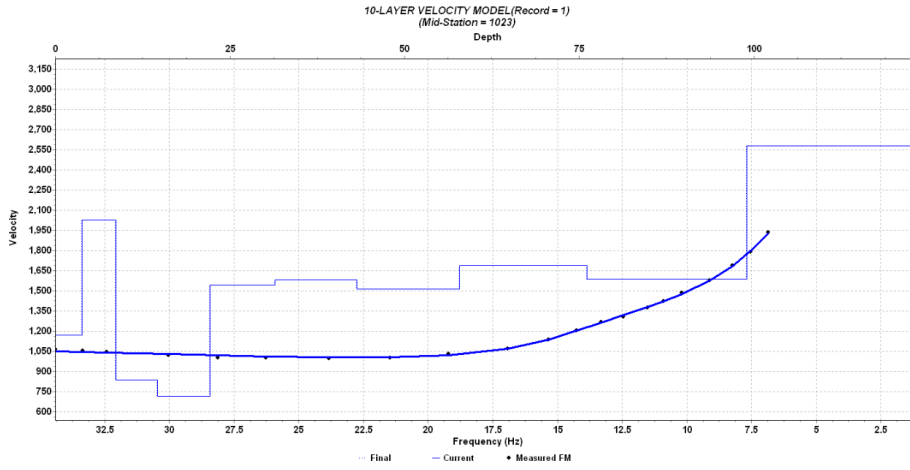
Şekil A.181. AFAD 4701 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.182. 4701 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.183. 4701 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.184. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.91. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

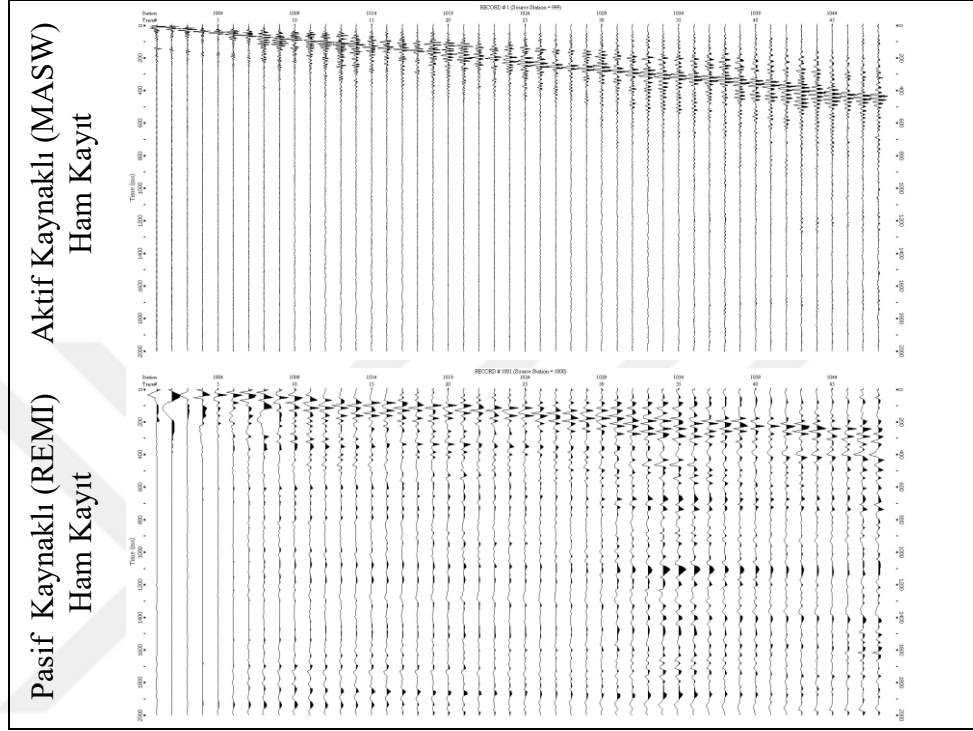
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,837	3,837	1173,544
8,633	4,796	2026,187
14,628	5,995	838,062
22,122	7,494	718,773
31,490	9,368	1543,034
43,200	11,710	1583,580
57,837	14,637	1516,784
76,133	18,296	1687,923
99,003	22,870	1588,732
123,754	24,751	2580,163

Tablo A.92. 4701 istasyonunda hesaplanan değerler

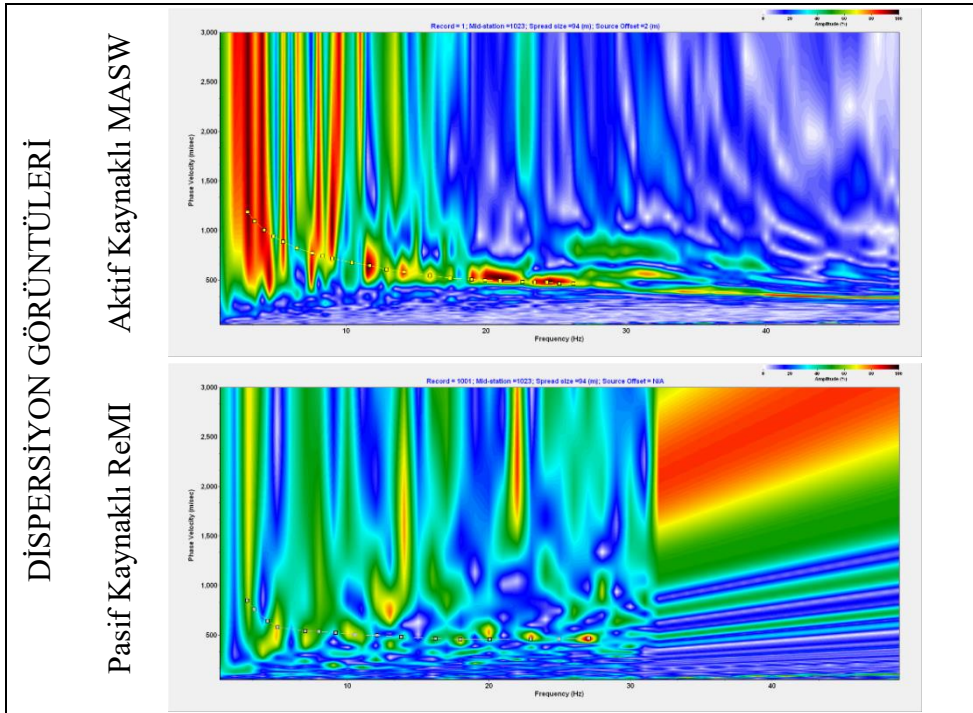
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0
1059 m/s	1215 m/s	1390 m/s	Yüzeyde

5102 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

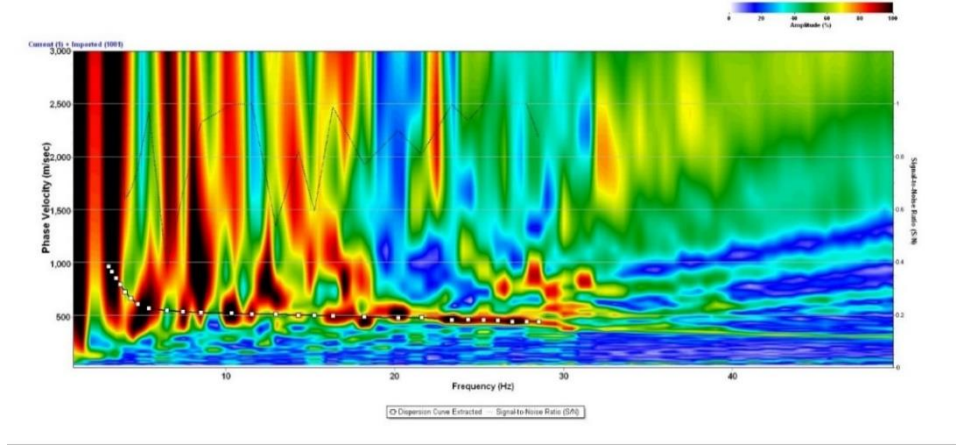
Yer : Niğde Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Enlem : 37,96789 Boylam : 34,673
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



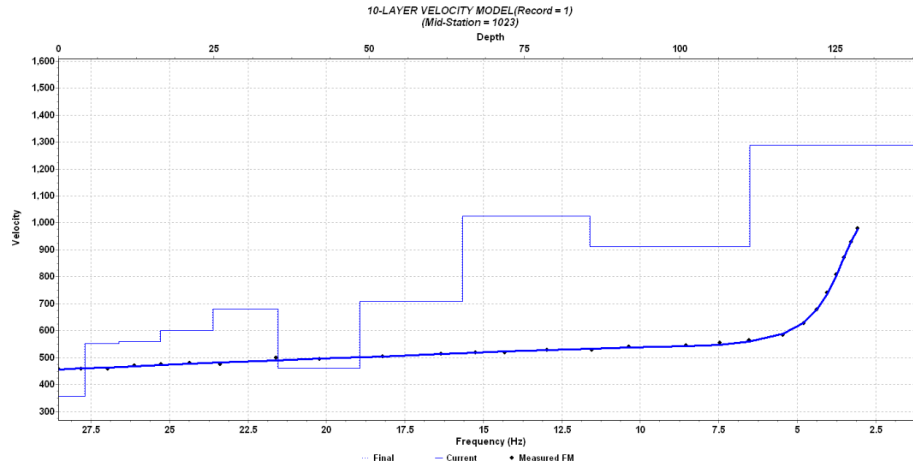
Şekil A.185. AFAD 5102 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.186. 5102 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.187. 5102 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.188. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.93. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

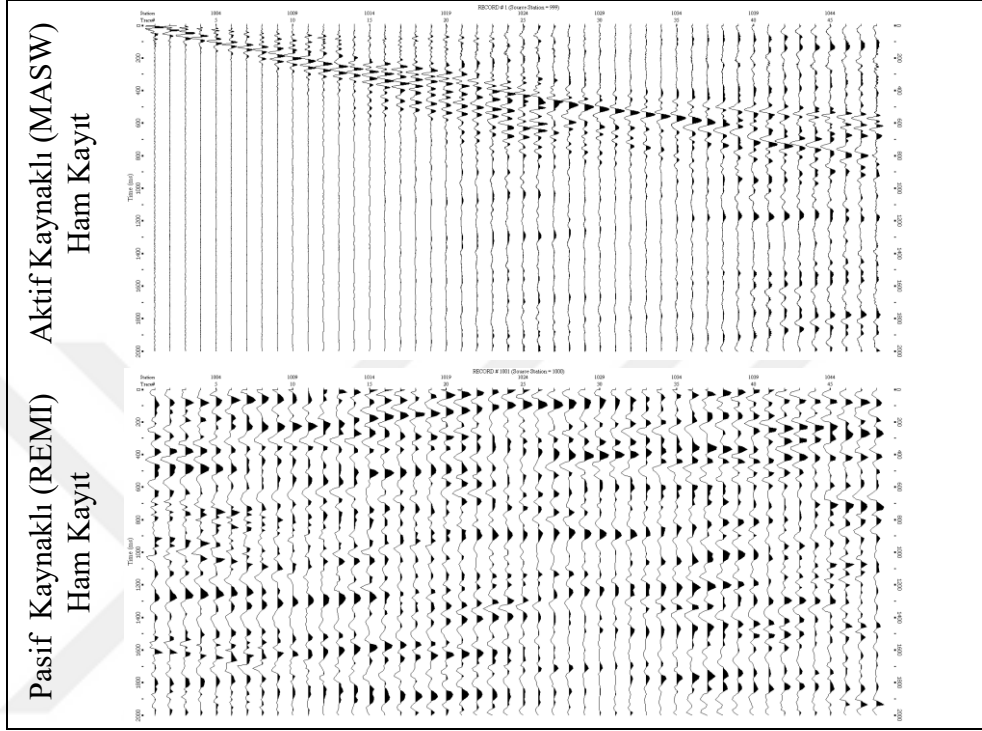
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
4,315	4,315	356,603
9,708	5,393	553,386
16,449	6,741	560,441
24,876	8,427	601,293
35,410	10,534	679,546
48,577	13,167	459,375
65,036	16,459	710,219
85,609	20,573	1024,163
111,326	25,717	911,367
139,157	27,831	1287,494

Tablo A.94. 5102 istasyonunda hesaplanan değerler

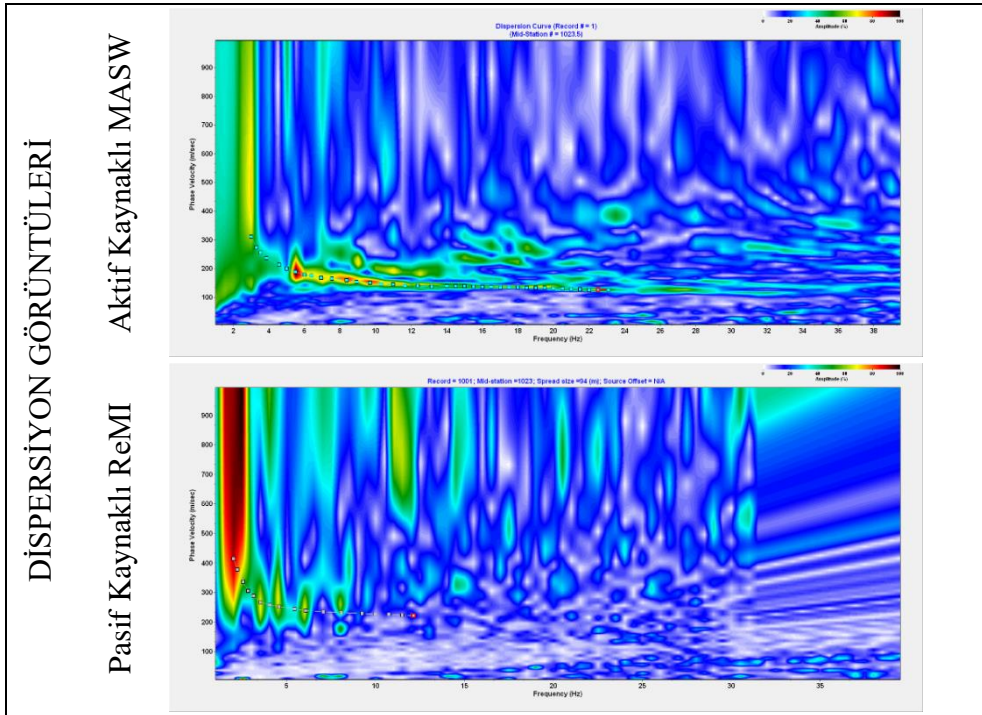
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
541 m/s	532 m/s	662 m/s	85,6 m

5201 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

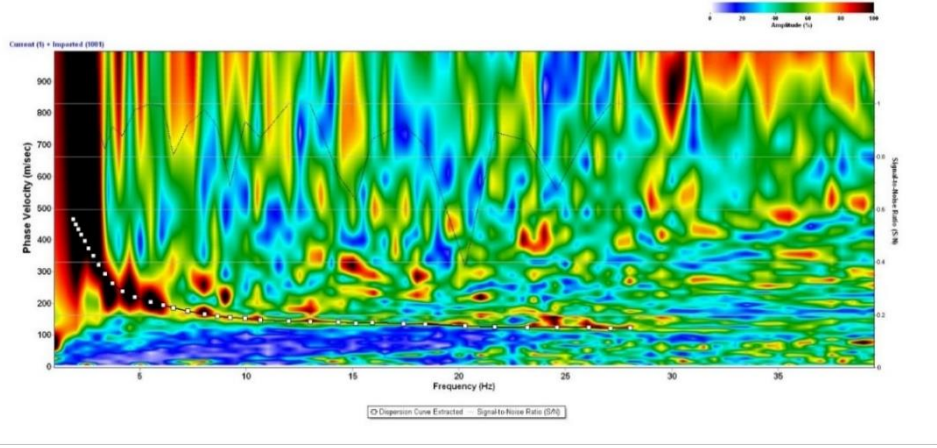
Yer : Ordu Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Enlem : 40,9751 Boylam : 37,9174
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



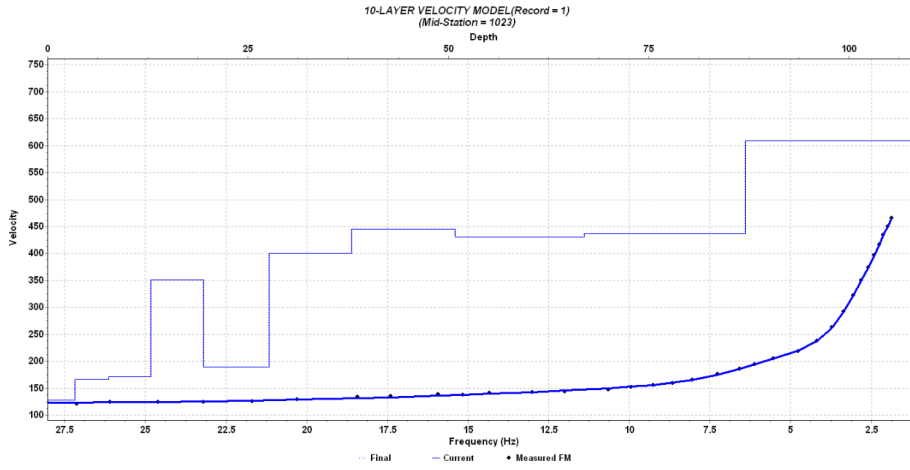
Şekil A.189. AFAD 5201 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.190. 5201 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.191. 5201 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.192. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.95. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

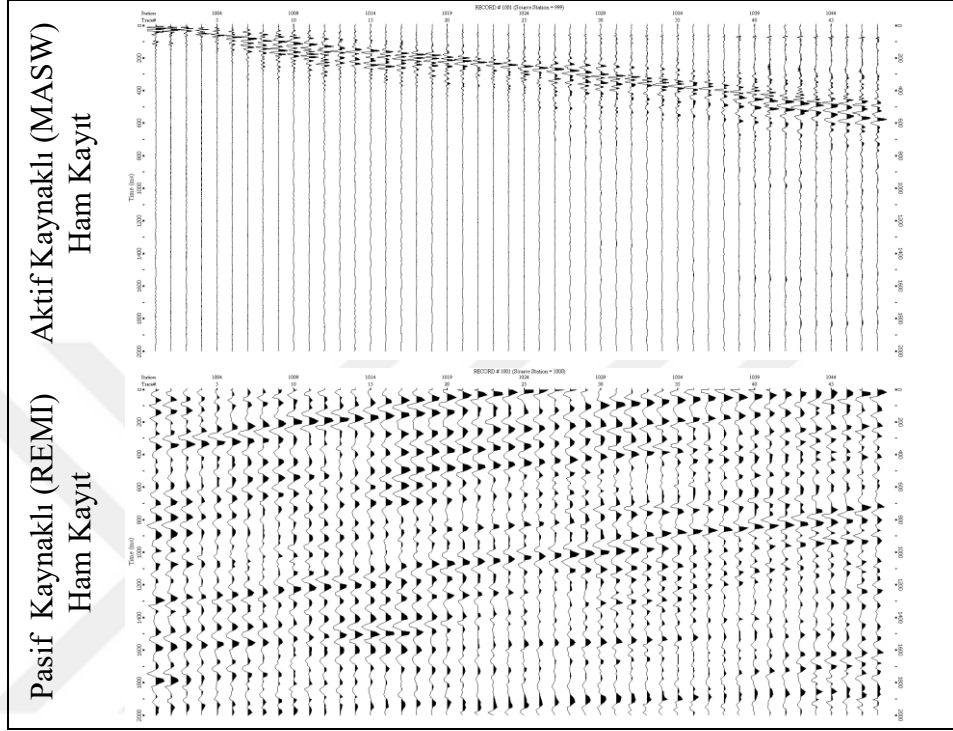
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,374	3,374	127,636
7,592	4,218	166,656
12,864	5,272	171,363
19,454	6,590	350,964
27,692	8,238	189,490
37,989	10,297	399,939
50,861	12,872	445,098
66,950	16,089	430,112
87,062	20,112	437,007
108,827	21,765	608,949

Tablo A.96. 5201 istasyonunda hesaplanan değerler

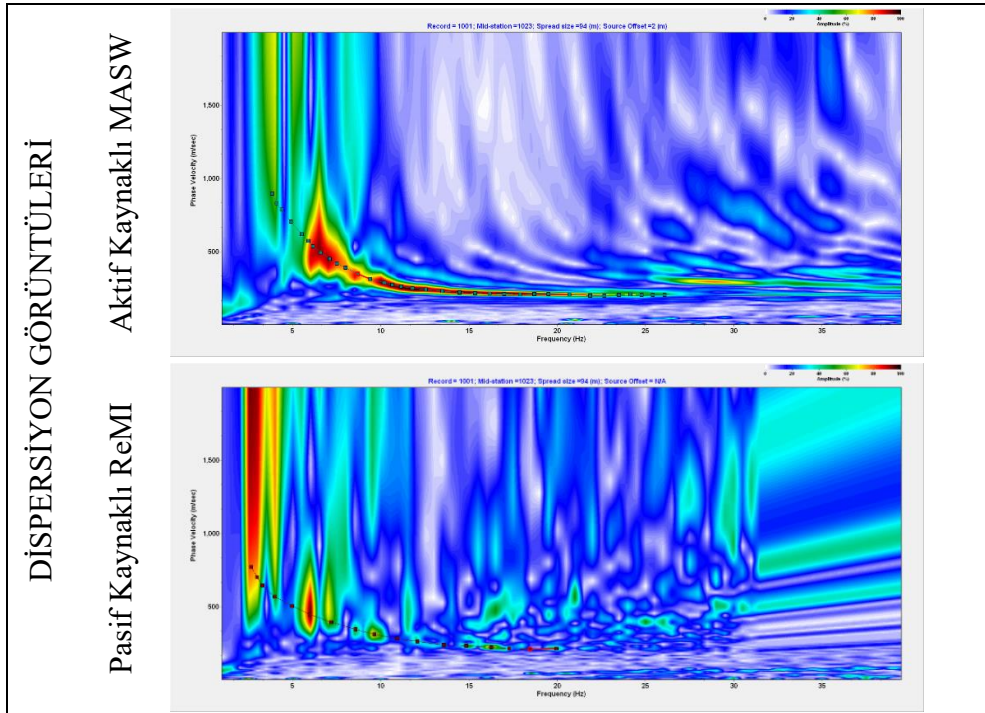
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0
199 m/s	253 m/s	329 m/s	-

5501 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

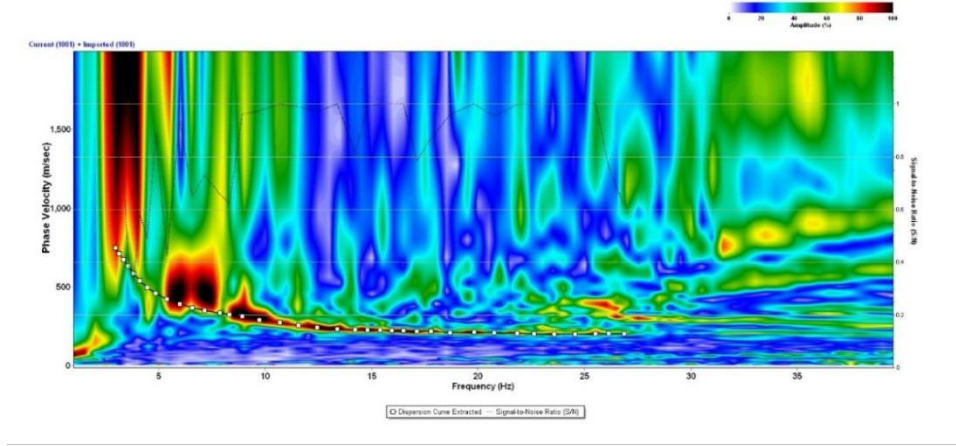
Yer : Samsun Meteoroloji Müdürlüğü Enlem : 41,344 Boylam : 36,2557
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



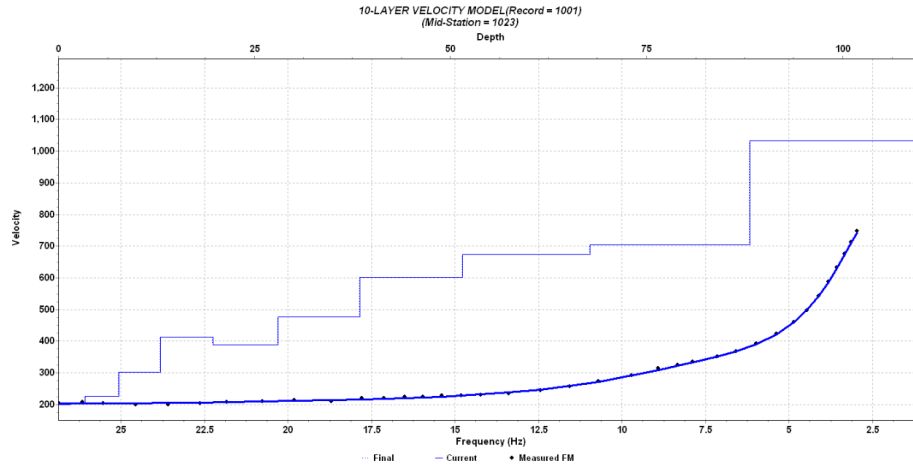
Şekil A.193. AFAD 5501 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.194. 5501 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.195. 5501 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.196. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.97. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

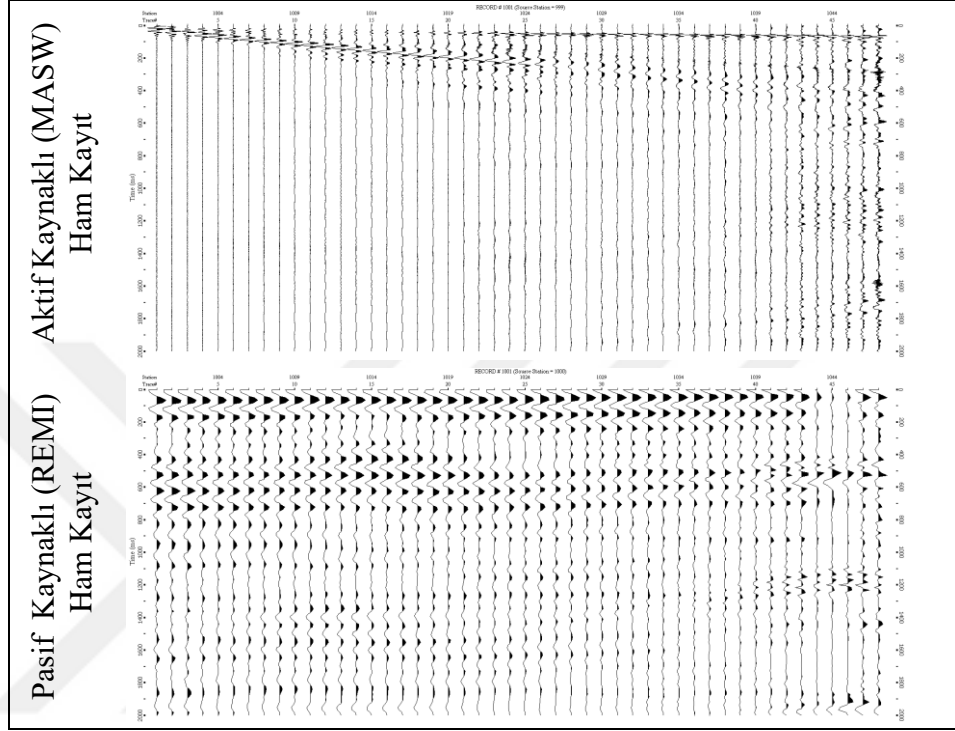
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,418	3,418	205,950
7,690	4,272	225,715
13,030	5,340	301,924
19,705	6,675	413,234
28,049	8,344	387,881
38,479	10,430	477,541
51,516	13,037	601,361
67,813	16,297	674,448
88,184	20,371	704,680
110,230	22,046	1033,475

Tablo A.98. 5501 istasyonunda hesaplanan değerler

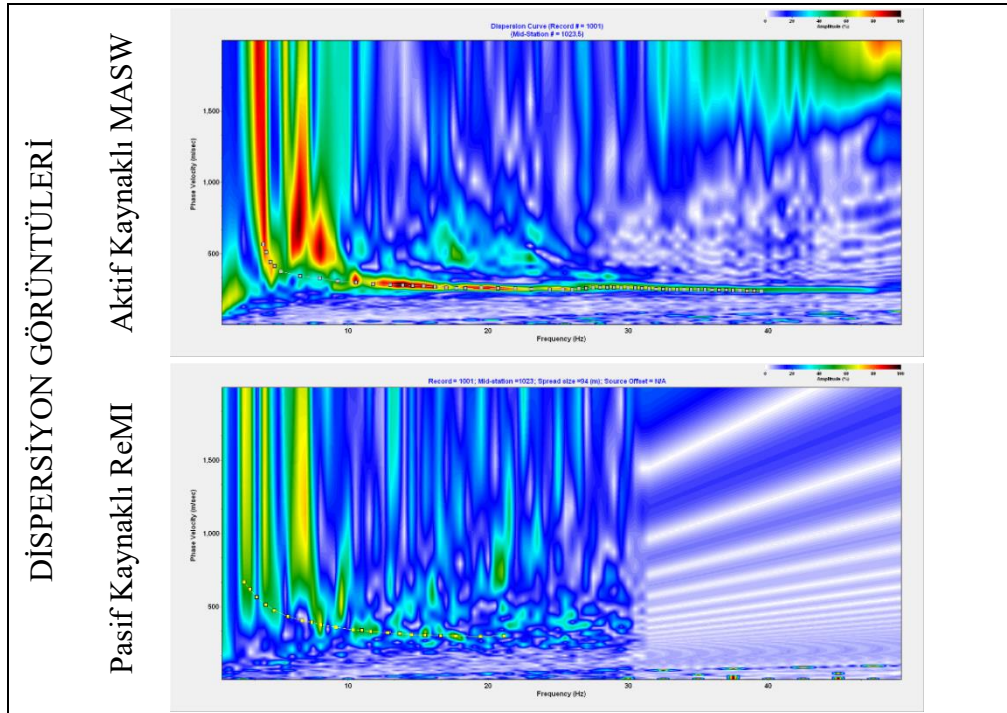
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
316 m/s	379 m/s	502 m/s	110 m

5502 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

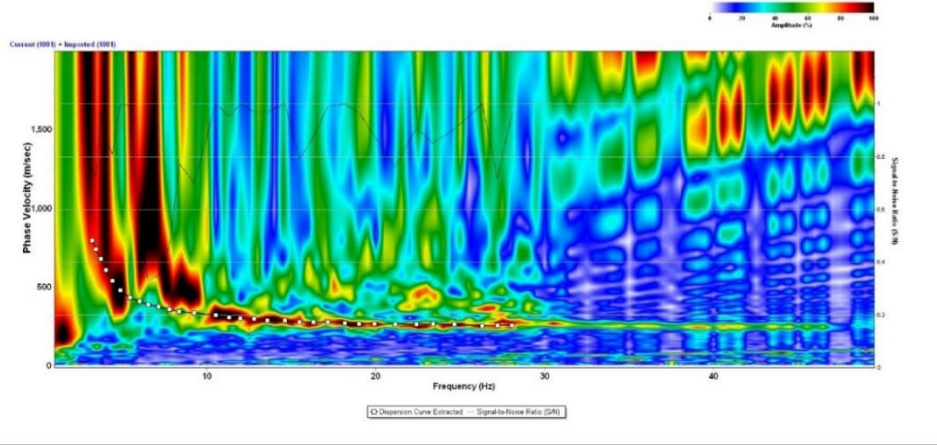
Yer : Samsun Ladik Orman İşletme Şefliği Enlem : 40,9093 Boylam : 35,9025
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



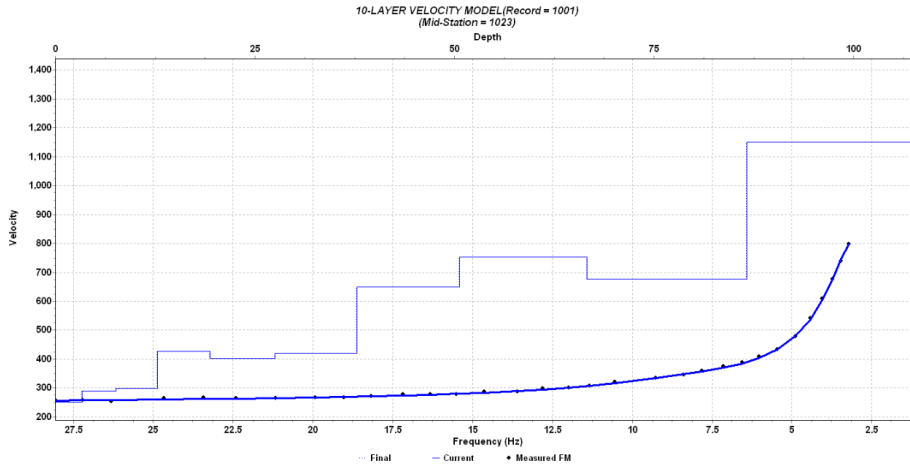
Şekil A.197. AFAD 5502 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.198. 5502 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.199. 5502 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.200. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.99. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

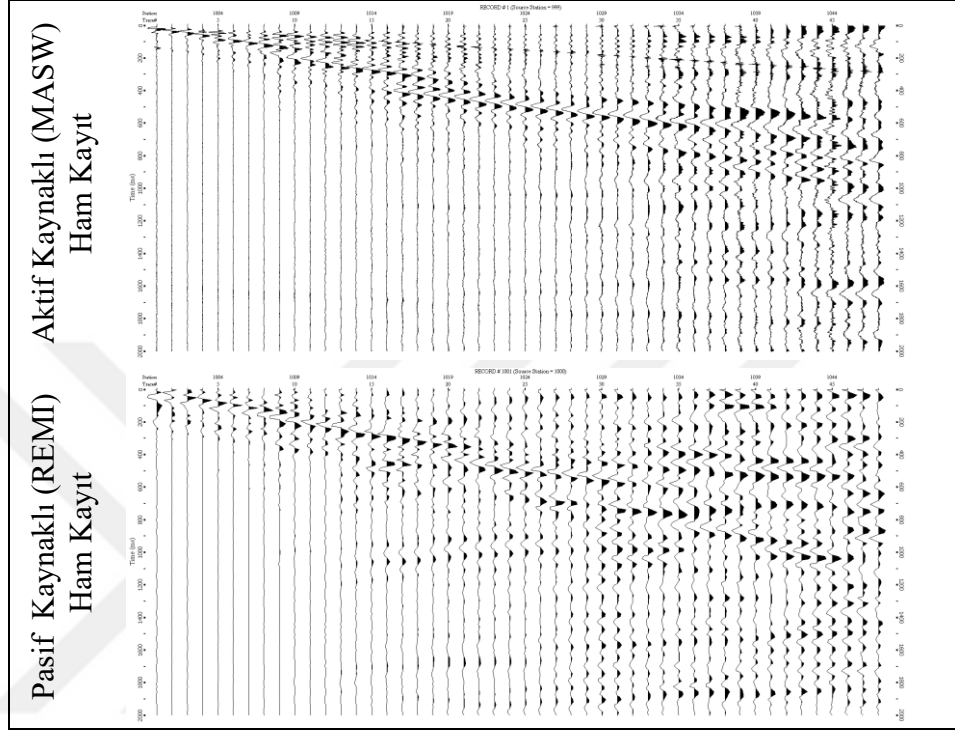
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,358	3,358	251,486
7,556	4,198	289,351
12,803	5,247	297,771
19,362	6,559	427,160
27,561	8,199	402,858
37,810	10,249	420,983
50,621	12,811	648,341
66,635	16,014	752,704
86,652	20,017	676,896
108,315	21,663	1150,821

Tablo A.100. 5502 istasyonunda hesaplanan değerler

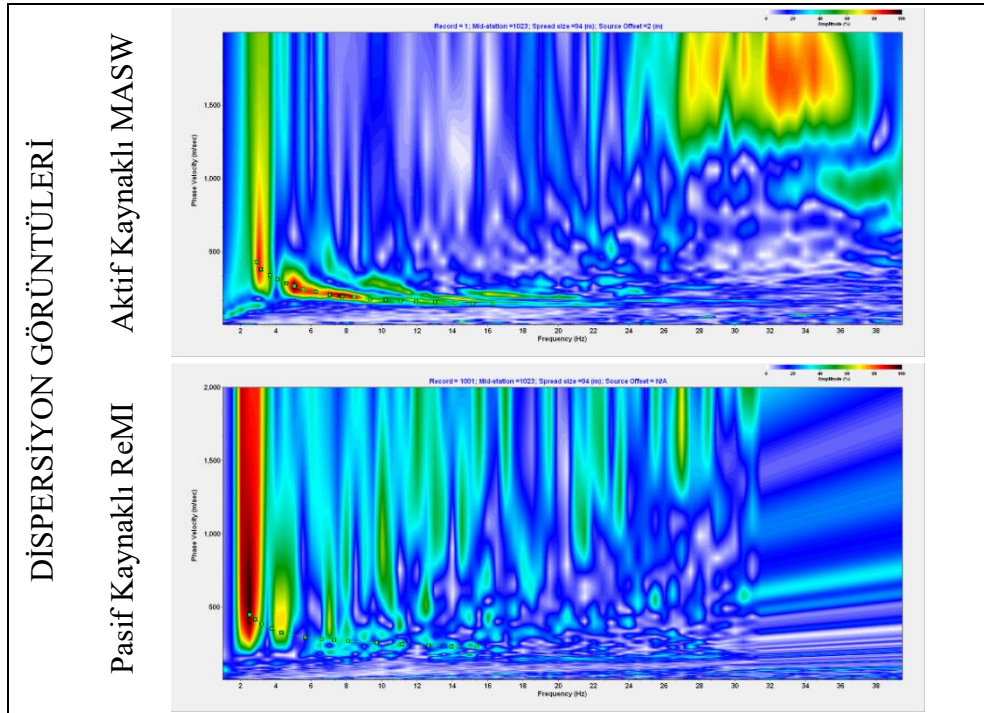
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
345 m/s	402 m/s	533 m/s	108 m

5503 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

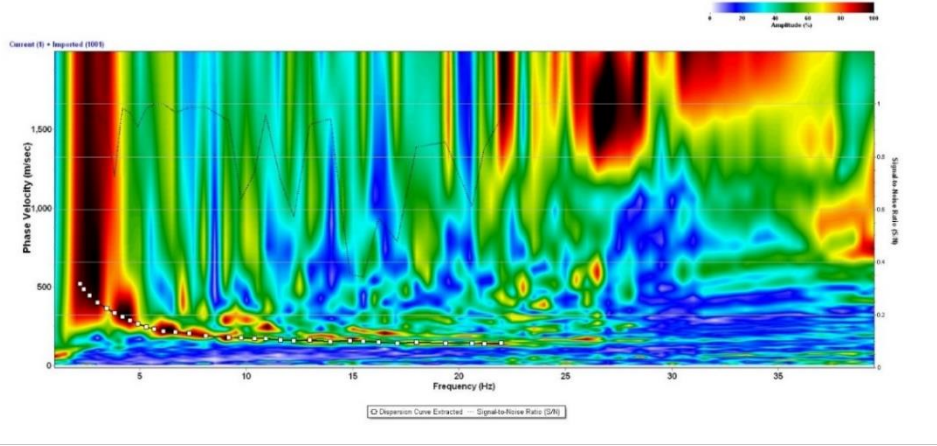
Yer : Samsun Vezirköprü Orman İşletme Müd. Enlem :41,1377 Boylam : 35,4664
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



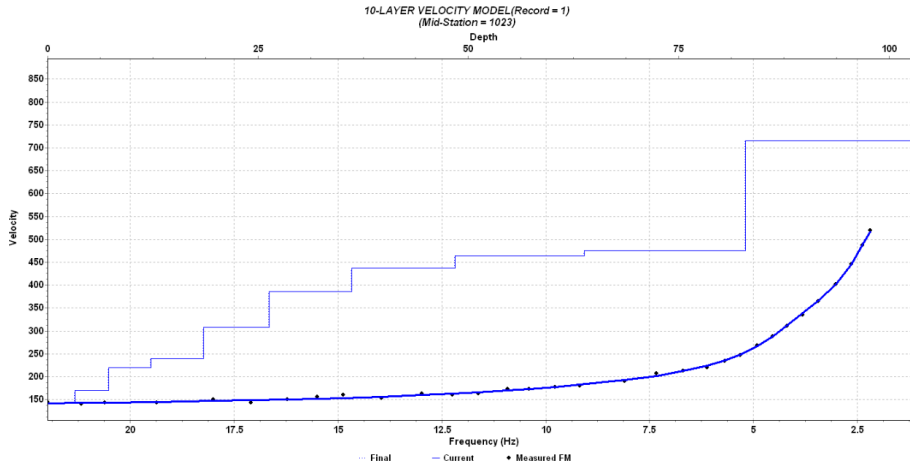
Şekil A.201. AFAD 5503 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.202. 5503 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.203. 5503 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.204. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.101. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

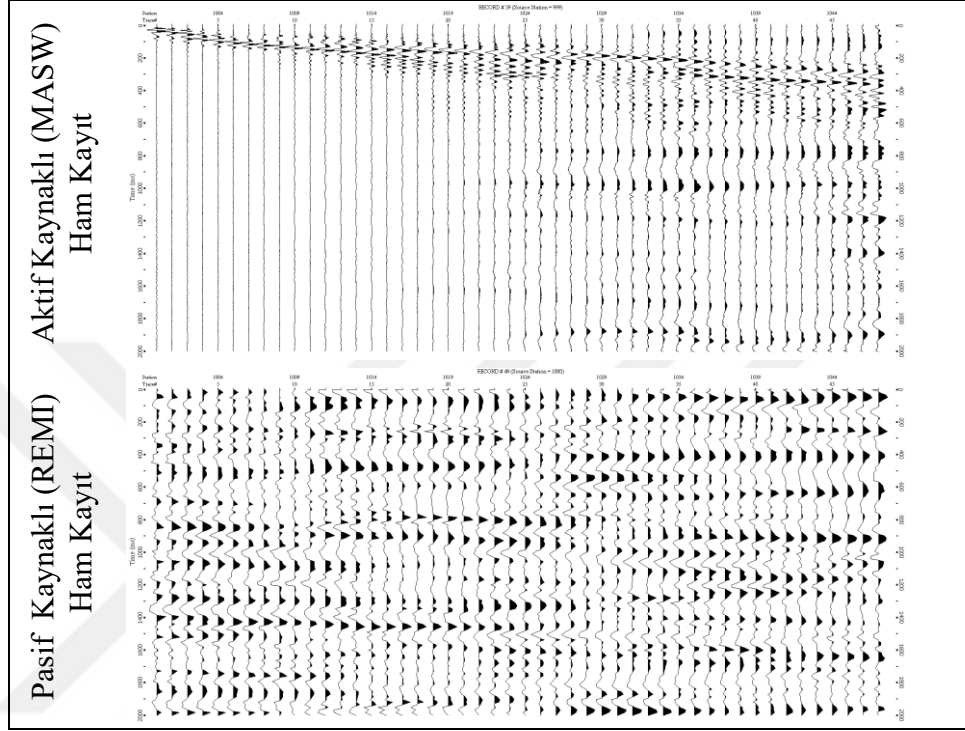
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,213	3,213	141,955
7,229	4,016	170,616
12,250	5,021	219,689
18,526	6,276	239,516
26,371	7,845	308,332
36,177	9,806	386,048
48,434	12,257	437,244
63,755	15,321	463,522
82,907	19,152	475,576
103,634	20,727	715,620

Tablo A.102. 5503 istasyonunda hesaplanan değerler

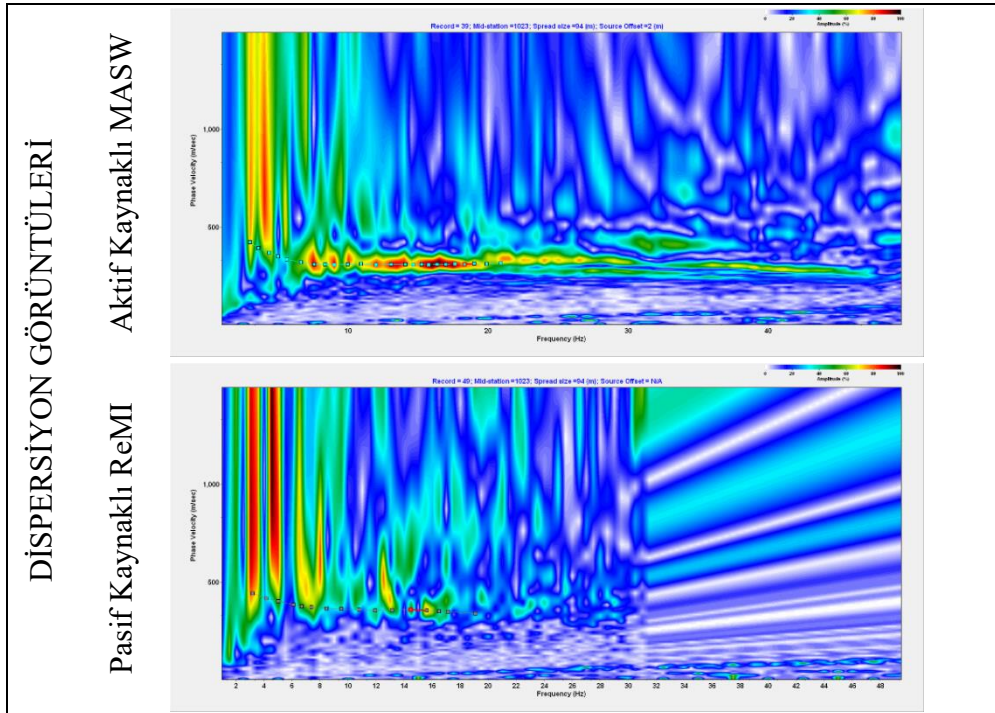
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0
231 m/s	282 m/s	369 m/s	-

5701 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

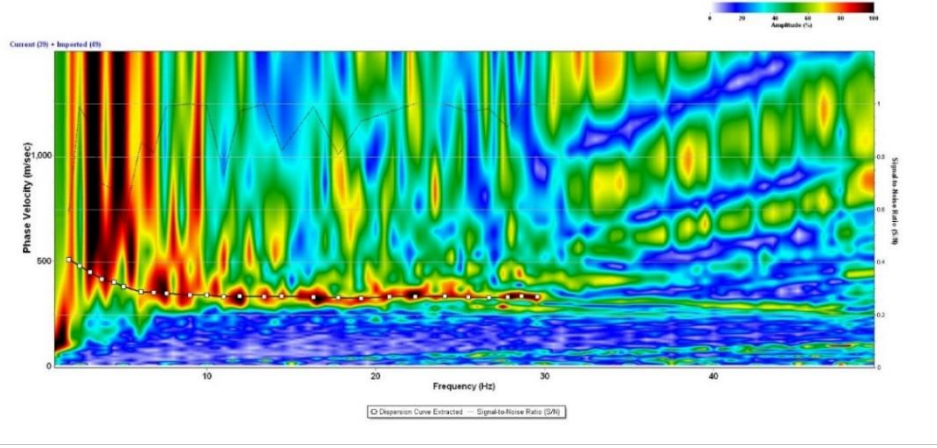
Yer : Sinop Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Enlem : 42,0296 Boylam : 35,1542
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



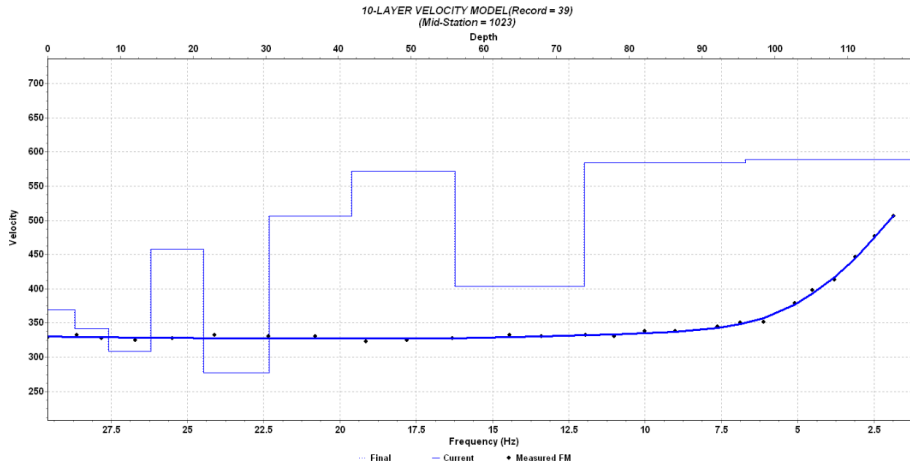
Şekil A.205. AFAD 5701 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.206. 5701 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.207. 5701 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.208. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.103. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

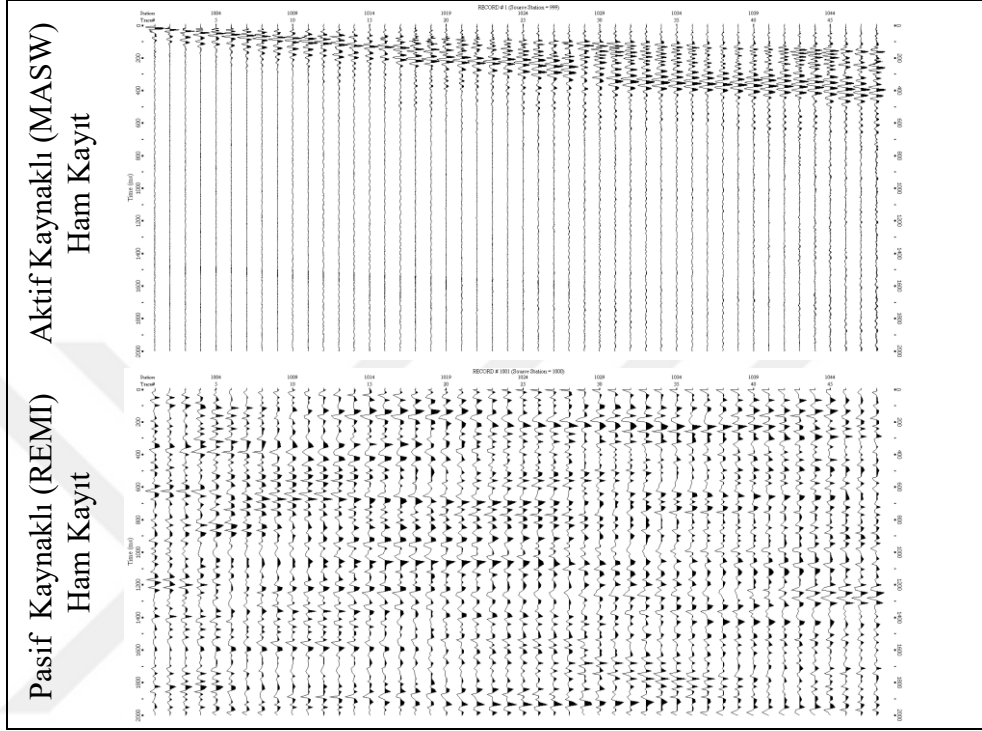
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,719	3,719	369,734
8,368	4,649	341,562
14,179	5,811	308,784
21,443	7,264	457,971
30,523	9,080	277,137
41,874	11,351	506,086
56,062	14,188	571,537
73,797	17,735	403,367
95,966	22,169	584,669
119,958	23,992	589,140

Tablo A.104. 5701 istasyonunda hesaplanan değerler

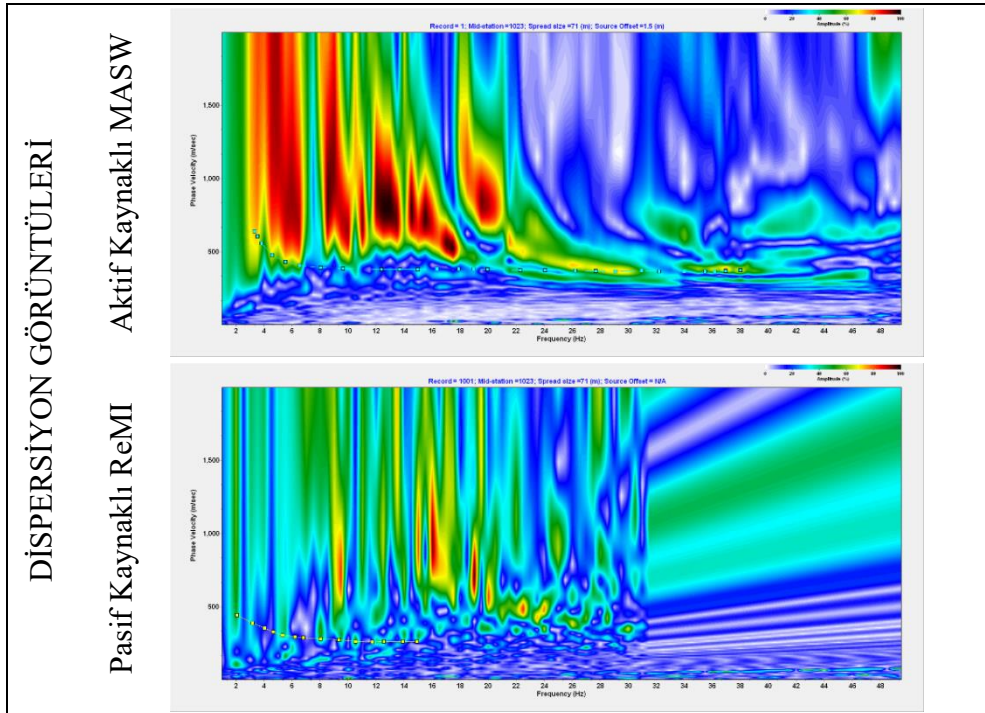
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0
336 m/s	391 m/s	440 m/s	-

5803 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

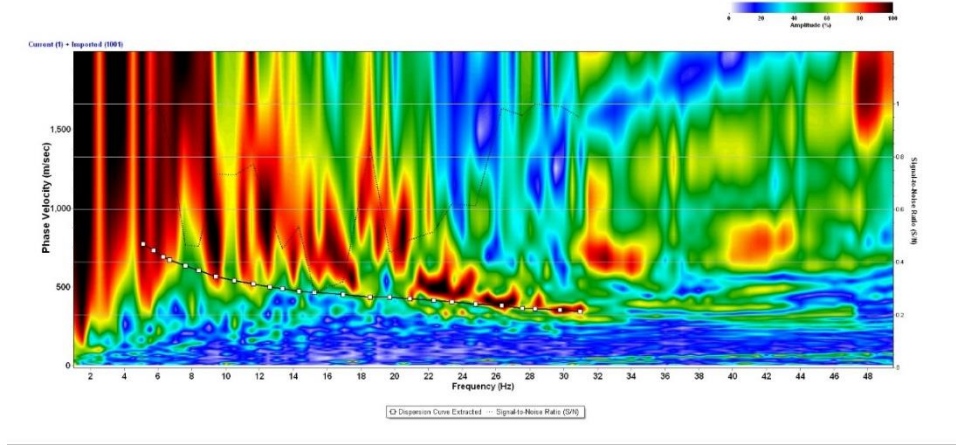
Yer : Sivas Meteoroloji Müdürlüğü Enlem : 39,7438 Boylam : 37,00179
Ofset : 1,5 metre Jeofon Aralığı : 1,5 metre Jeofon Sayısı : 48



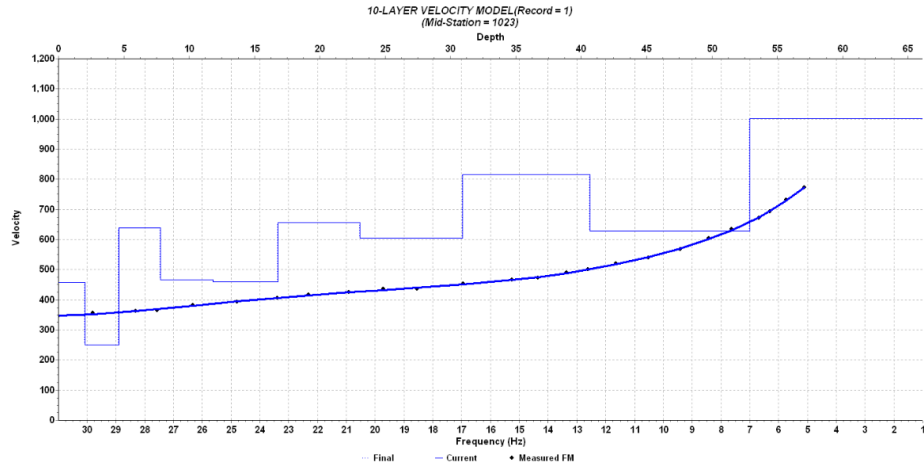
Şekil A.209. AFAD 5803 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.210. 5803 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.211. 5803 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.212. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.105. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

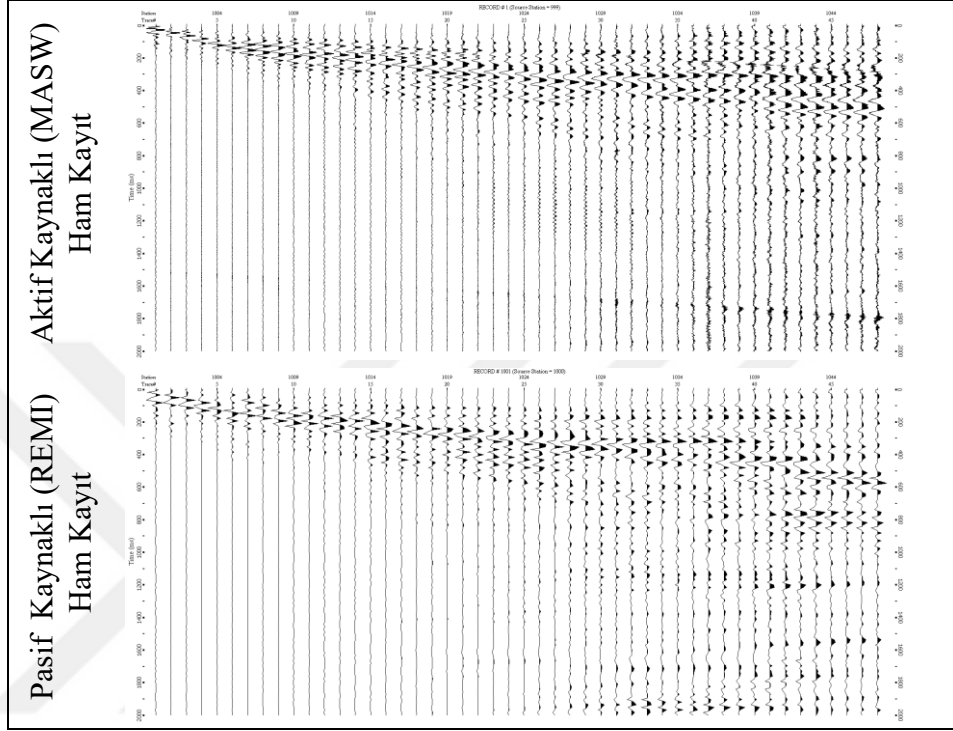
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
1,025	1,025	457,663
3,331	2,306	251,127
6,215	2,884	639,826
9,819	3,604	466,294
14,325	4,506	460,453
19,957	5,632	655,267
26,996	7,039	603,711
35,796	8,800	815,223
46,795	10,999	628,332
59,518	12,723	1002,470

Tablo A.106. 5803 istasyonunda hesaplanan değerler

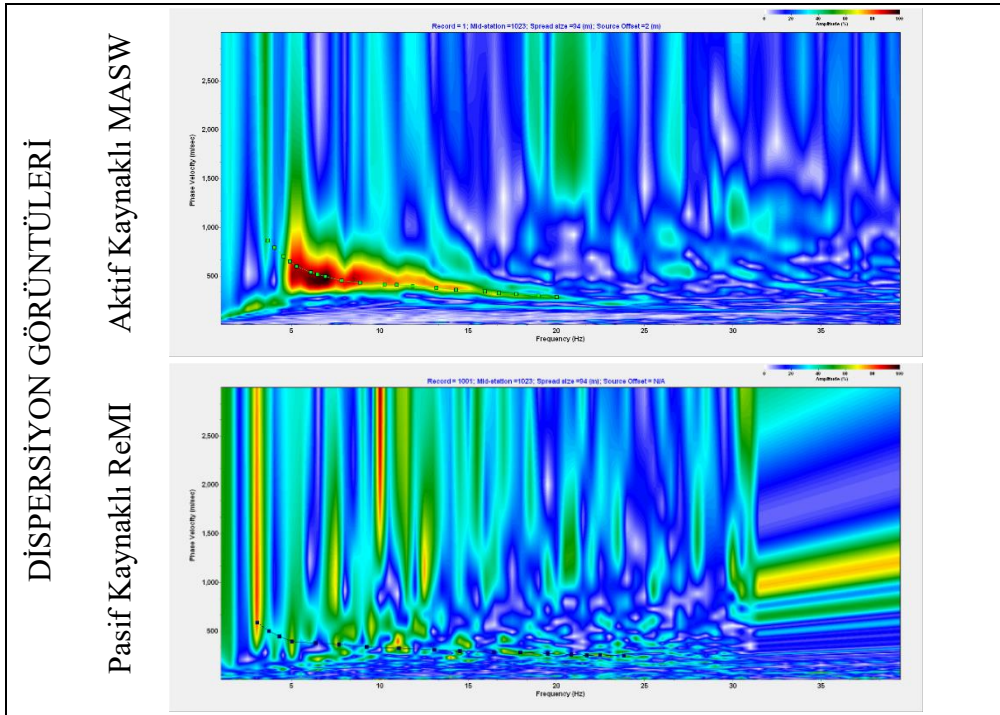
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
523 m/s	587 m/s	-	59

5804 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

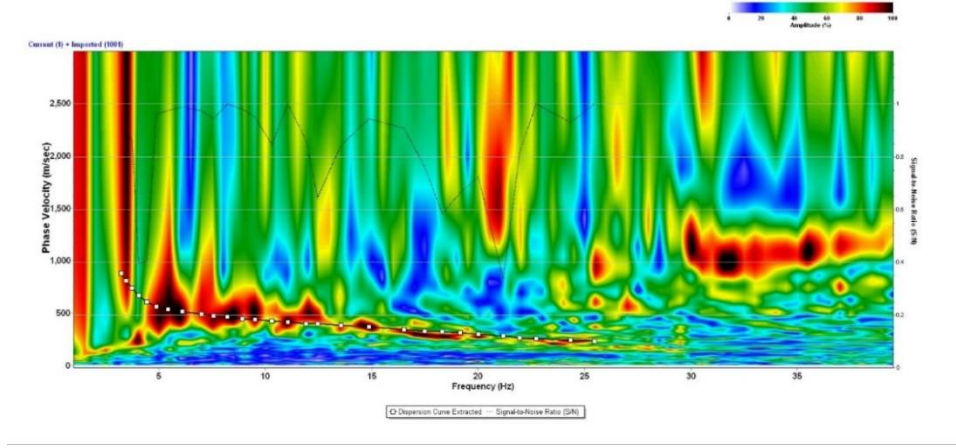
Yer : Sivas Gemerek Meteoroloji Müdürlüğü Enlem : 39,1848 Boylam : 36.0807
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



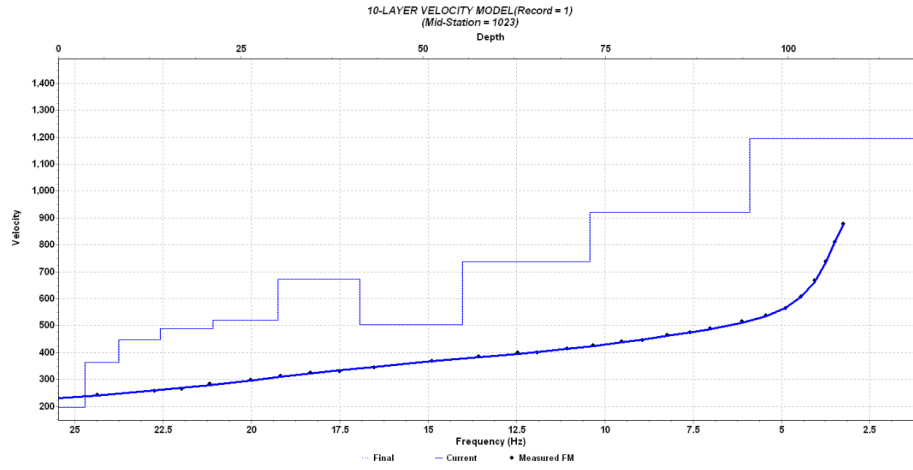
Şekil A.213. AFAD 5804 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.214. 5804 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.215. 5804 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.216. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.107. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

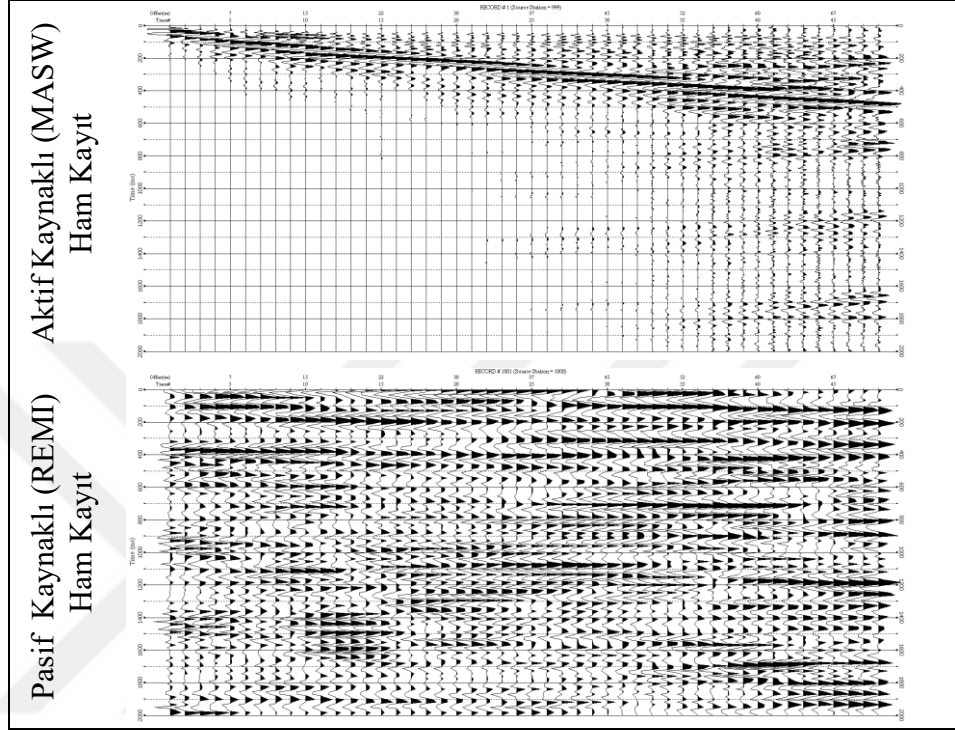
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,672	3,672	197,636
8,262	4,590	362,502
14,000	5,738	448,096
21,172	7,172	489,092
30,137	8,965	520,075
41,343	11,206	671,868
55,351	14,008	503,699
72,861	17,510	738,868
94,748	21,887	920,932
118,435	23,687	1193,326

Tablo A.108. 5804 istasyonunda hesaplanan değerler

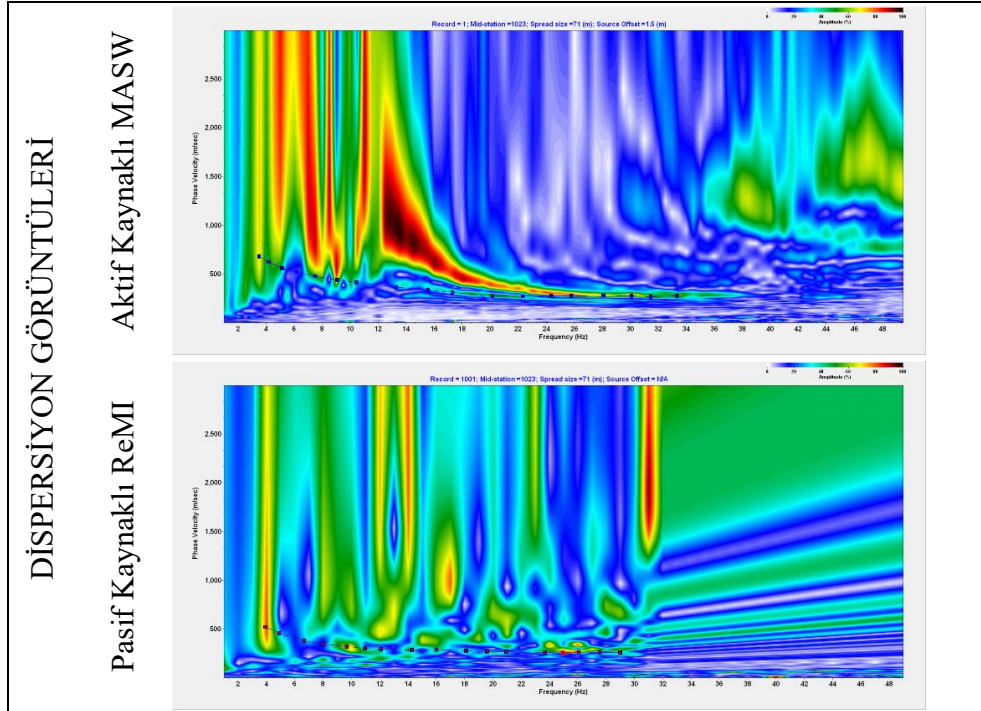
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
396 m/s	455 m/s	580 m/s	118 m

6101 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

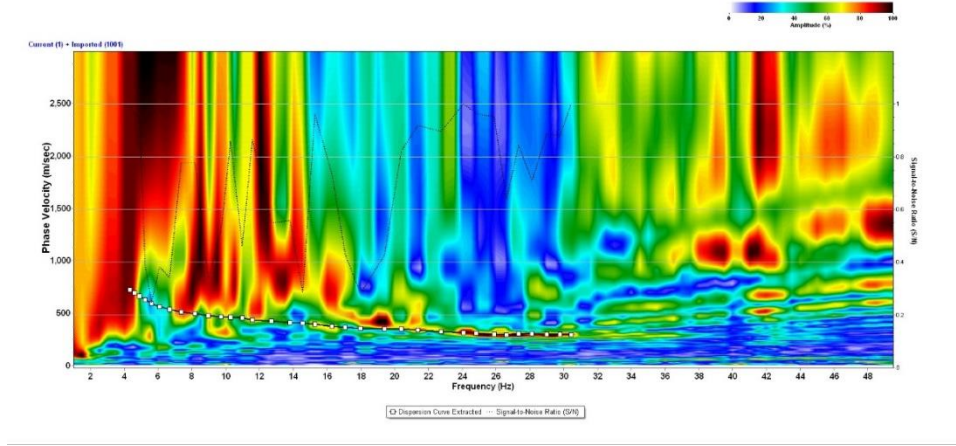
Yer : Trabzon Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Enlem : 40.9937 Boylam : 39.6685
Ofset : 1,5 metre Jeofon Aralığı : 1,5 metre Jeofon Sayısı : 48



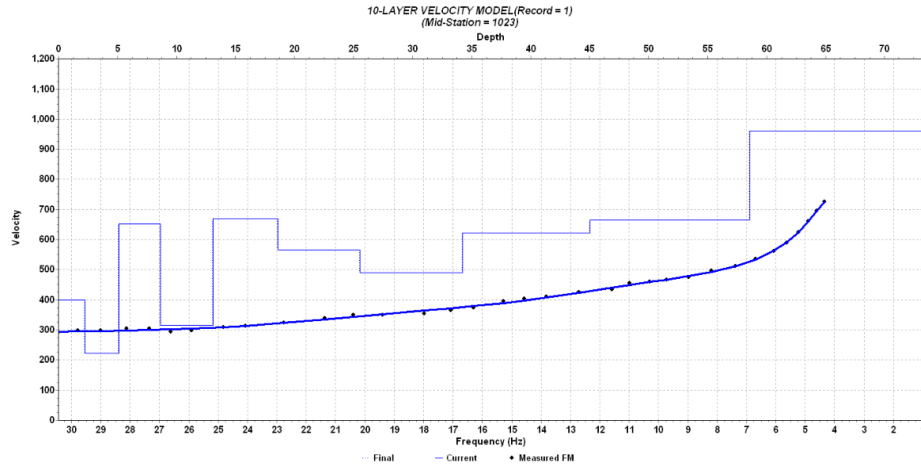
Şekil A.217. AFAD 6101 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.218. 6101 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.219. 6101 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.220. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.109. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

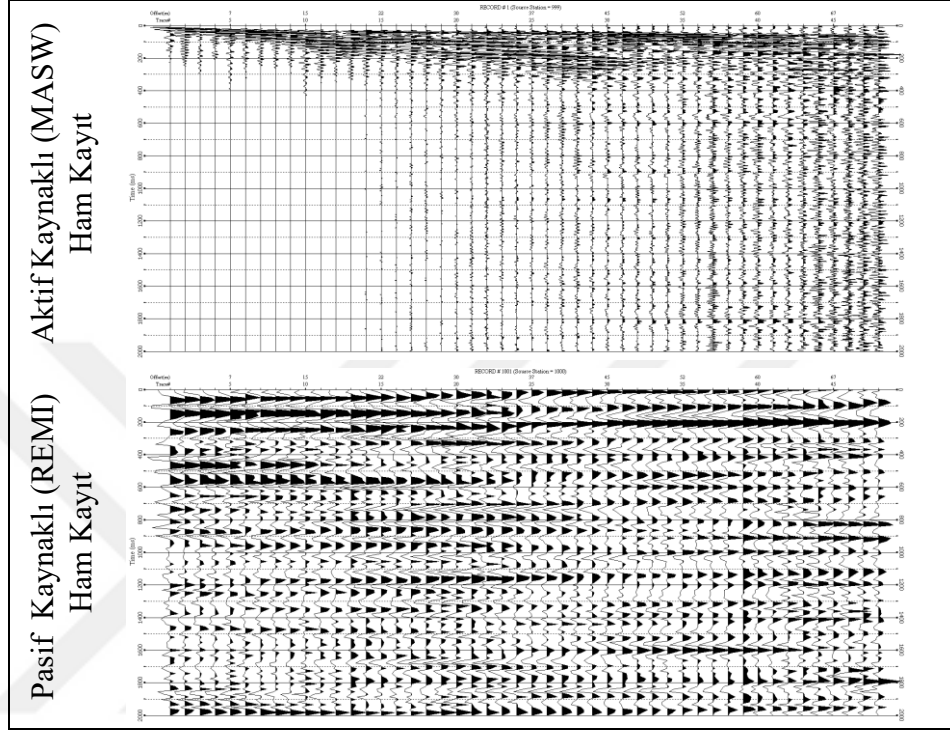
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
1,135	1,135	399,628
3,689	2,554	222,921
6,882	3,193	652,678
10,872	3,990	314,265
15,861	4,989	668,480
22,096	6,235	566,370
29,890	7,794	489,505
39,632	9,742	621,954
51,811	12,179	665,694
65,899	14,088	960,363

Tablo A.110. 6101 istasyonunda hesaplanan değerler

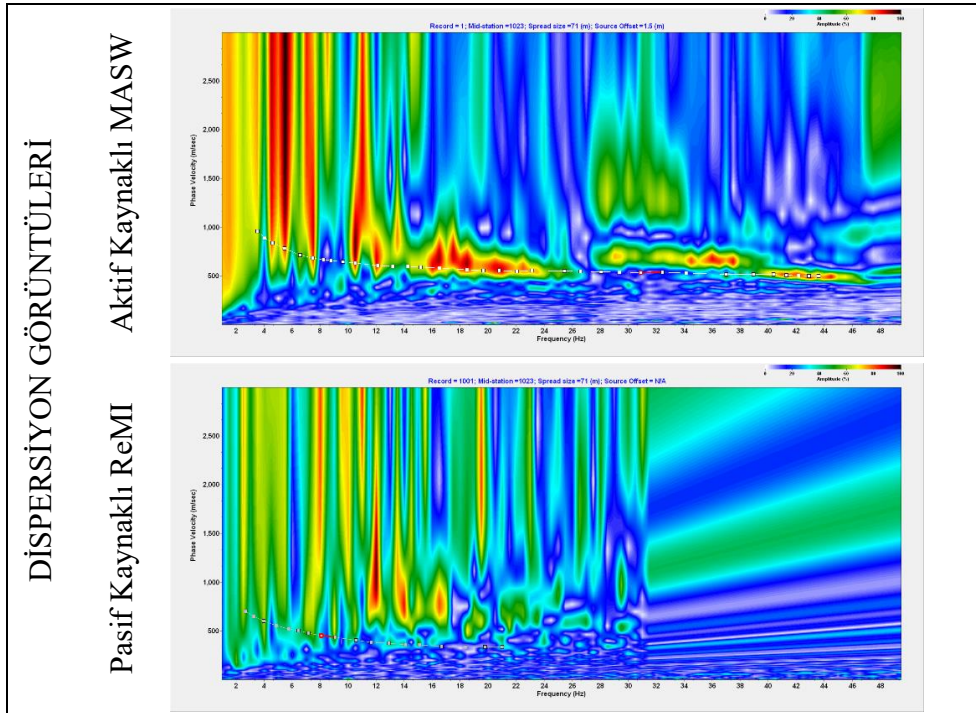
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0
451 m/s	513 m/s	-	-

6301 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

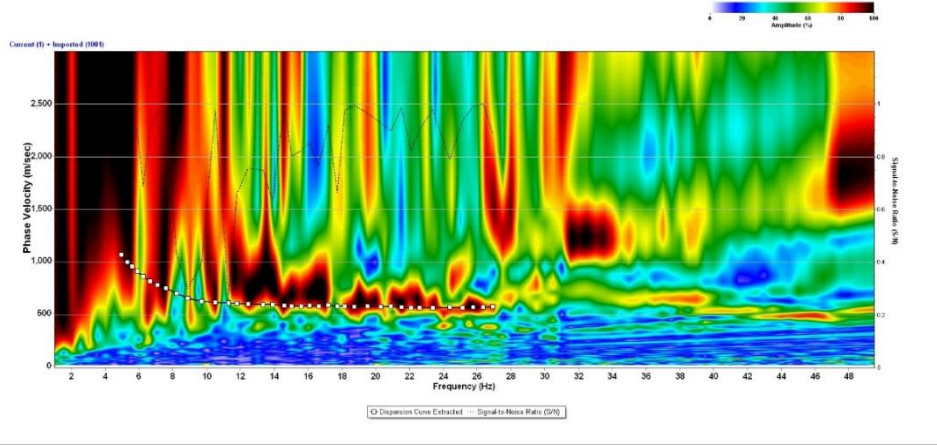
Yer : Şanlıurfa Çevre ve Şehircilik İl Müd. Enlem : 37,16806 Boylam : 38,80139
Ofset : 1,5 m Jeofon Aralığı : 1,5 m Jeofon Sayısı : 48



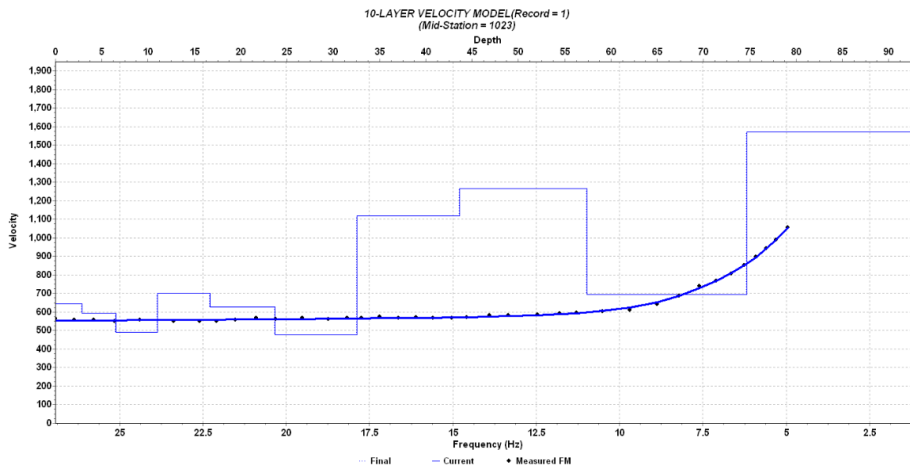
Şekil A.221. AFAD 6301 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.222. 6301 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.223. 6301 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.224. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.111. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

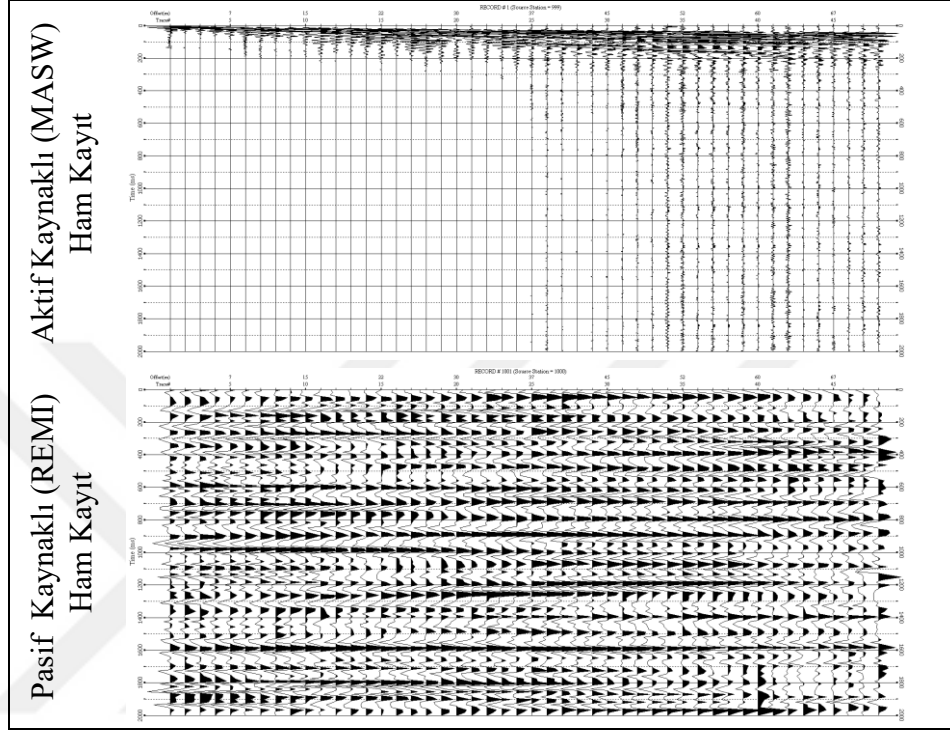
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
1,447	1,447	646,205
4,703	3,256	591,157
8,773	4,070	491,714
13,861	5,088	702,669
20,221	6,360	627,573
28,171	7,950	476,752
38,109	9,938	1119,557
50,531	12,422	1267,064
66,058	15,527	696,158
84,020	17,962	1569,491

Tablo A.112. 6301 istasyonunda hesaplanan değerler

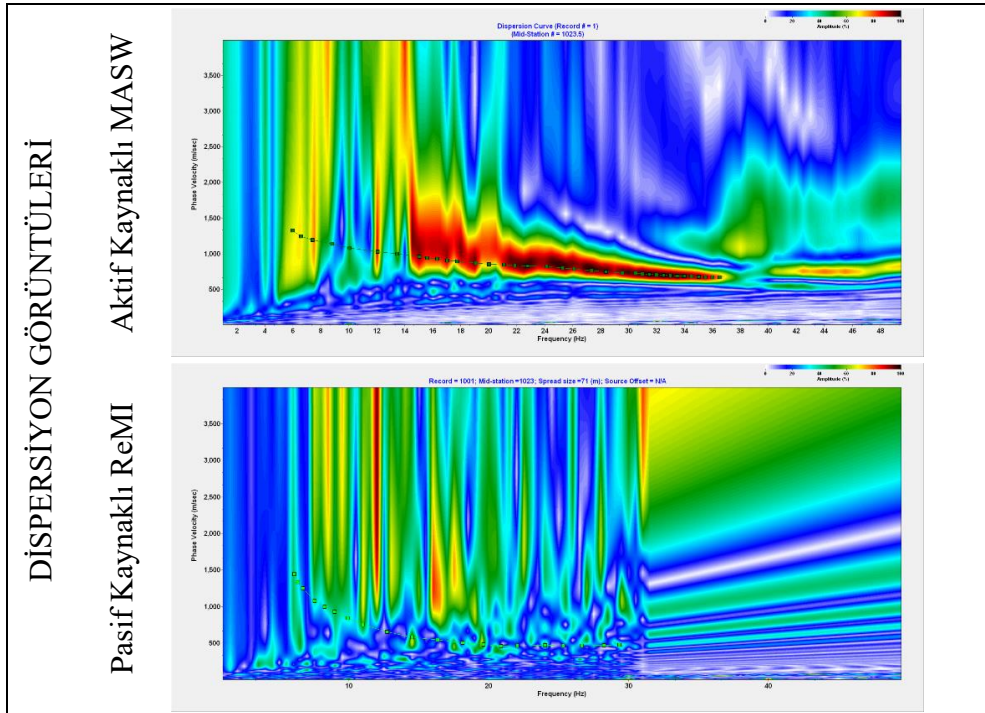
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
580 m/s	732 m/s	-	38 m

6601 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

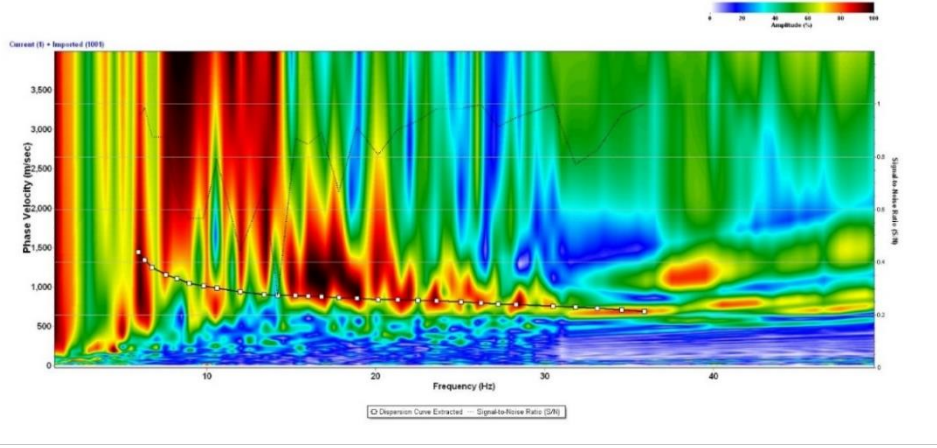
Yer : Yozgat Meteoroloji Müdürlüğü Enlem : 39,8242 Boylam : 34,8158
Ofset : 1,5 metre Jeofon Aralığı : 1,5 metre Jeofon Sayısı : 48



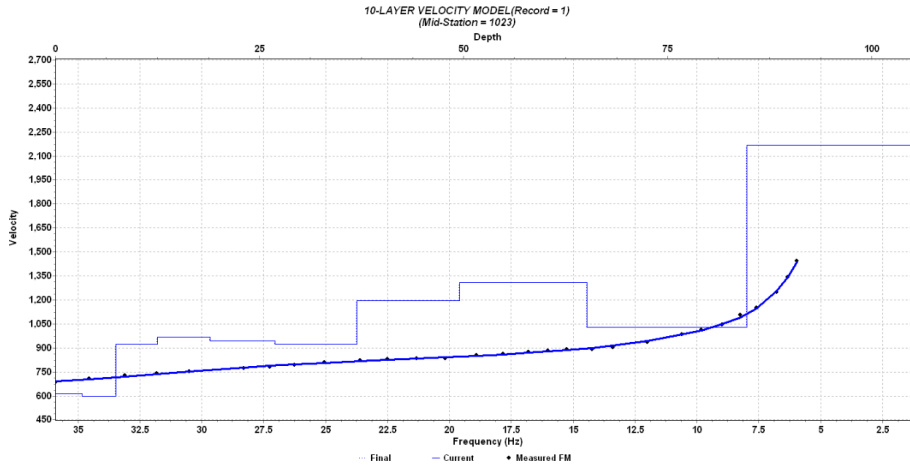
Şekil A.225. AFAD 6601 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.226. 6601 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.227. 6601 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.228. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.113. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

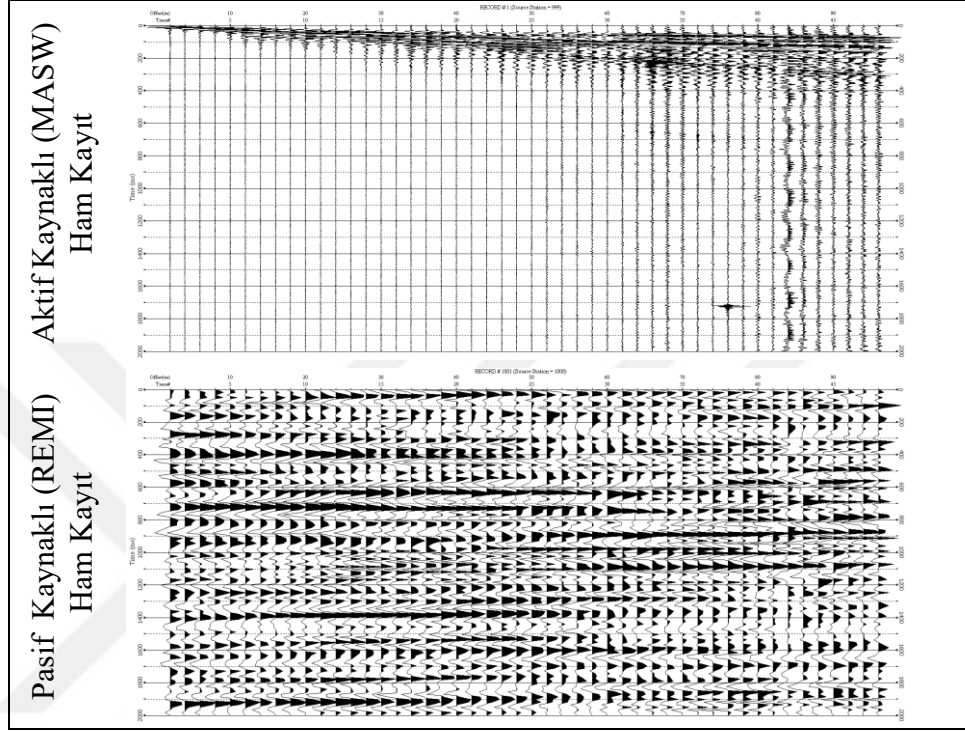
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,284	3,284	614,415
7,389	4,105	597,057
12,521	5,132	924,010
18,936	6,415	969,609
26,954	8,018	943,486
36,977	10,023	924,737
49,505	12,528	1194,389
65,165	15,660	1310,084
84,741	19,576	1027,630
105,926	21,185	2166,489

Tablo A.114. 6601 istasyonunda hesaplanan değerler

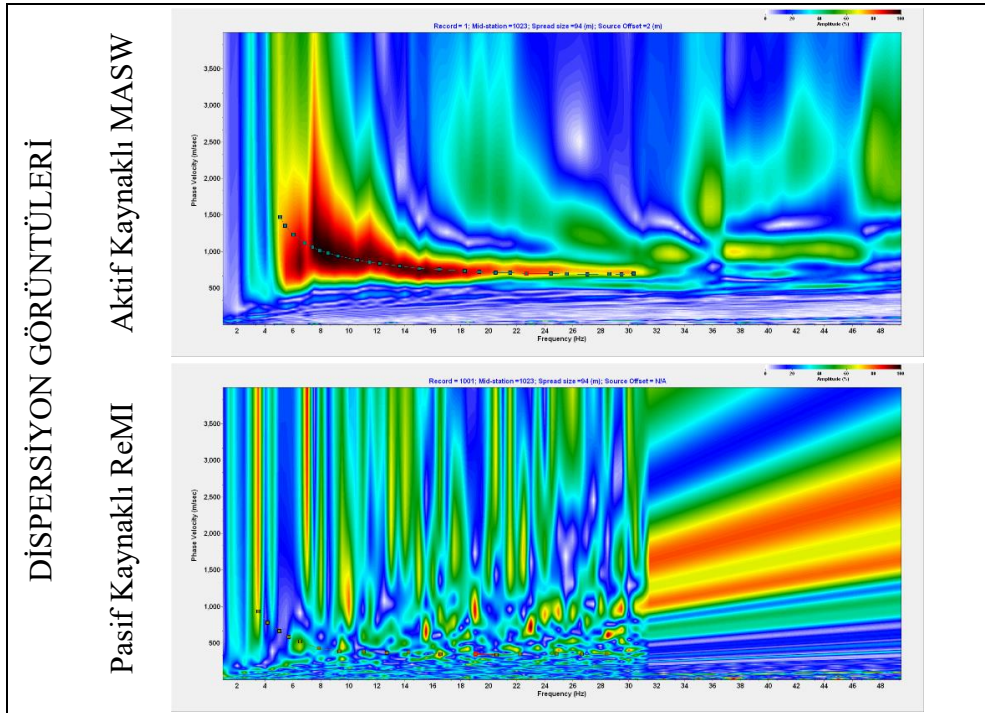
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
829 m/s	915 m/s	1084 m/s	49 m

6602 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

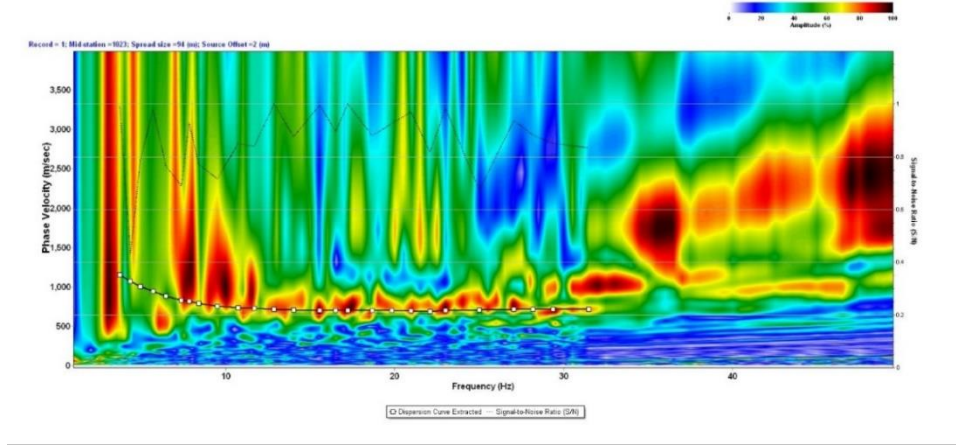
Yer : Yozgat Akdağmadeni Orman İşletme Müd. Enlem :39,6596 Boylam :35,897
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



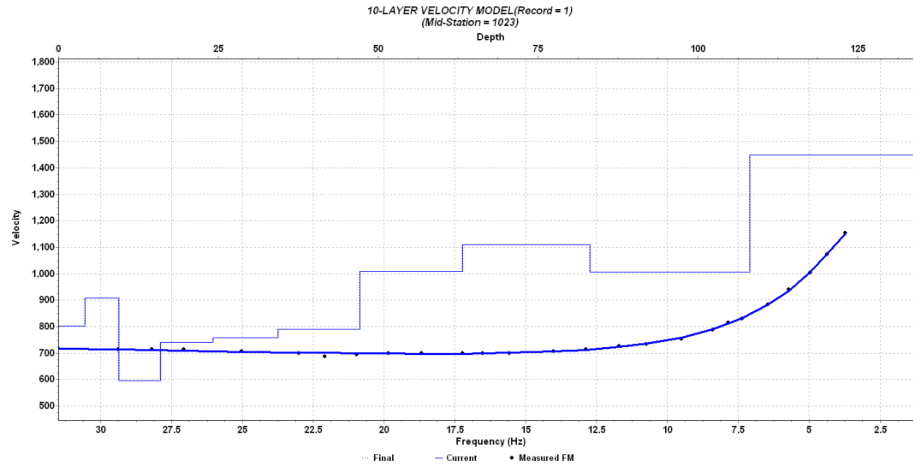
Şekil A.229. AFAD 6602 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.230. 6602 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.231. 6602 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.232. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.115. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

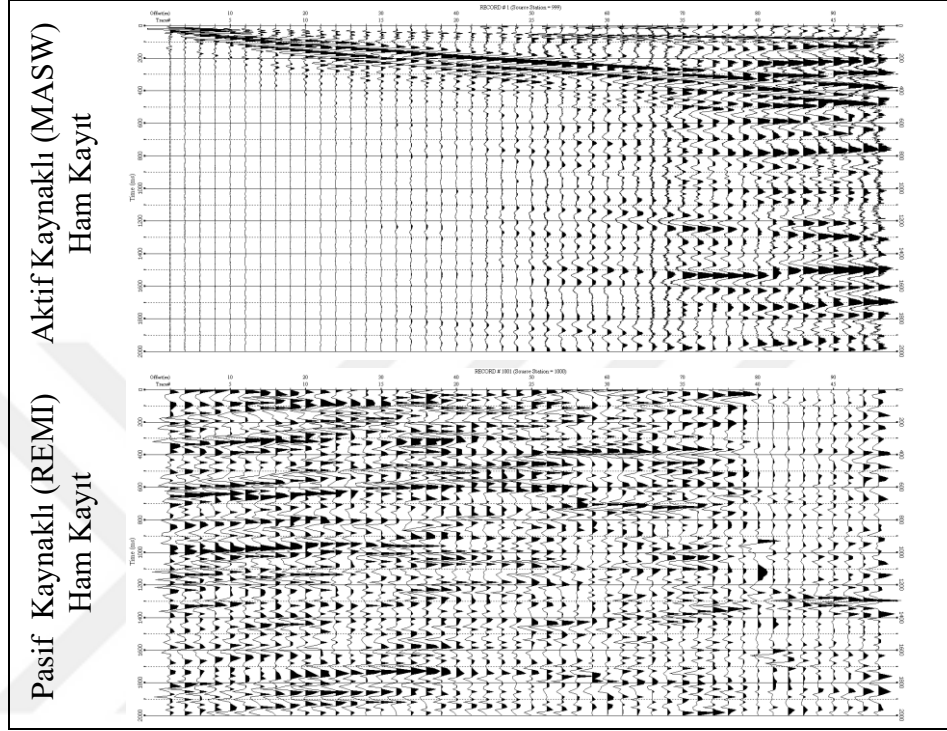
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
4,191	4,191	802,362
9,430	5,239	907,705
15,978	6,548	595,036
24,163	8,185	741,394
34,395	10,232	759,452
47,185	12,790	791,174
63,172	15,987	1008,027
83,156	19,984	1108,439
108,136	24,980	1007,283
135,170	27,034	1449,807

Tablo A.116. 6602 istasyonunda hesaplanan değerler

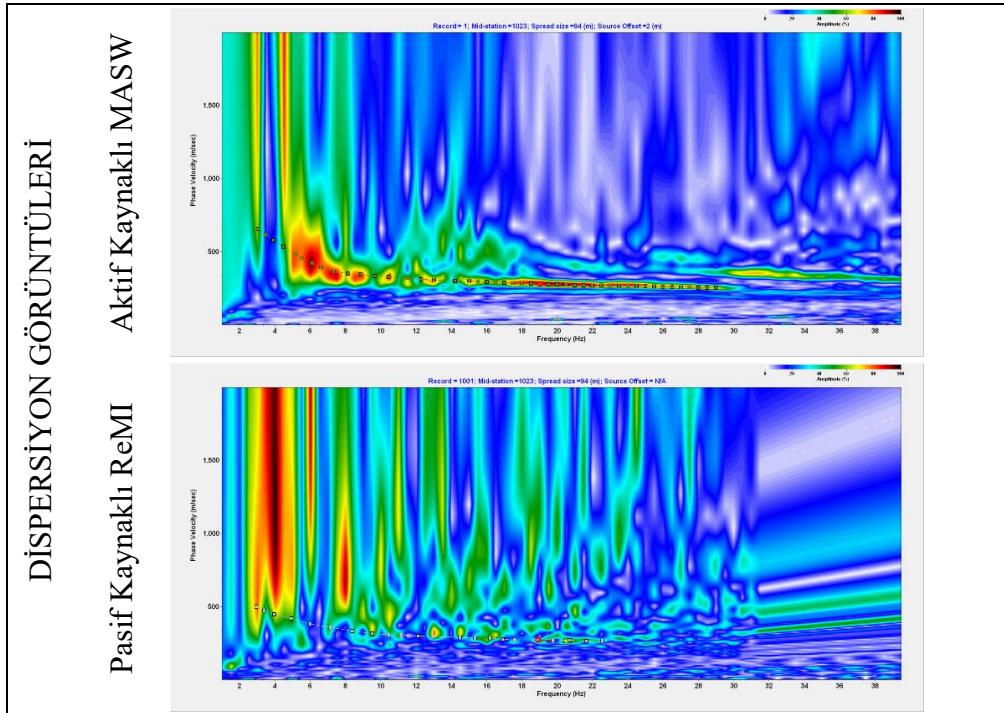
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
737 m/s	764 m/s	883 m/s	63 m

6603 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

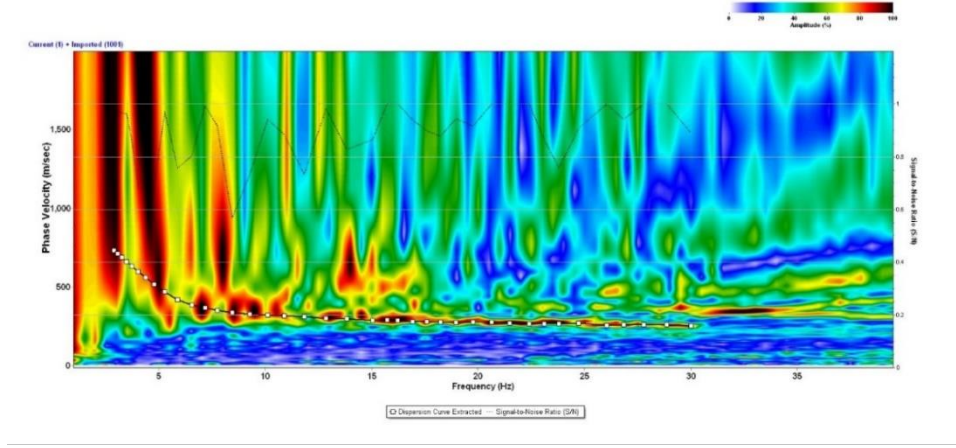
Yer : Yozgat Çekerek Orman İşletme Şefliği Enlem : 40,0674 Boylam : 35,4998
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



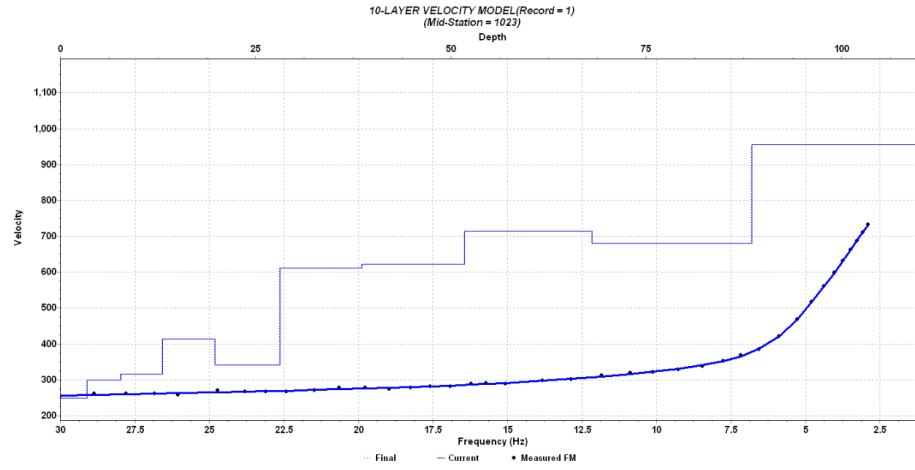
Şekil A.233. AFAD 6603 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.234. 6603 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.235. 6603 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.236. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.117. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

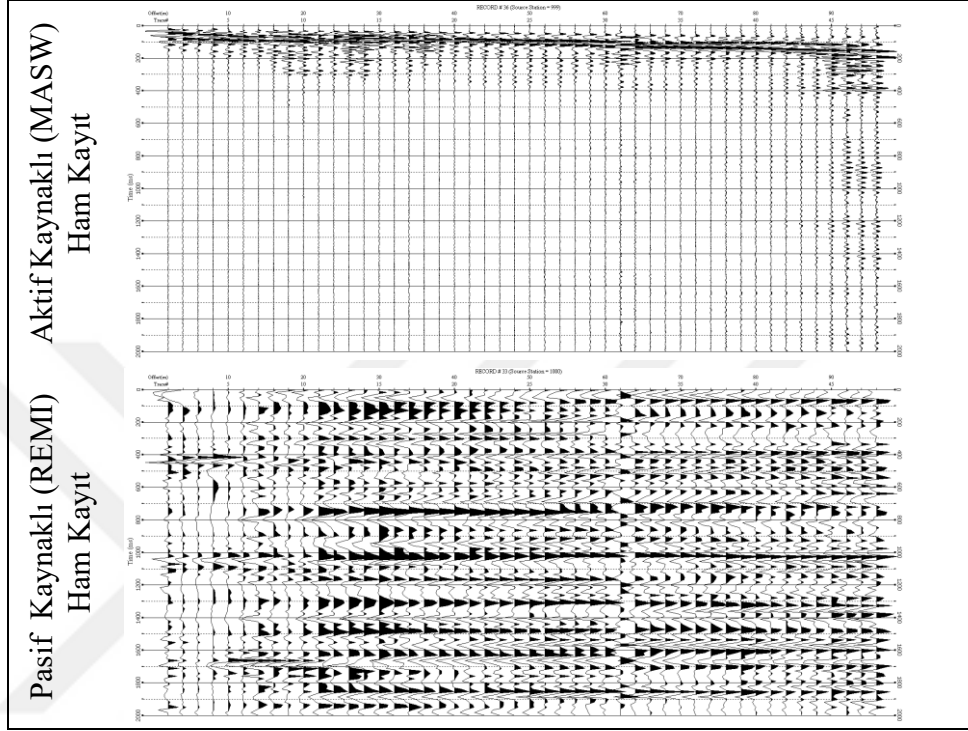
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,432	3,432	249,601
7,721	4,289	300,417
13,083	5,362	316,625
19,785	6,702	413,974
28,163	8,378	341,879
38,635	10,472	612,140
51,725	13,090	621,724
68,088	16,363	715,356
88,542	20,454	679,980
110,678	22,136	956,052

Tablo A.118. 6603 istasyonunda hesaplanan değerler

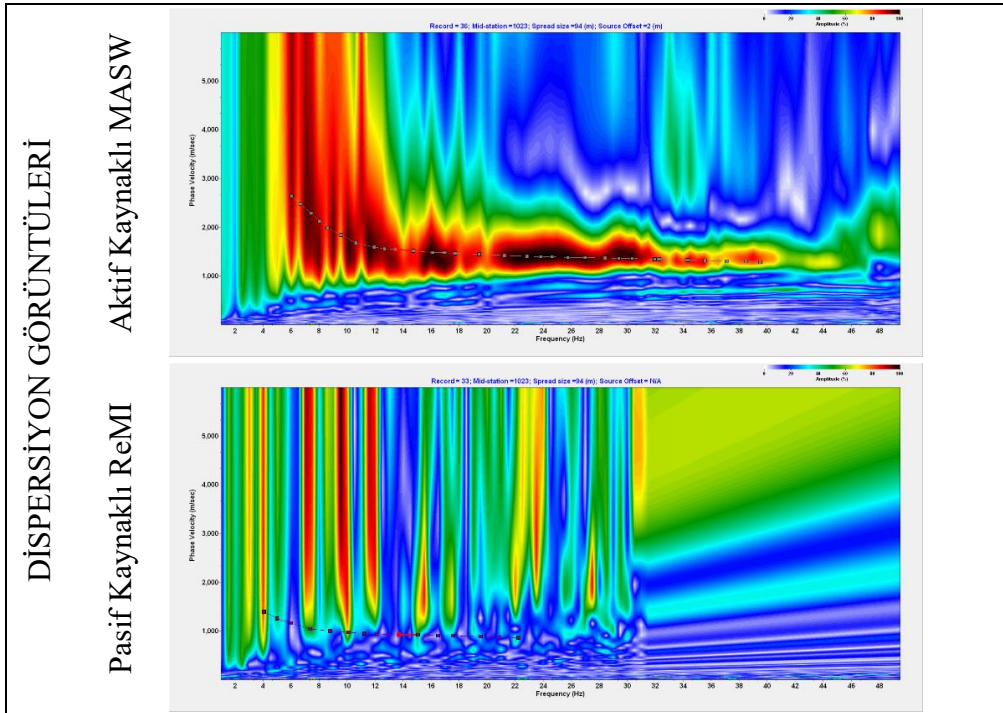
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
338 m/s	413 m/s	530 m/s	-

6701 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

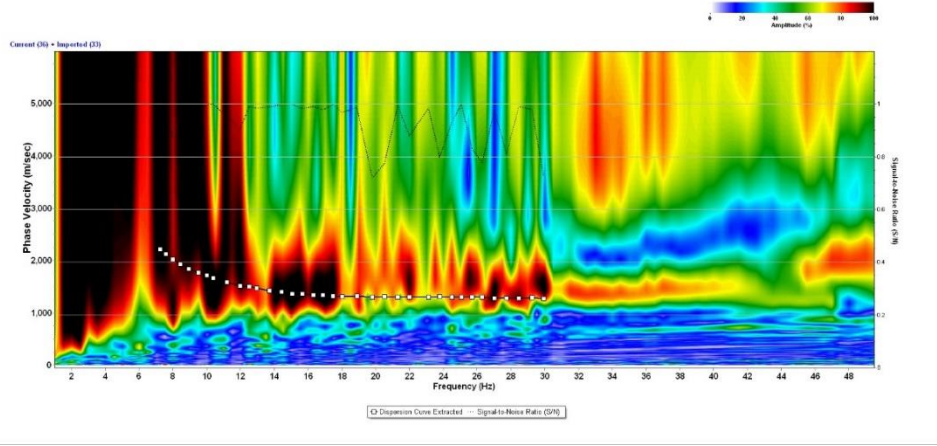
Yer : Zonguldak Meteoroloji Müdürlüğü Enlem : 41,4511 Boylam : 31,7788
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 1 metre Jeofon Sayısı : 48



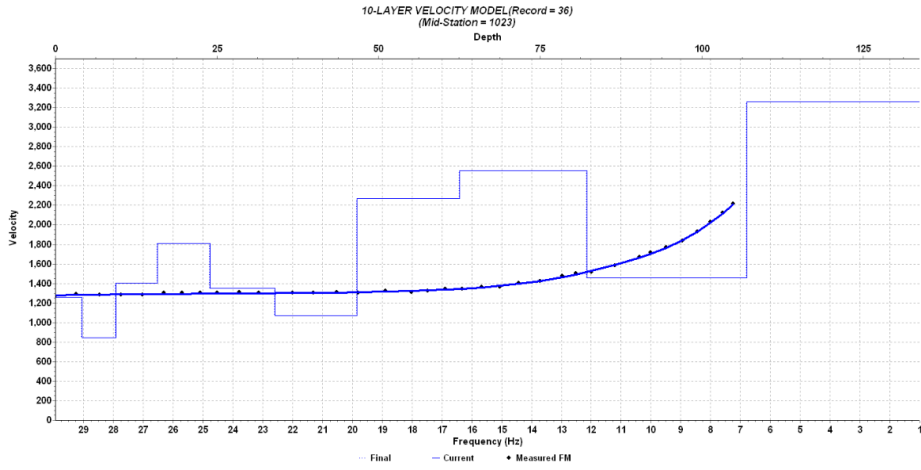
Şekil A.237. AFAD 6701 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.238. 6701 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.239. 6701 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.240. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.119. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

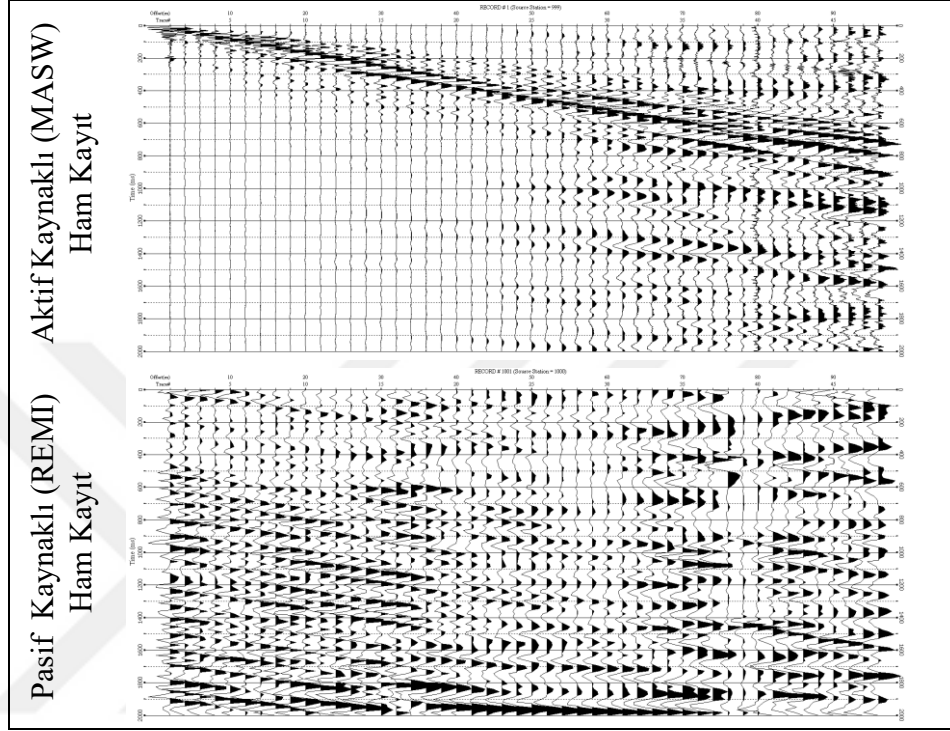
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
2,073	2,073	1254,857
6,737	4,664	842,215
12,567	5,830	1405,563
19,855	7,288	1813,370
28,964	9,109	1350,914
40,351	11,387	1072,441
54,585	14,234	2267,138
72,376	17,791	2553,760
94,616	22,240	1460,358
120,343	25,727	3263,638

Tablo A.120. 6701 istasyonunda hesaplanan değerler

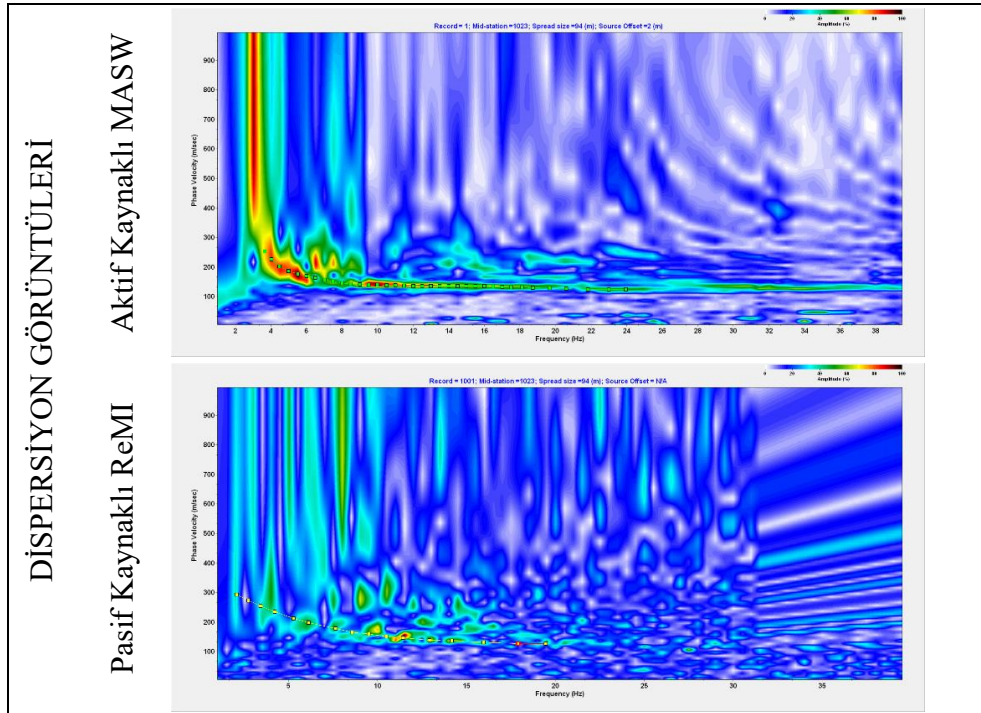
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0
1300 m/s	1352 m/s	1591 m/s	Yüzeyde

6801 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

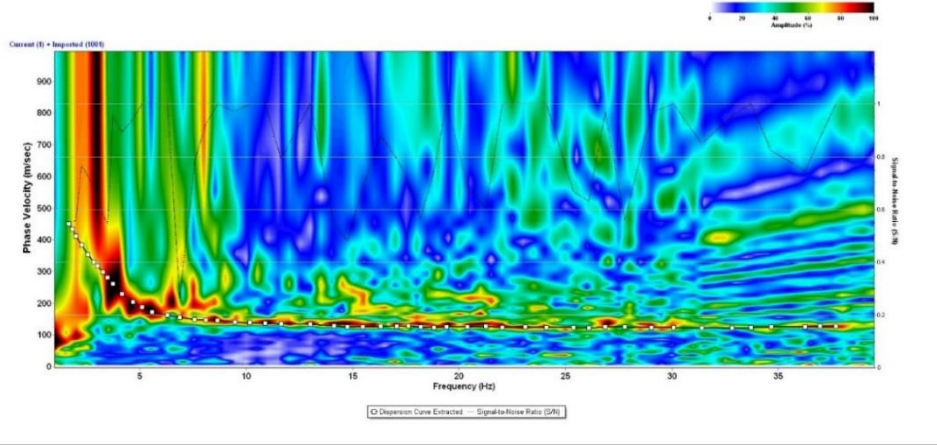
Yer : Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müd. Enlem : 38,3529 Boylam : 34,0271
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



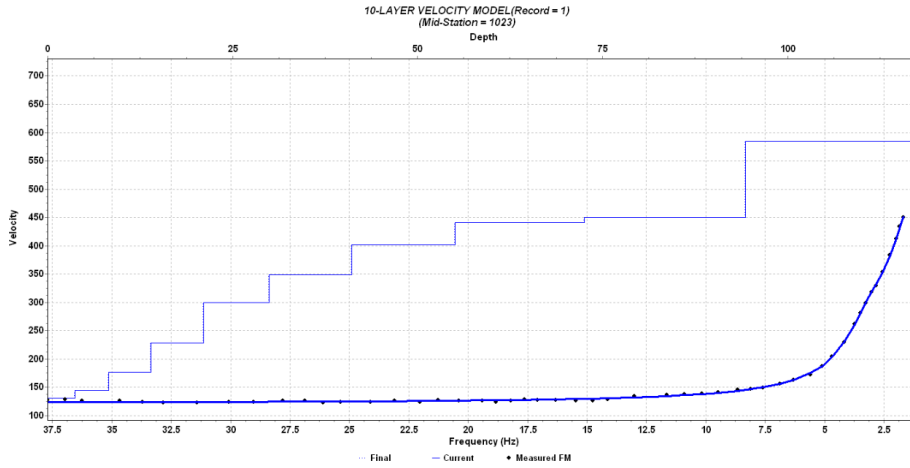
Şekil A.241. AFAD 6801 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.242. 6801 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.243. 6801 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.244. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.121. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

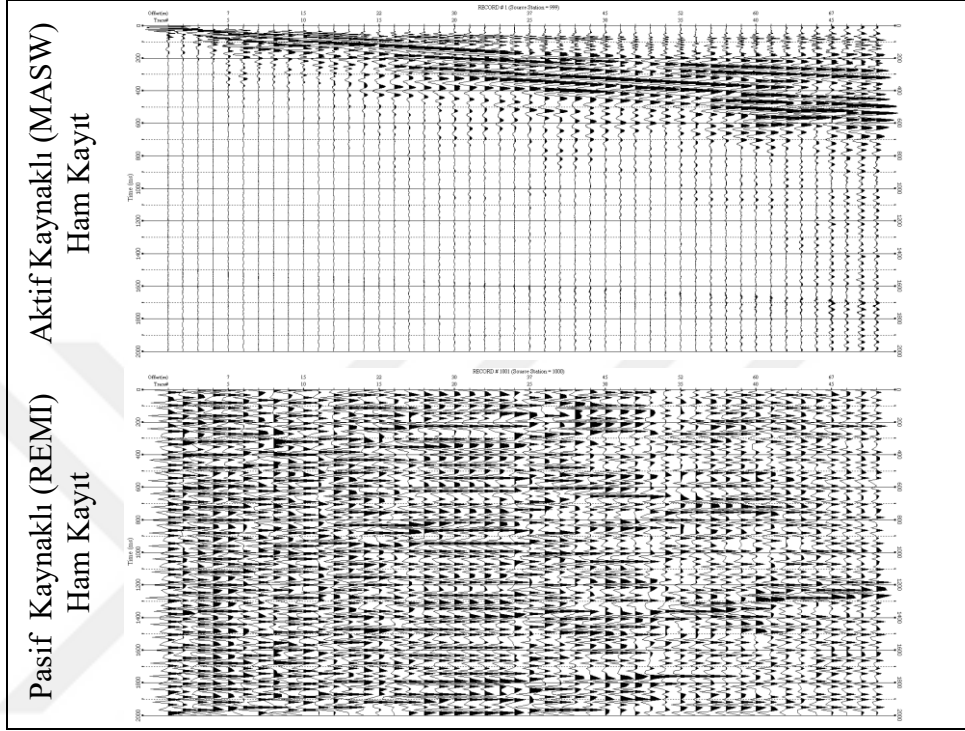
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,653	3,653	130,886
8,220	4,567	145,028
13,928	5,708	177,237
21,063	7,135	228,281
29,982	8,919	299,232
41,131	11,149	348,779
55,067	13,936	401,347
72,487	17,420	440,388
94,263	21,776	450,637
117,829	23,566	584,330

Tablo A.122. 6801 istasyonunda hesaplanan değerler

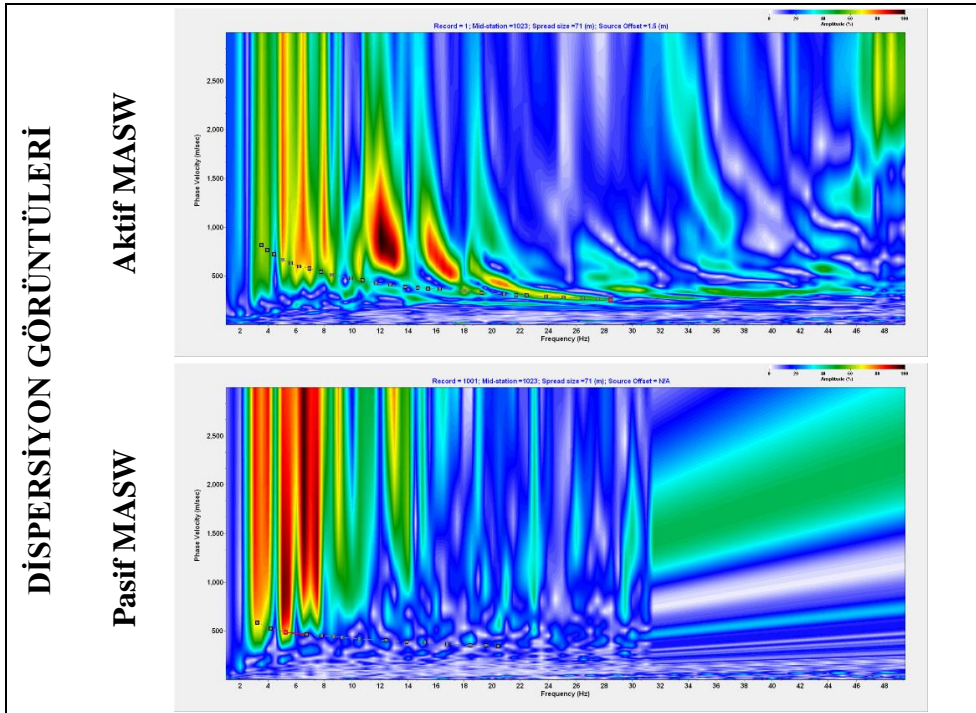
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0
196 m/s	242 m/s	315 m/s	-

6901 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

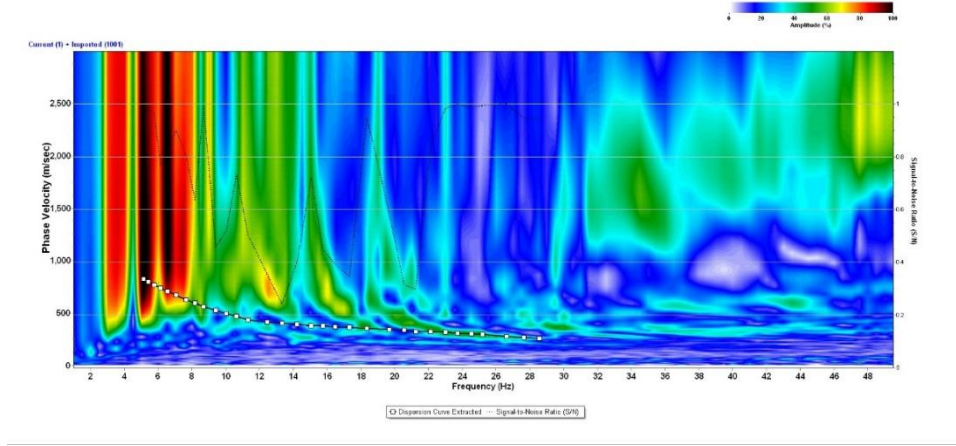
Yer : Bayburt Çevre ve Şehircilik İl Müd. Enlem : 40,2623 Boylam : 40,2101
Ofset : 1,5 metre Jeofon Aralığı : 1,5 metre Jeofon Sayısı : 48



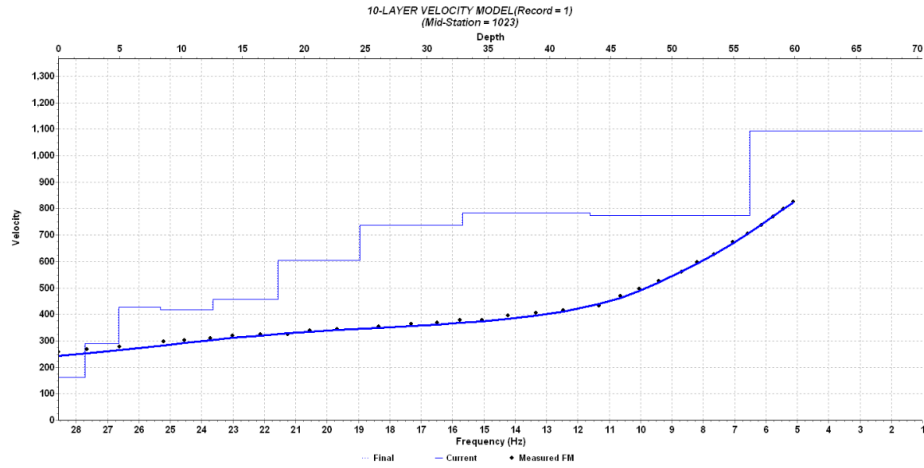
Şekil A.245. AFAD 6901 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.246. 6901 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.247. 6901 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.248. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.123. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

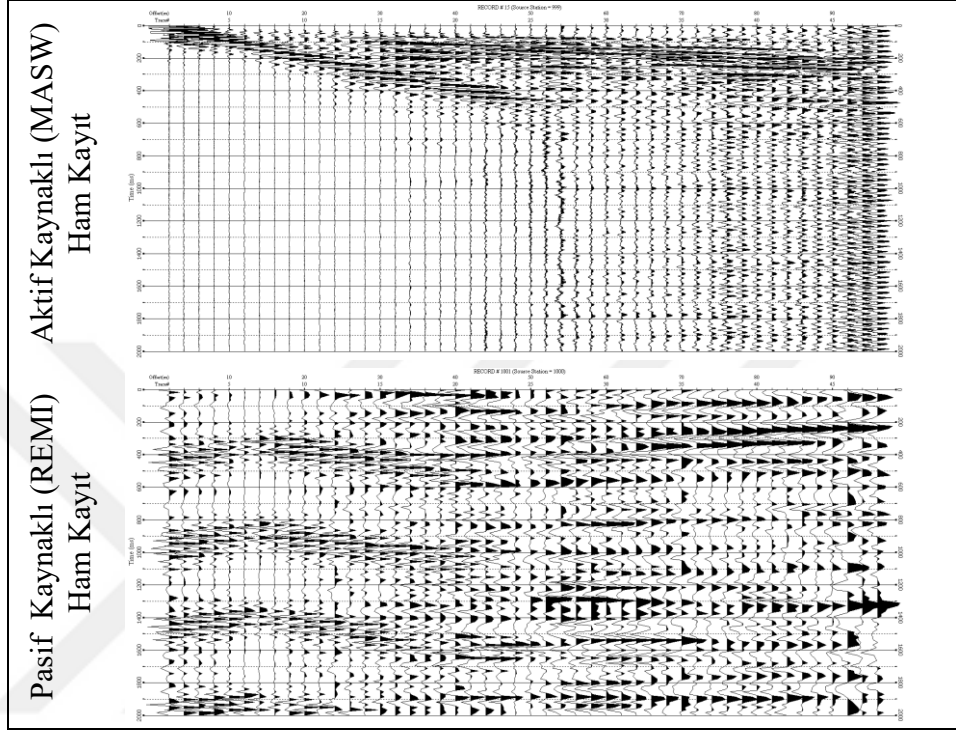
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
1,092	1,092	161,179
3,548	2,456	291,119
6,618	3,070	427,327
10,455	3,837	417,431
15,252	4,797	458,237
21,248	5,996	605,655
28,743	7,495	736,622
38,112	9,369	783,917
49,823	11,711	773,619
63,370	13,547	1093,131

Tablo A.124. 6901 istasyonunda hesaplanan değerler

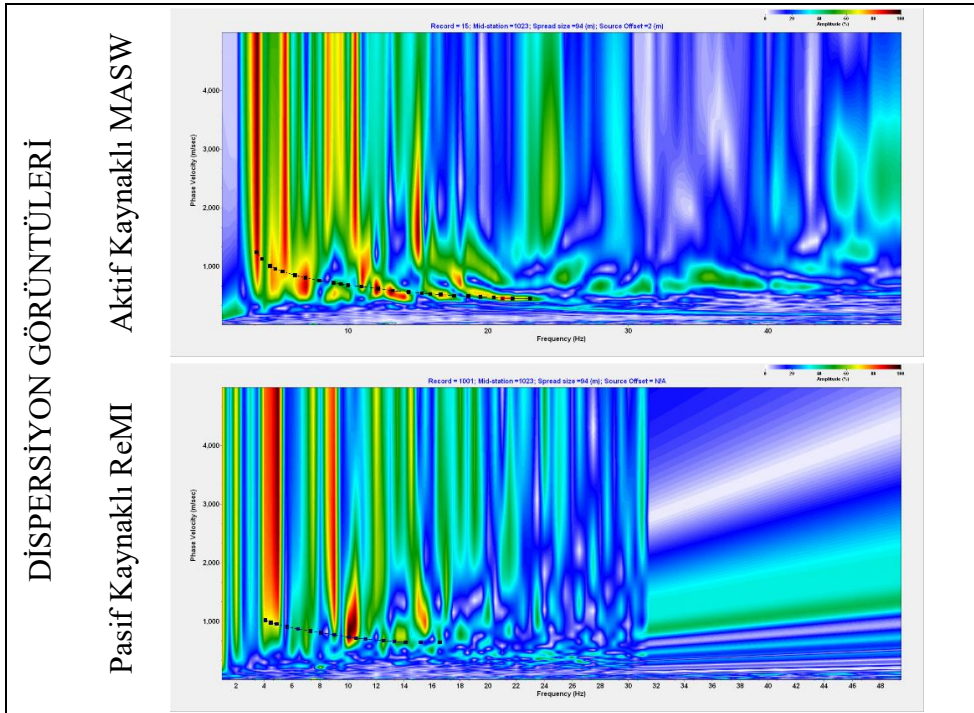
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
470 m/s	559 m/s	-	63 m

7001 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

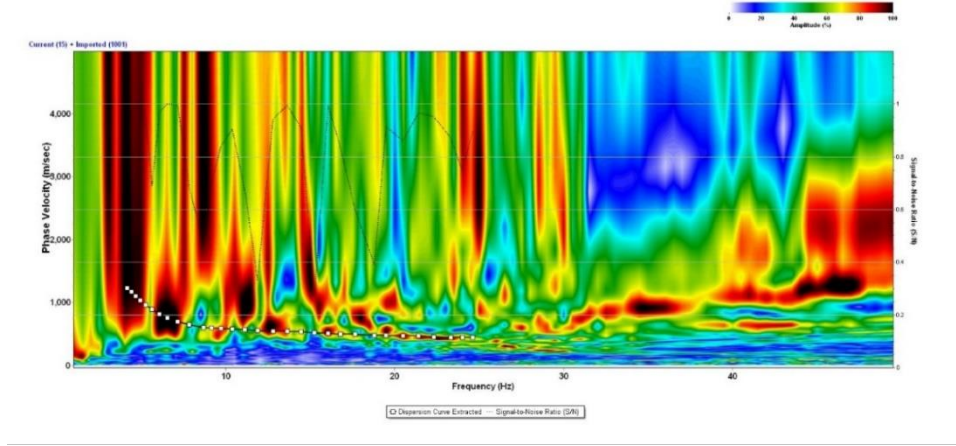
Yer : Karaman Valiliği Enlem : 37,1716 Boylam : 33,22583 Ofset : 2 metre
Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



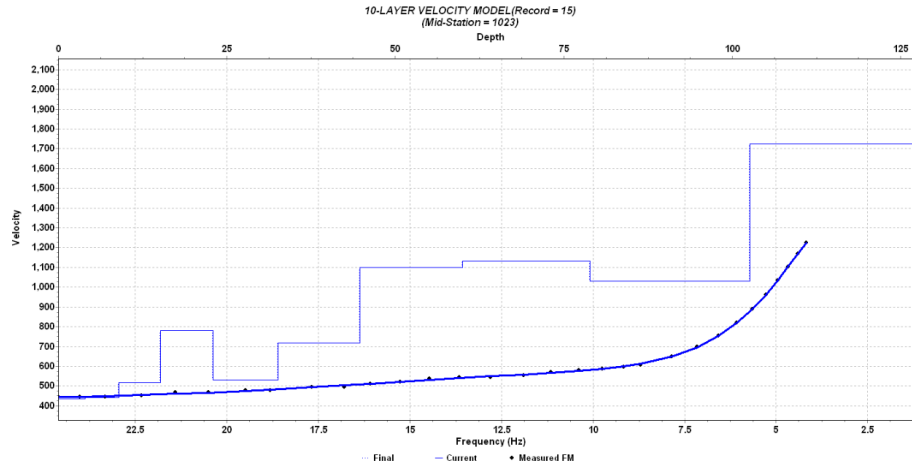
Şekil A.249. AFAD 7001 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.250. 7001 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.251. 7001 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.252. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.125. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

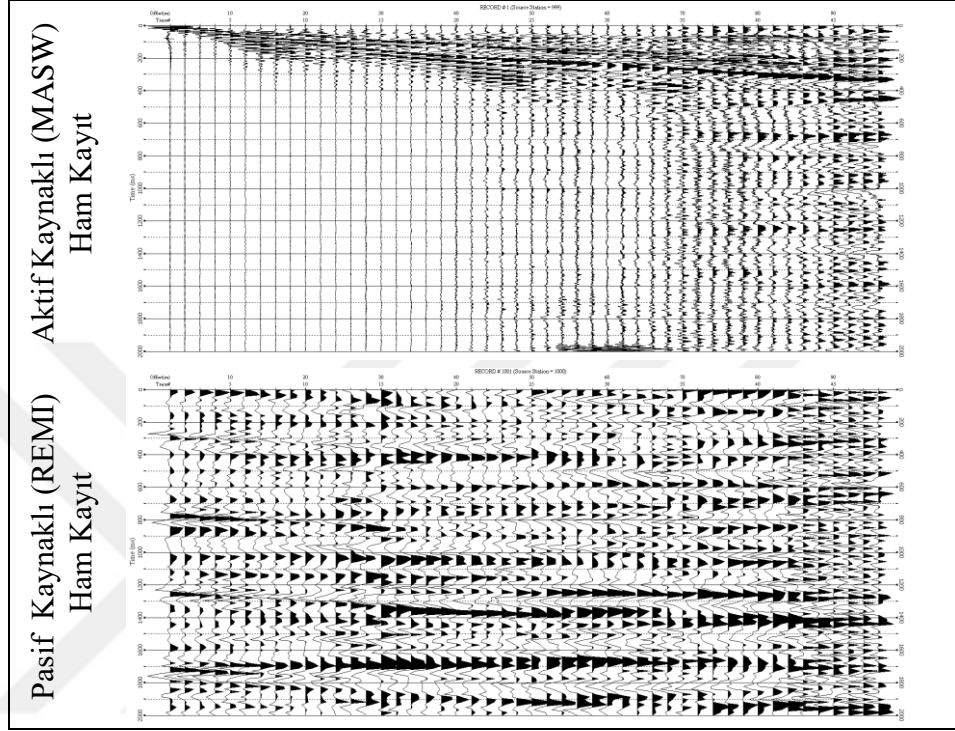
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,977	3,977	436,211
8,948	4,971	442,892
15,162	6,214	516,529
22,930	7,768	781,651
32,640	9,710	532,512
44,777	12,137	717,029
59,948	15,171	1099,613
78,912	18,964	1131,080
102,617	23,705	1031,380
128,271	25,654	1723,942

Tablo A.126. 7001 istasyonunda hesaplanan değerler

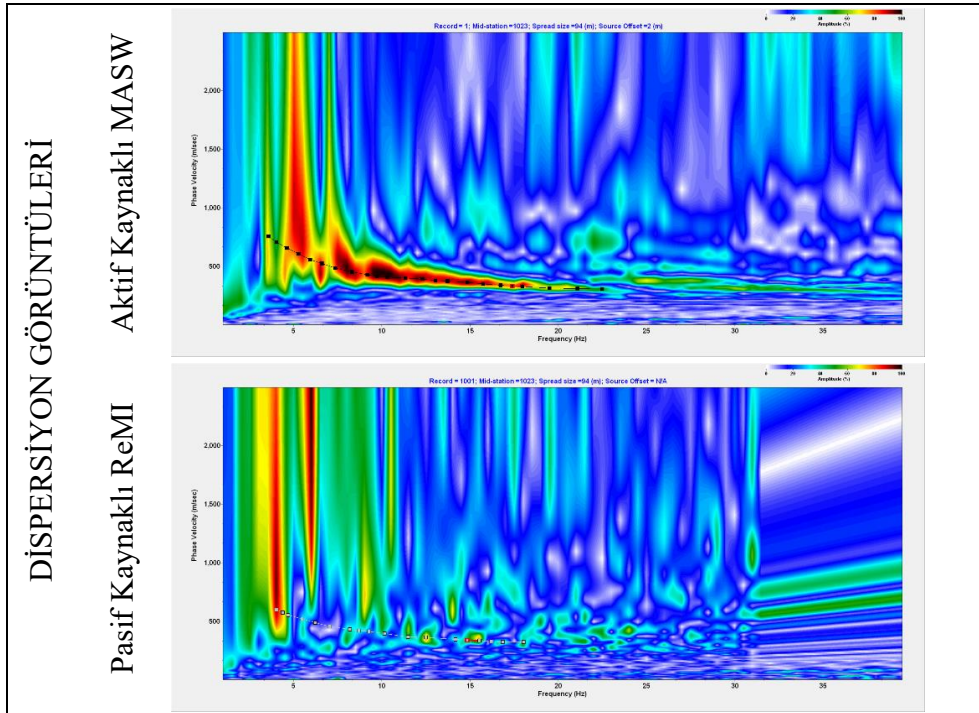
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
540 m/s	608 m/s	778 m/s	60 m

7101 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

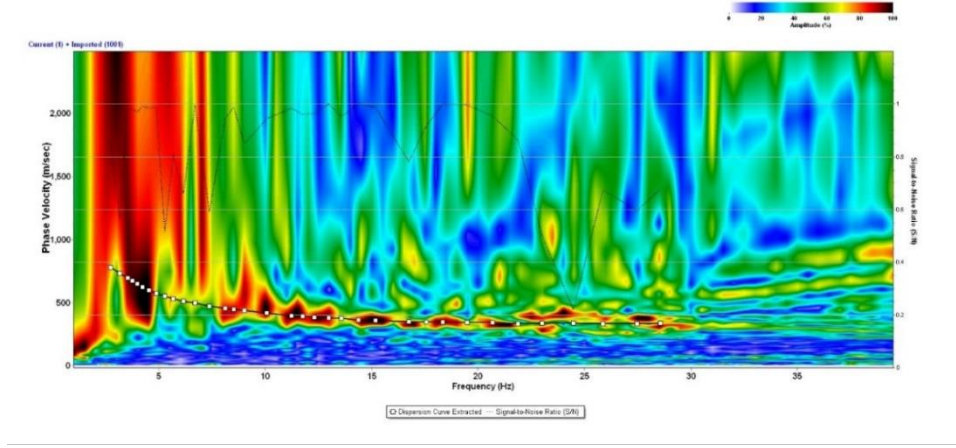
Yer : Kırıkkale Meteoroloji Müdürlüğü Enlem : 39,8497 Boylam : 33,51797
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



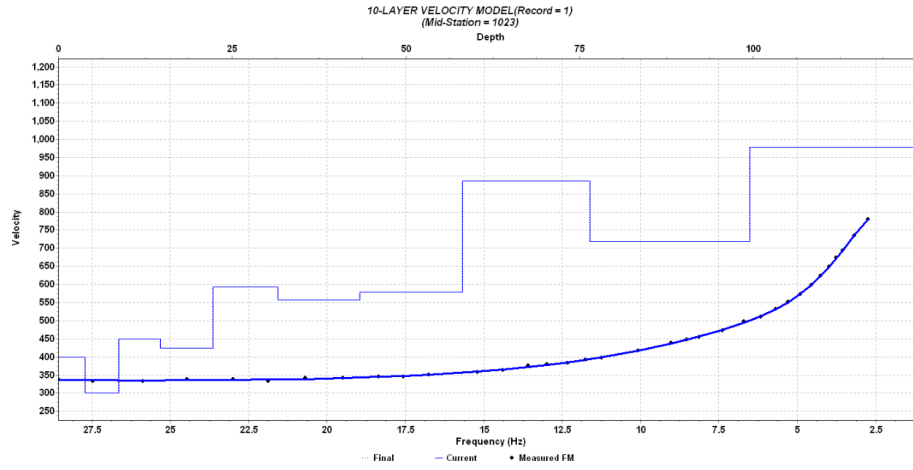
Şekil A.253. AFAD 7101 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.254. 7101 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.255. 7101 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.256. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.127. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

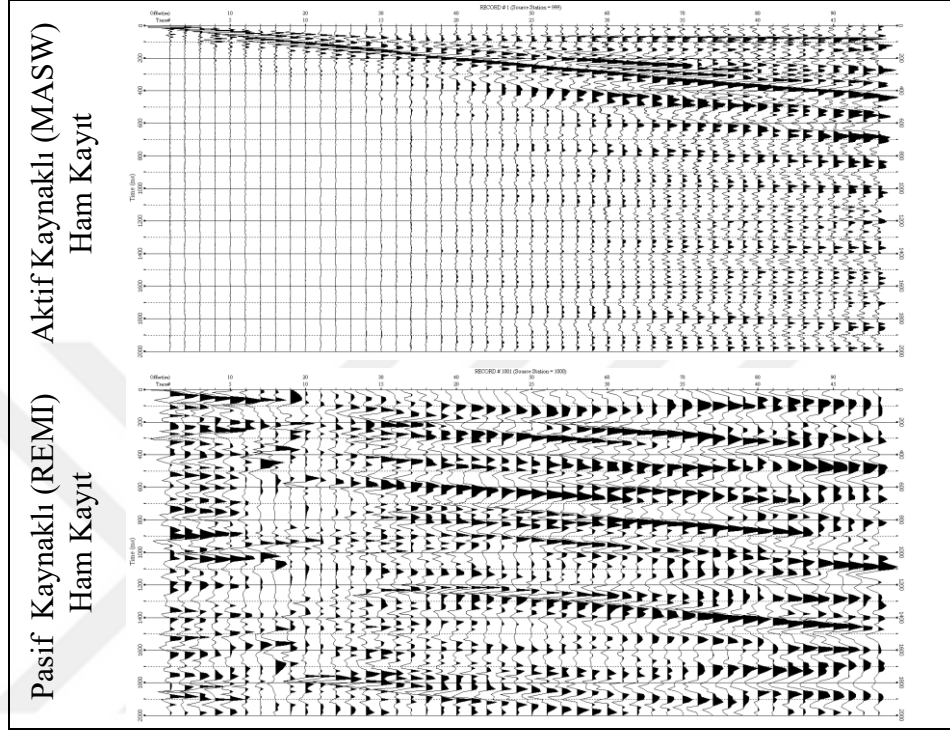
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,857	3,857	400,154
8,678	4,821	300,550
14,705	6,027	449,061
22,238	7,533	423,846
31,654	9,416	593,240
43,425	11,771	556,653
58,138	14,713	579,039
76,529	18,391	886,070
99,518	22,989	718,544
124,398	24,880	977,938

Tablo A.128. 7101 istasyonunda hesaplanan değerler

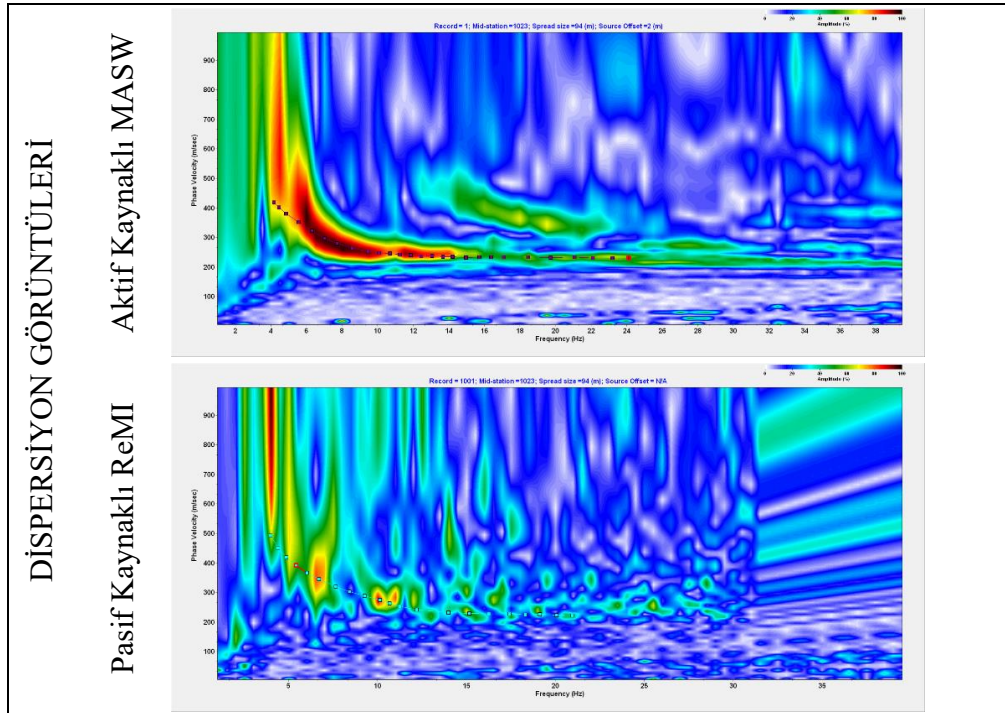
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
429 m/s	475 m/s	580 m/s	-

7102 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

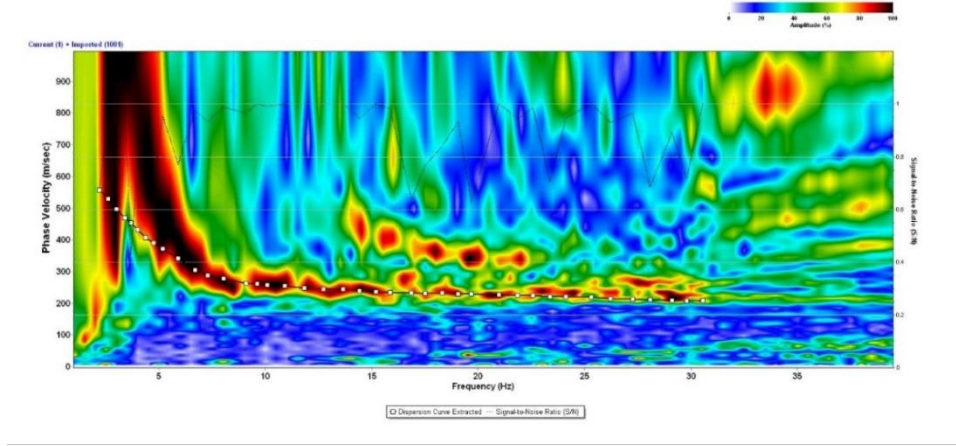
Yer : Kırıkkale Delice Tarım İlçe Müdürlüğü Enlem : 39,6682 Boylam : 33,61134
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



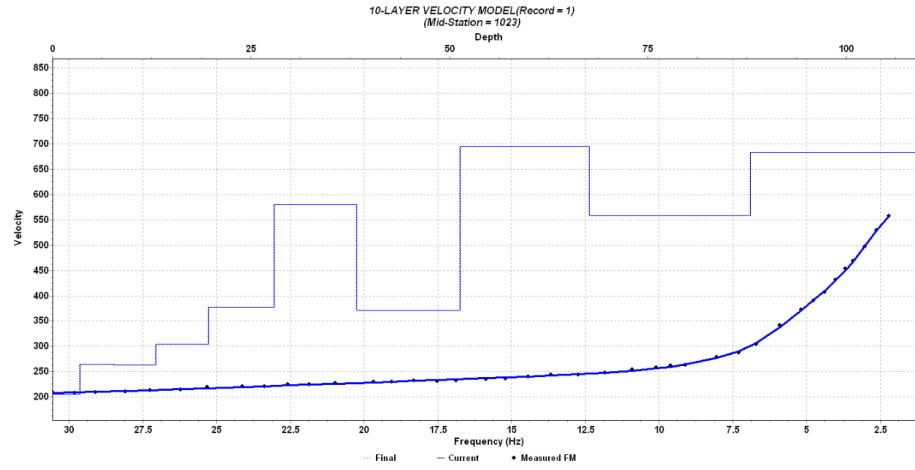
Şekil A.257. AFAD 7102 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.258. 7102 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.259. 7102 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.260. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.129. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

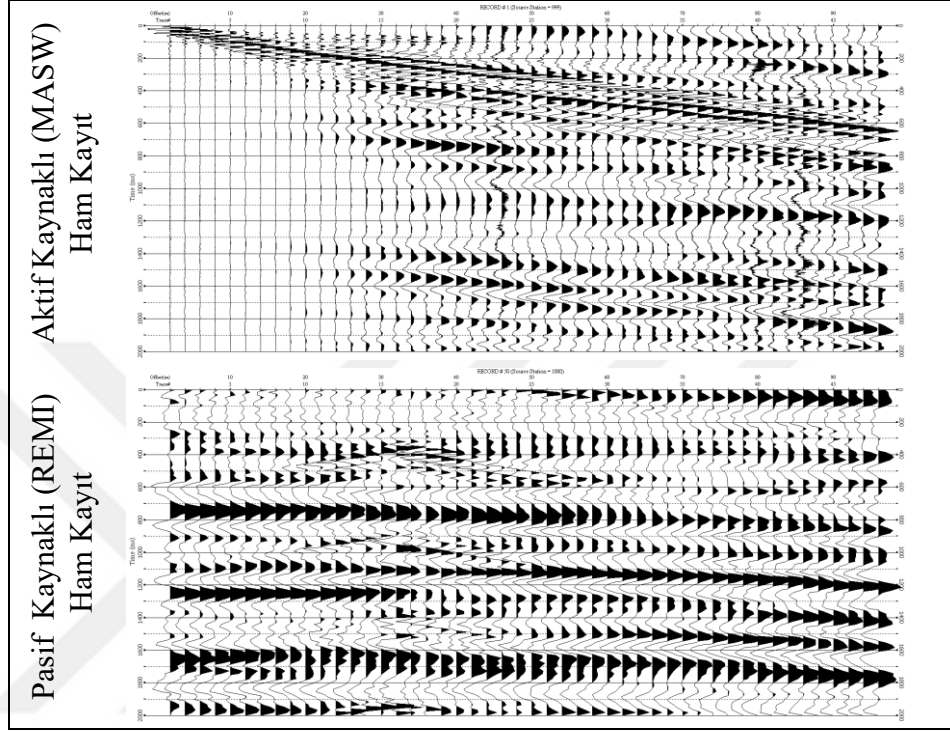
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,407	3,407	205,275
7,665	4,258	264,903
12,988	5,323	263,630
19,642	6,654	304,336
27,959	8,317	377,975
38,355	10,396	581,156
51,351	12,996	371,222
67,595	16,244	694,751
87,900	20,305	558,692
109,875	21,975	682,763

Tablo A.130. 7102 istasyonunda hesaplanan değerler

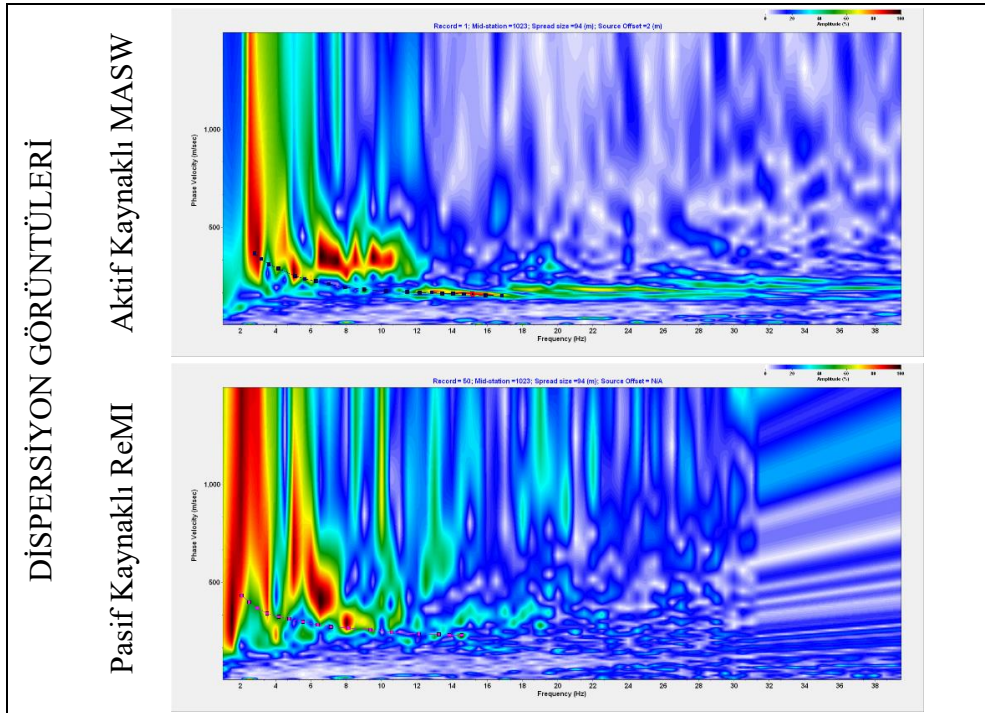
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
299 m/s	342 m/s	440 m/s	-

7401 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

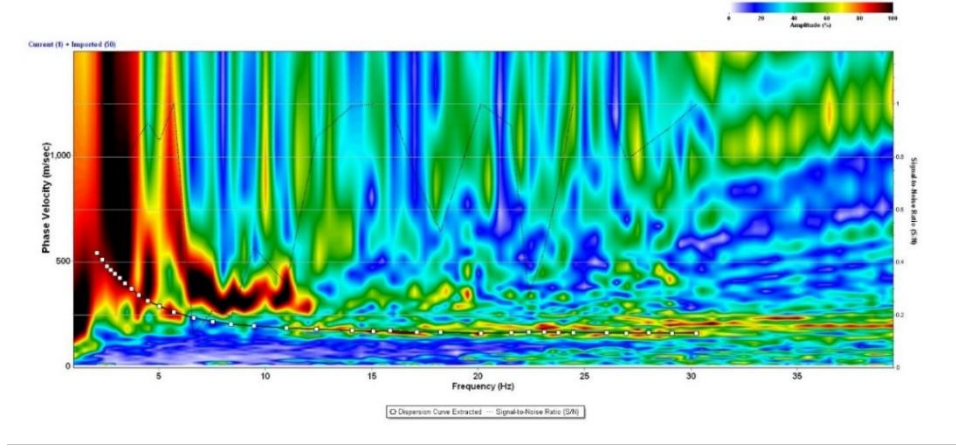
Yer : Bartın Çevre ve Şehircilik İl Müd. Enlem : 41,63306 Boylam : 32,33306
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



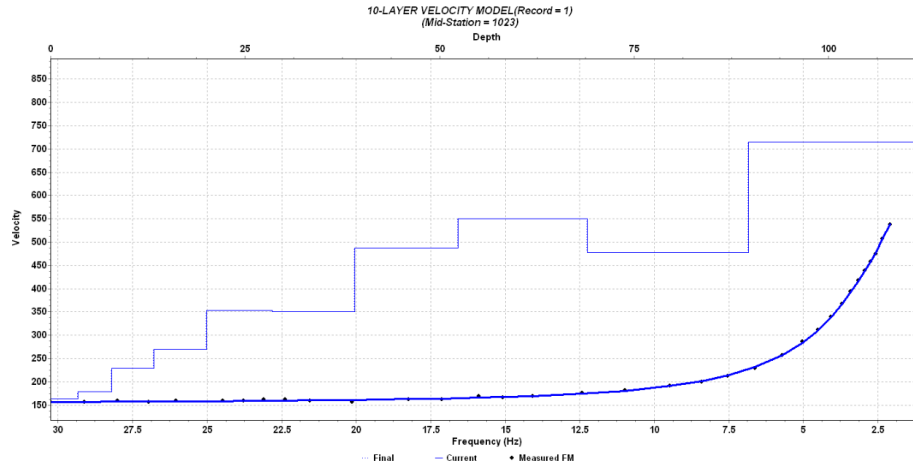
Şekil A.261. AFAD 7401 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.262. 7401 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.263. 7401 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.264. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.131. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

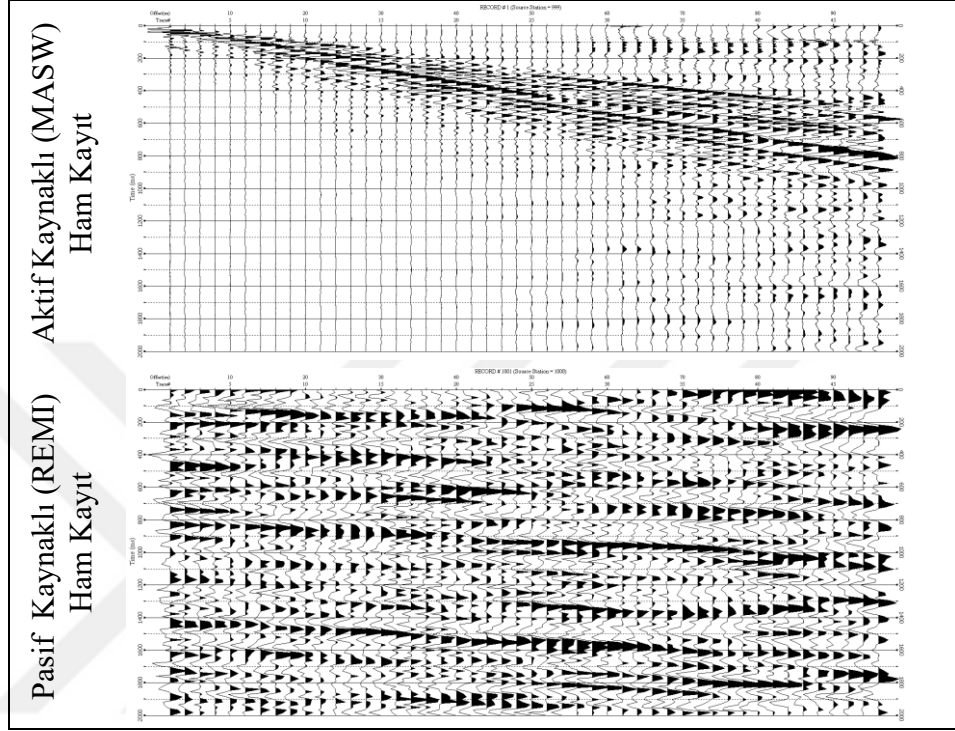
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,475	3,475	163,542
7,819	4,344	178,167
13,249	5,430	228,883
20,036	6,787	269,837
28,520	8,484	352,881
39,125	10,605	350,613
52,381	13,256	488,026
68,951	16,570	550,782
89,664	20,713	478,181
112,080	22,416	715,019

Tablo A.132. 7401 istasyonunda hesaplanan değerler

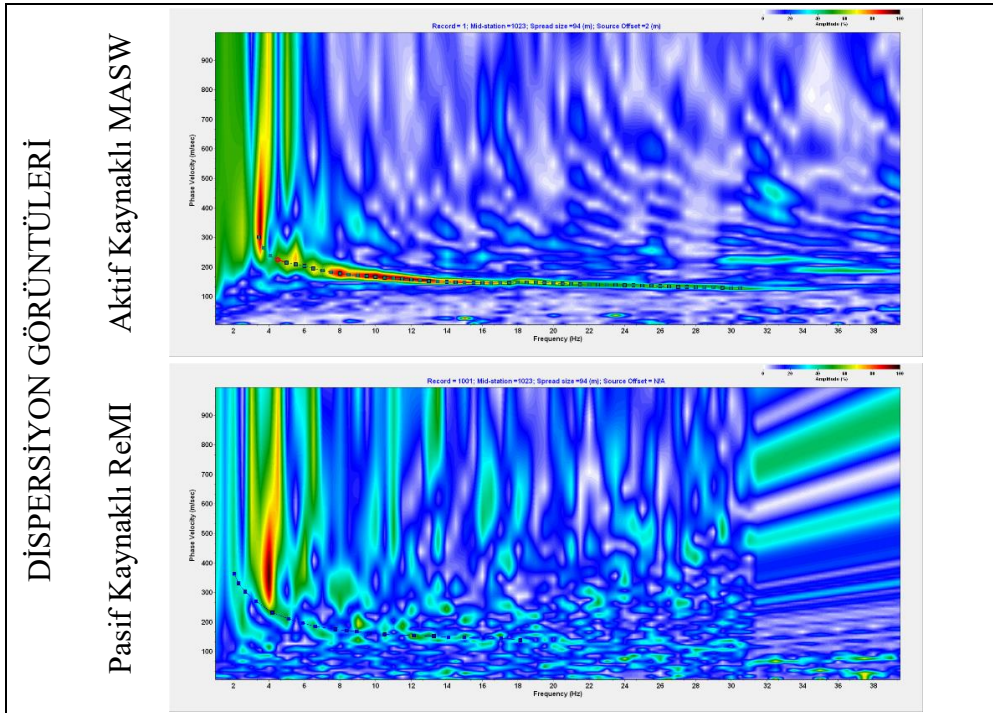
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0
244 m/s	292 m/s	379 m/s	-

7601 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

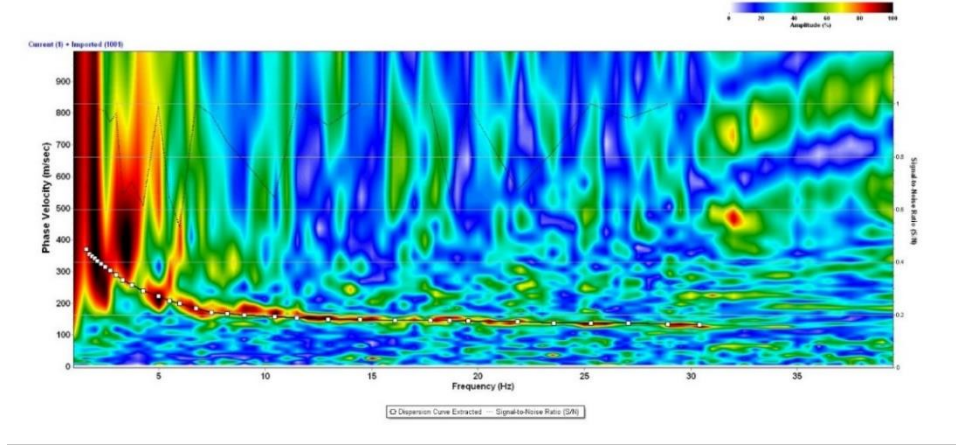
Yer : İğdır Meteoroloji Müdürlüğü Enlem : 39,9264 Boylam : 44,0538
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



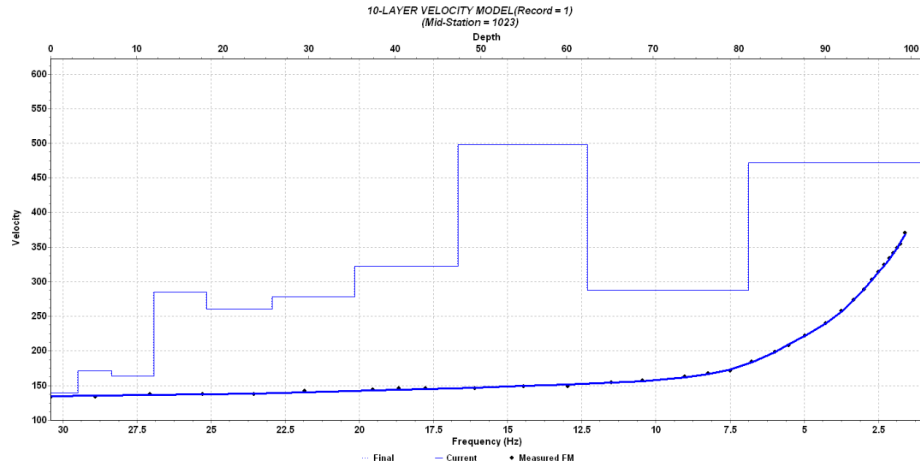
Şekil A.265. AFAD 7601 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.266. 7601 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.267. 7601 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.268. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.133. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

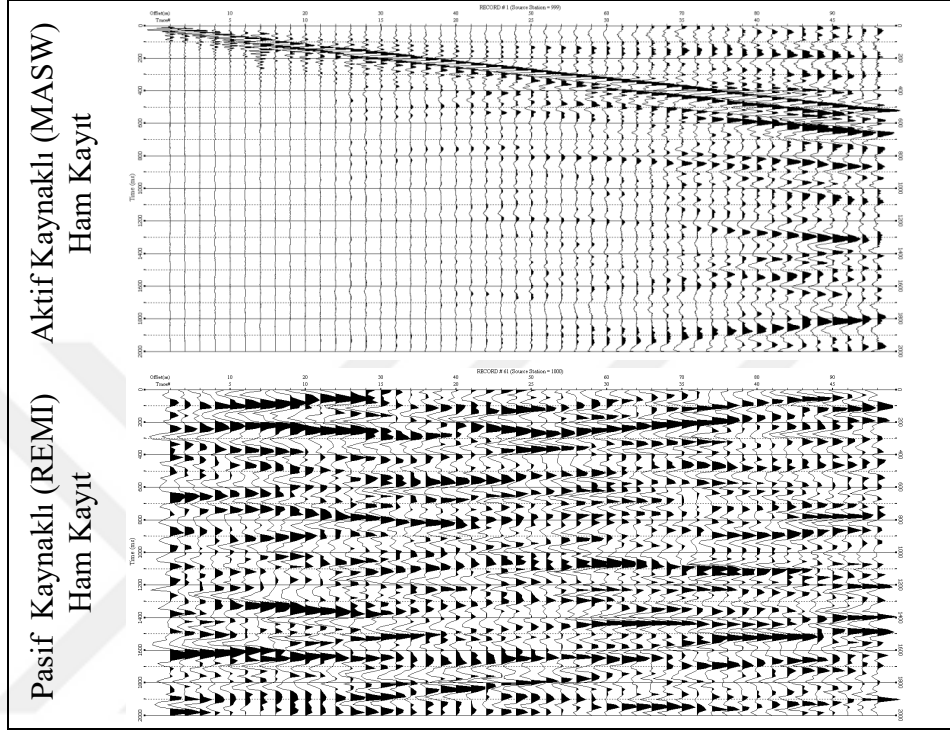
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,142	3,142	139,432
7,070	3,928	170,990
11,980	4,910	163,421
18,117	6,137	284,376
25,789	7,672	260,351
35,378	9,589	278,005
47,365	11,987	322,037
62,348	14,983	497,709
81,077	18,729	287,427
101,346	20,269	471,857

Tablo A.134. 7401 istasyonunda hesaplanan değerler

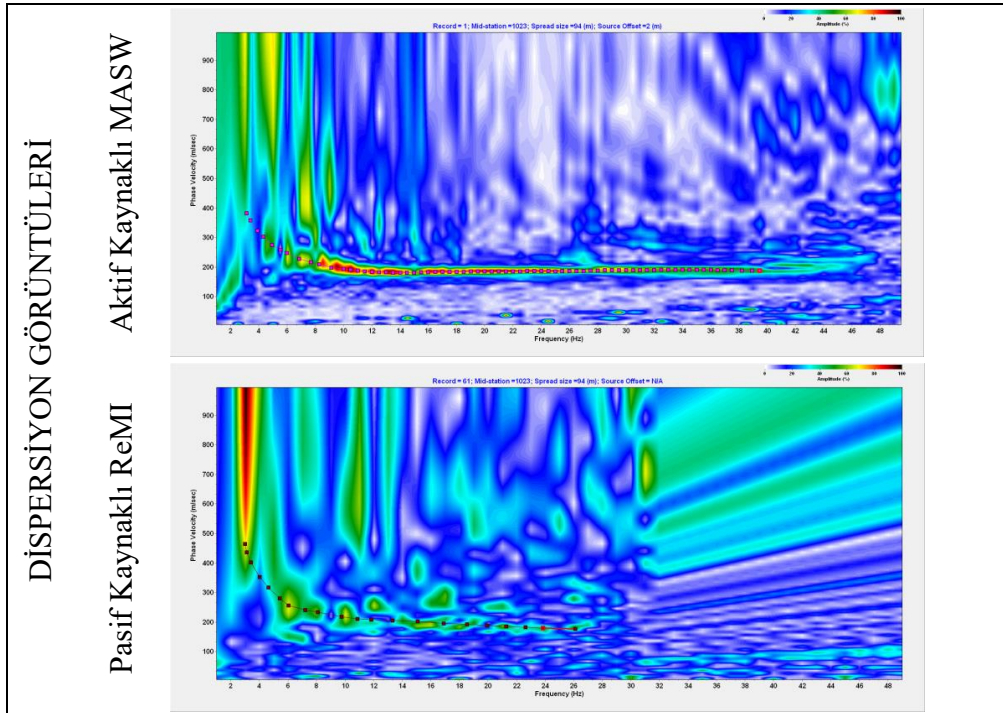
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
212 m/s	246 m/s	300 m/s	-

8102 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

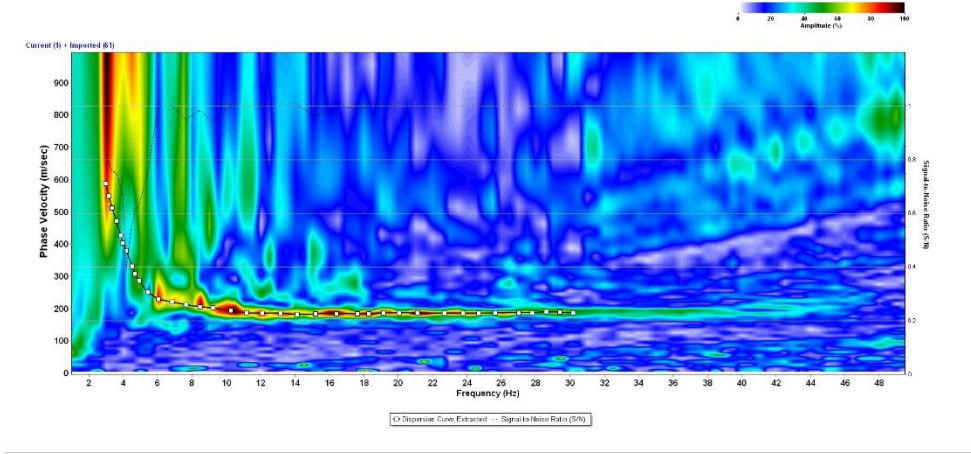
Yer : Düzce Verem Savaş Dispanseri Enlem : 40,8342 Boylam : 31,1644
Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



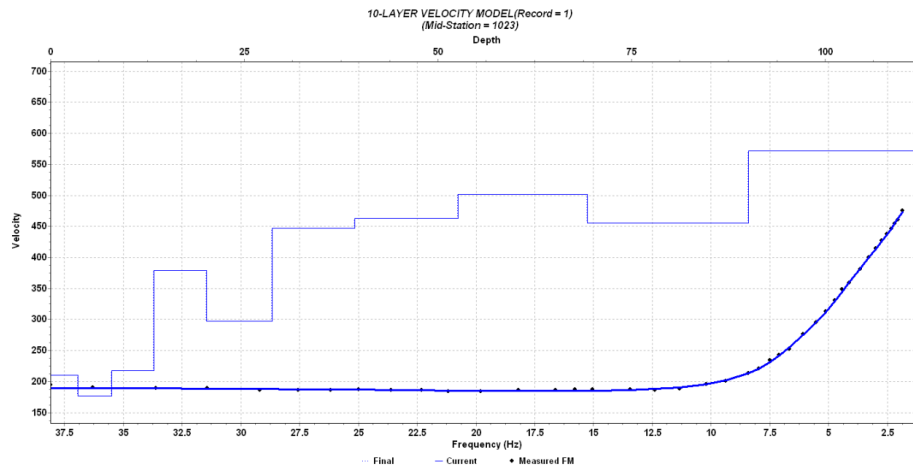
Şekil A.269. AFAD 8102 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.270. 8102 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.271. 8102 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.272. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.135. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

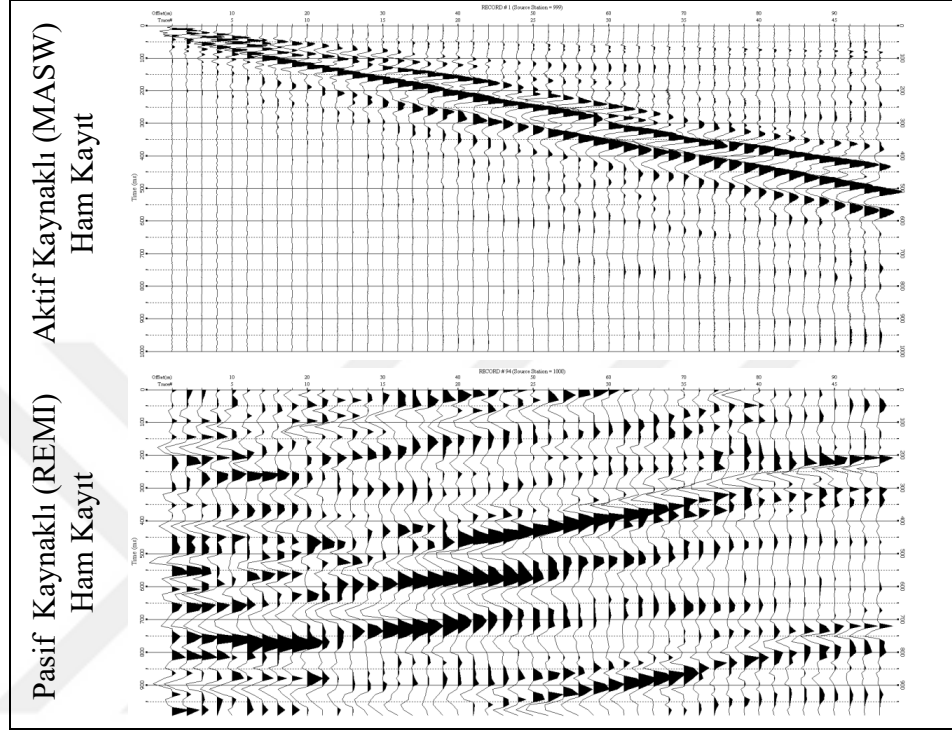
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,492	3,492	209,962
7,857	4,365	177,284
13,313	5,456	217,802
20,133	6,820	379,215
28,658	8,525	296,862
39,314	10,656	446,728
52,634	13,320	462,764
69,284	16,650	501,286
90,097	20,813	455,127
112,621	22,524	572,180

Tablo A.136. 8102 istasyonunda hesaplanan değerler

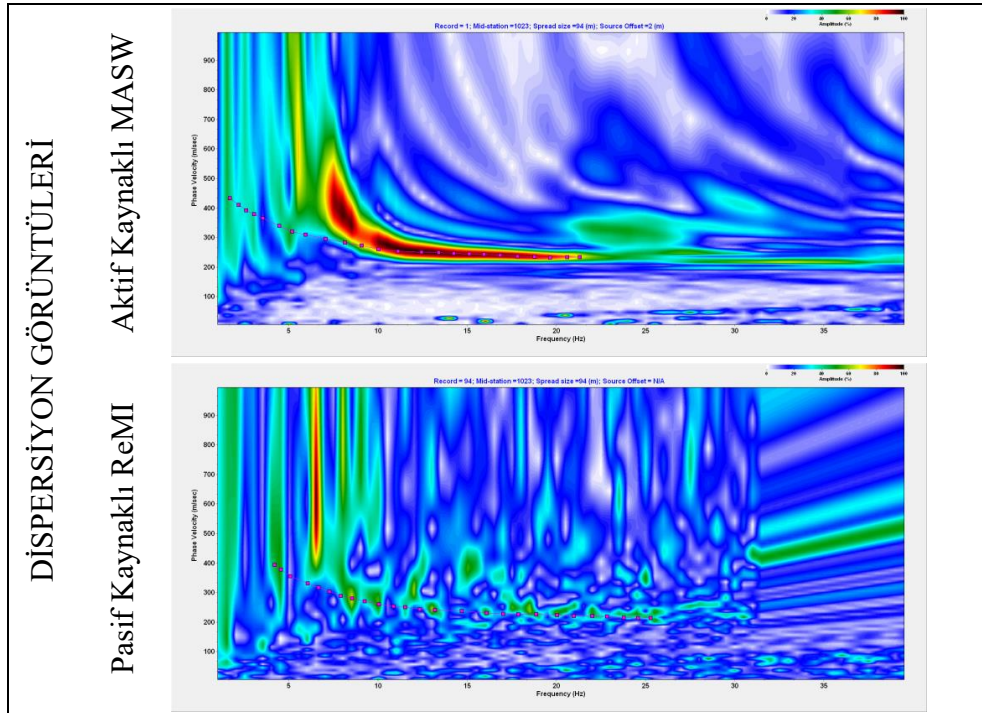
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0
259 m/s	313 m/s	382 m/s	-

8103 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

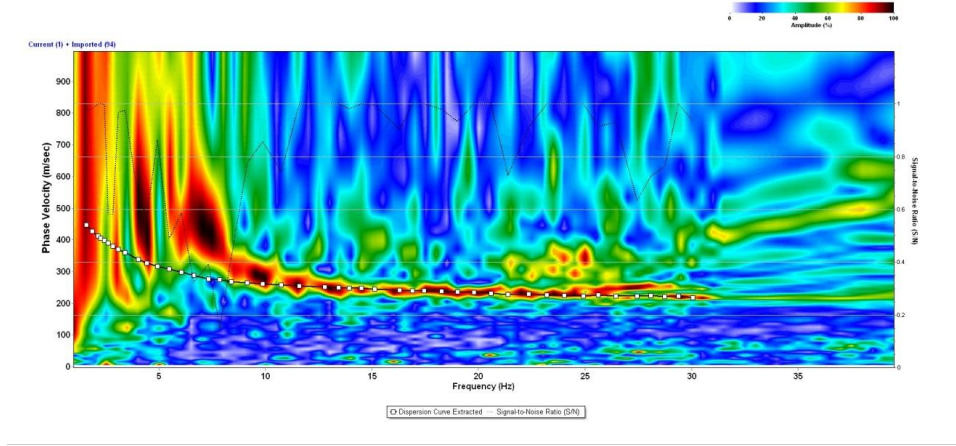
Yer : Düzce Kaynaşlı Enlem : 40,786 Boylam : 31,282 Ofset : 2 metre
Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



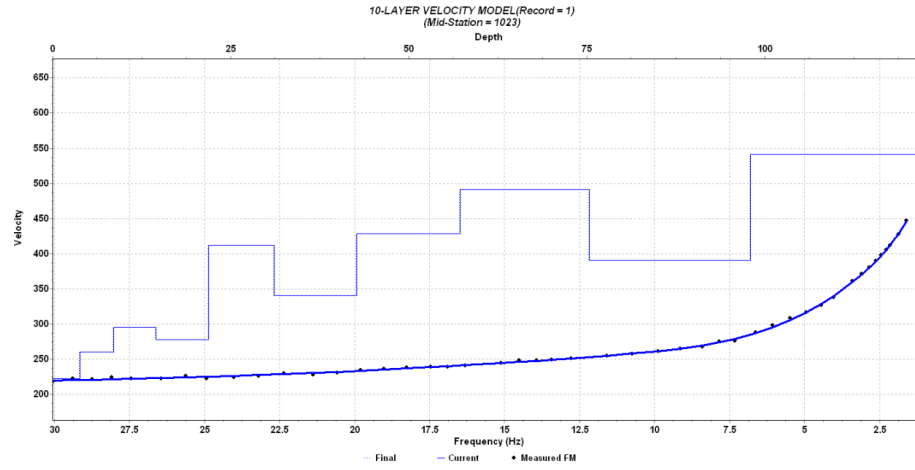
Şekil A.273. AFAD 8103 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.274. 8103 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.275. 8103 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.276. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.137. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

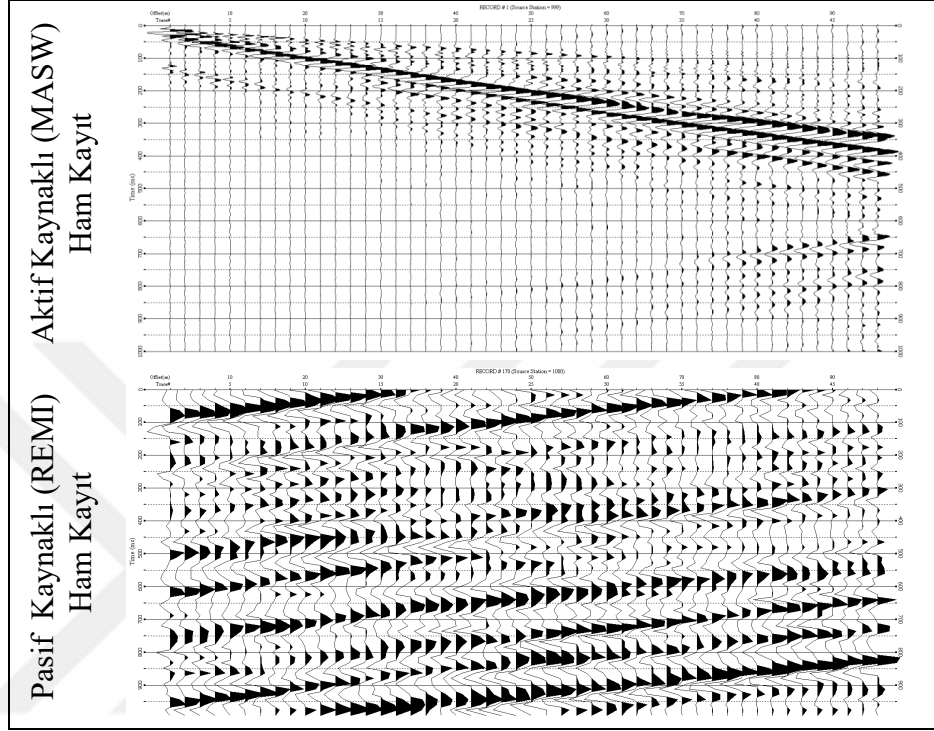
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,796	3,796	222,559
8,541	4,745	260,007
14,473	5,932	295,092
21,888	7,415	277,721
31,156	9,268	411,671
42,742	11,586	340,723
57,224	14,482	428,816
75,326	18,102	491,554
97,954	22,628	391,048
122,442	24,488	541,652

Tablo A.138. 8103 istasyonunda hesaplanan değerler

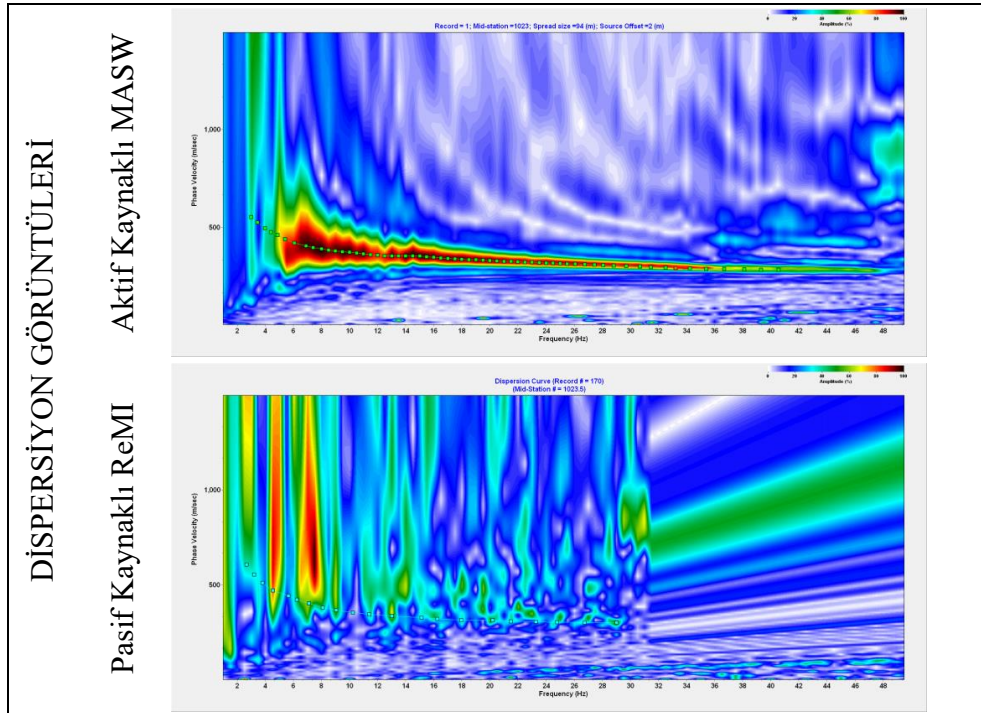
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0
295 m/s	321 m/s	369 m/s	-

8104 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

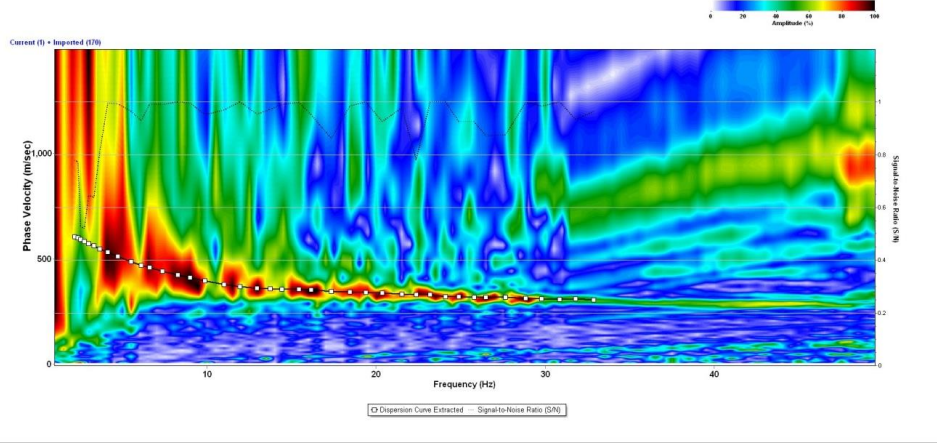
Yer : Düzce Rehabilitasyon Merkezi Enlem : 40,682 Boylam : 31,178
Rakım : 152 Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



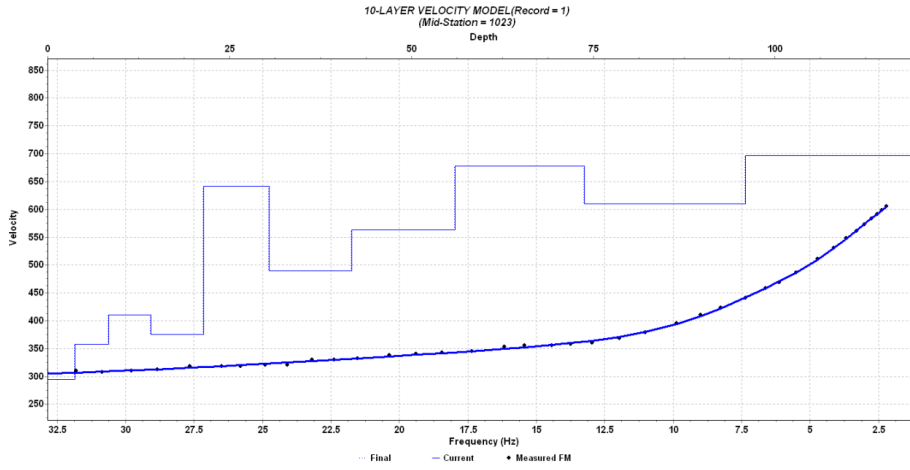
Şekil A.277. AFAD 8104 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.278. 8104 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.279. 8104 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.280. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.139. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

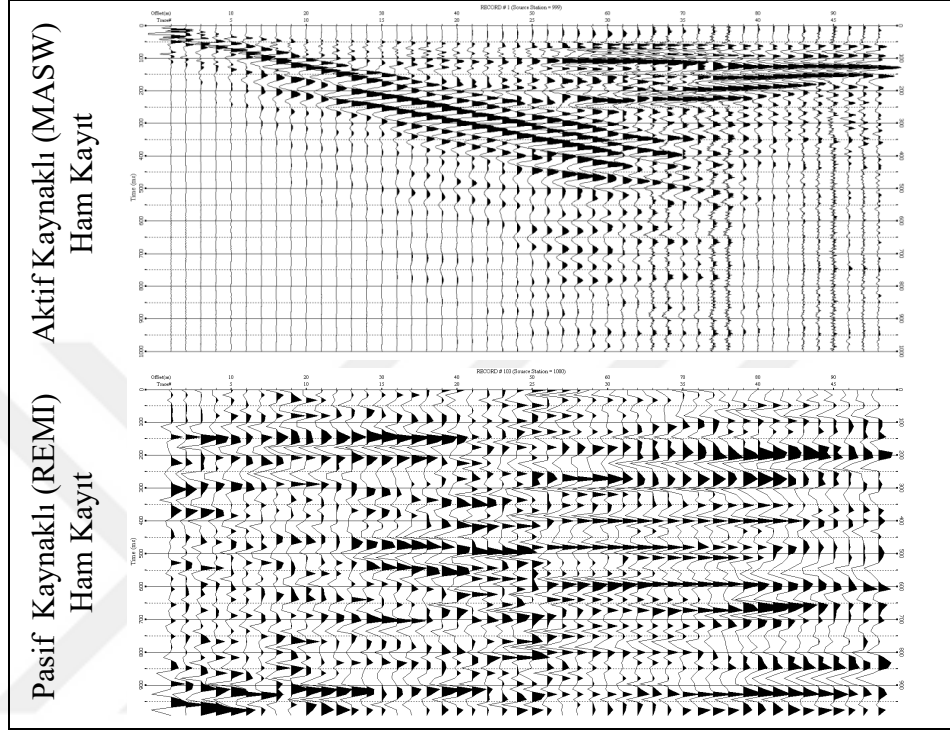
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,717	3,717	294,953
8,363	4,646	357,392
14,171	5,808	410,719
21,431	7,260	375,472
30,506	9,075	642,234
41,850	11,344	490,240
56,030	14,180	562,929
73,754	17,724	677,735
95,910	22,156	609,797
119,888	23,978	696,529

Tablo A.140. 8104 istasyonunda hesaplanan değerler

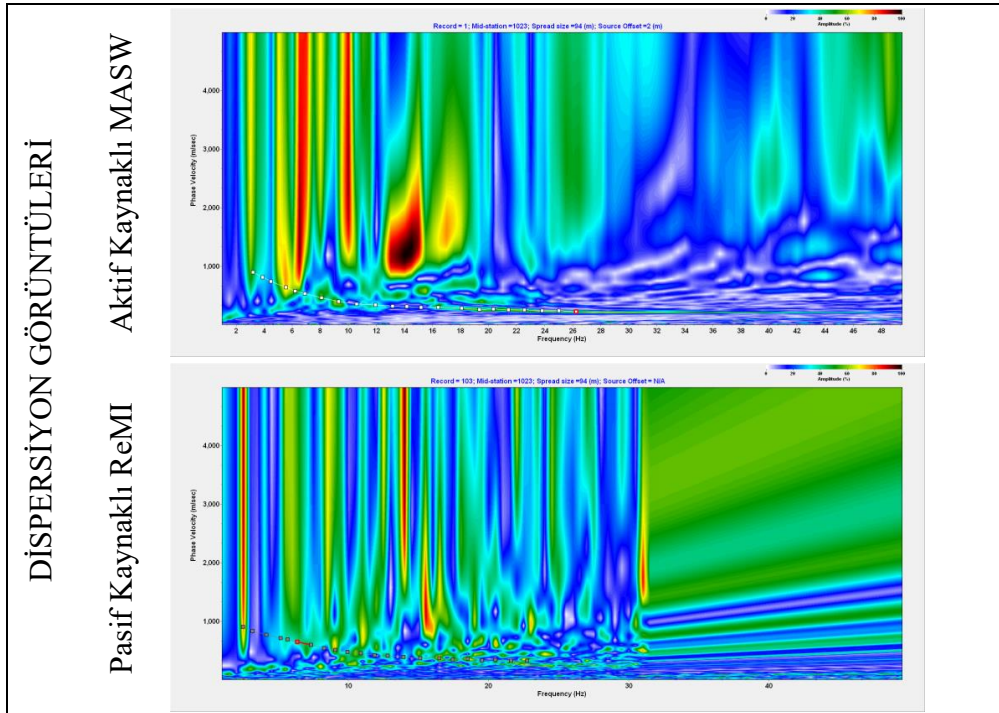
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0
414 m/s	451 m/s	527 m/s	-

8105 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

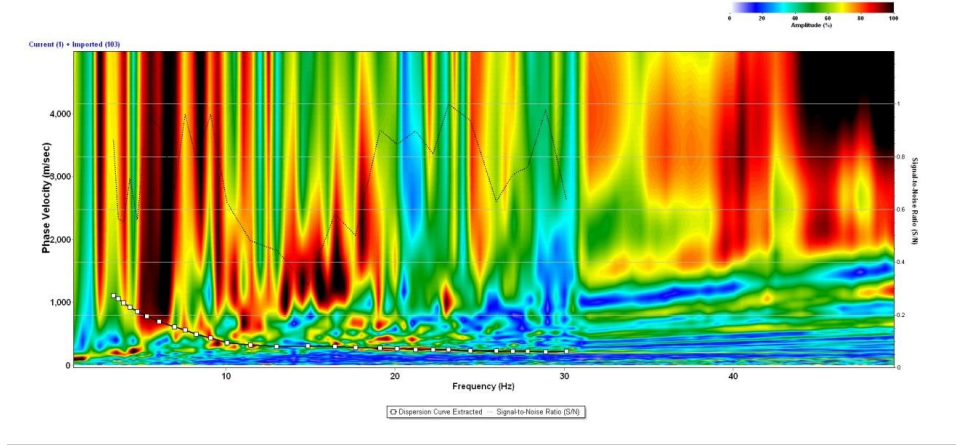
Yer : Düzce Abant İzzet Baysal Üniversitesi Enlem : 40,903 Boylam : 31,152
Rakım :195 Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



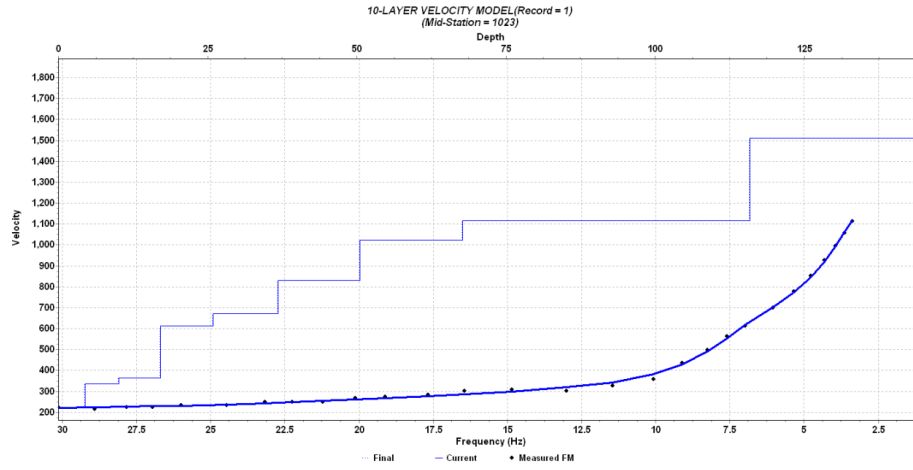
Şekil A.281. AFAD 8105 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.282. 8105 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.283. 8105 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.284. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.141. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

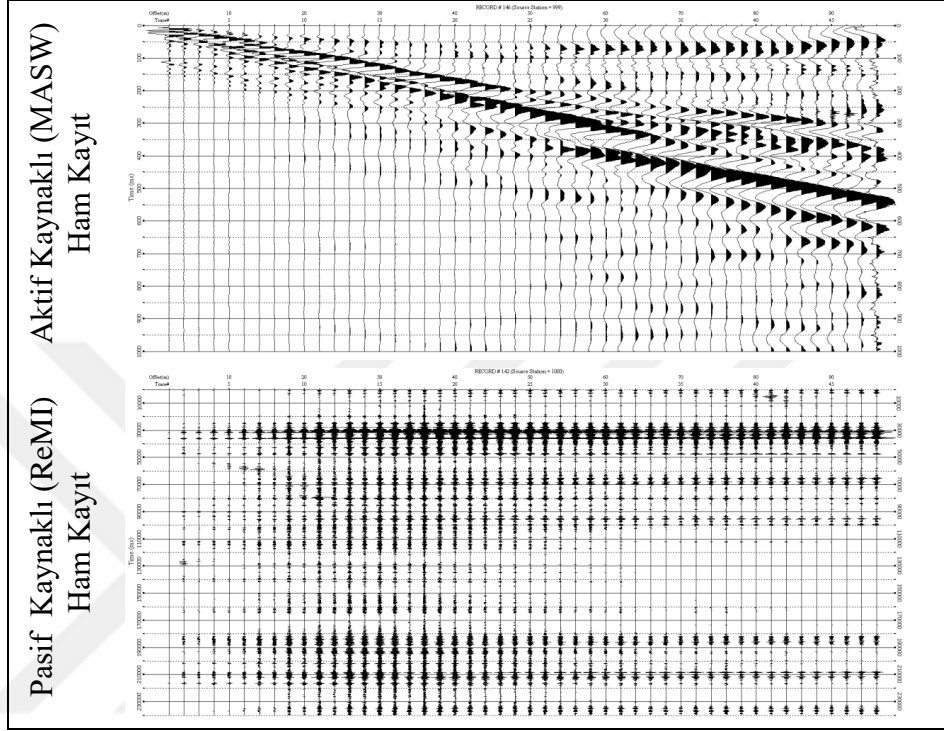
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
4,490	4,490	221,456
10,103	5,613	337,449
17,119	7,016	364,666
25,889	8,770	611,469
36,852	10,963	673,014
50,555	13,703	830,092
67,684	17,129	1021,778
89,095	21,411	1114,794
115,859	26,764	1115,072
144,824	28,965	1512,179

Tablo A.142. 8105 istasyonunda hesaplanan değerler

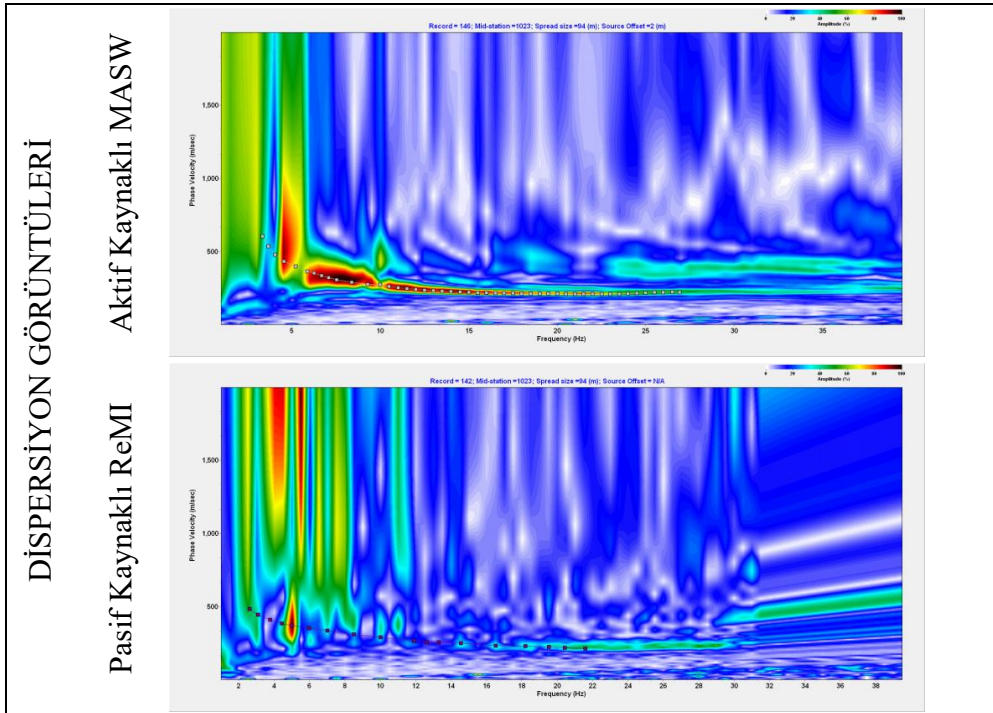
Vs30	Vs50	Vs100	Z1.0
392 m/s	487 m/s	671 m/s	67,6 m

8106 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

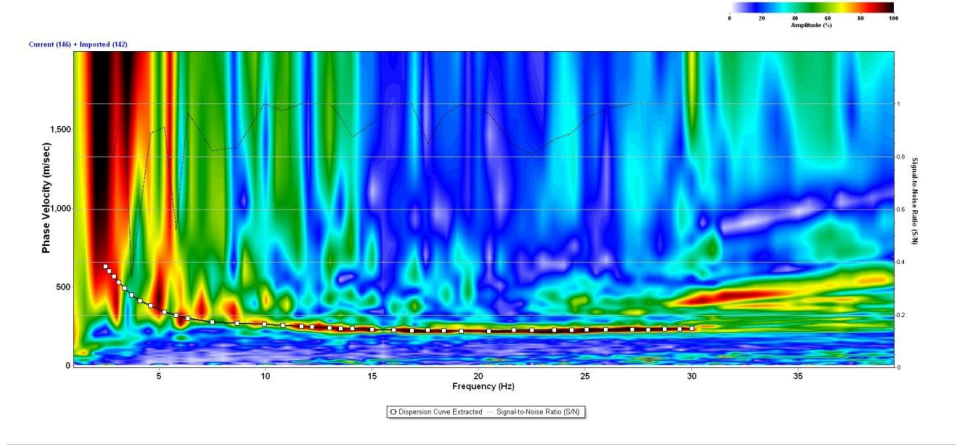
Yer : Düzce Aydınınar Orman İşletme Şefliği Enlem : 40,812 Boylam : 31,116
Rakım :143 Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



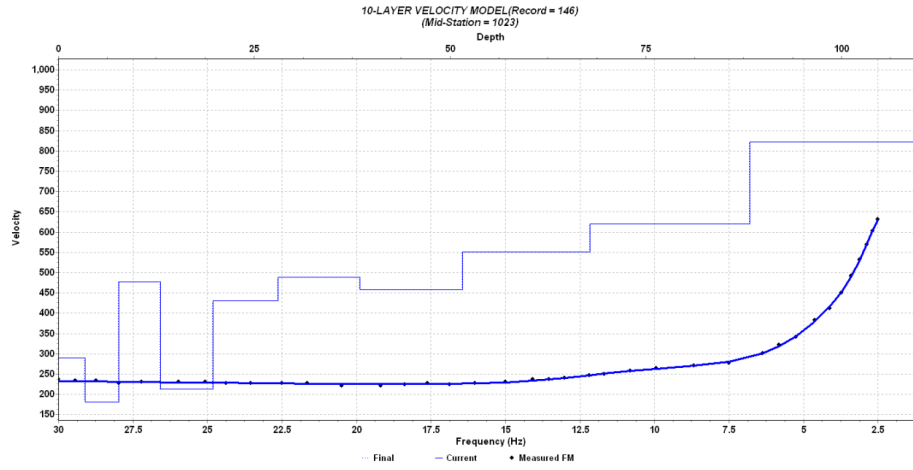
Şekil A.285. AFAD 8106 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.286. 8106 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.287. 8106 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.288. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.143. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

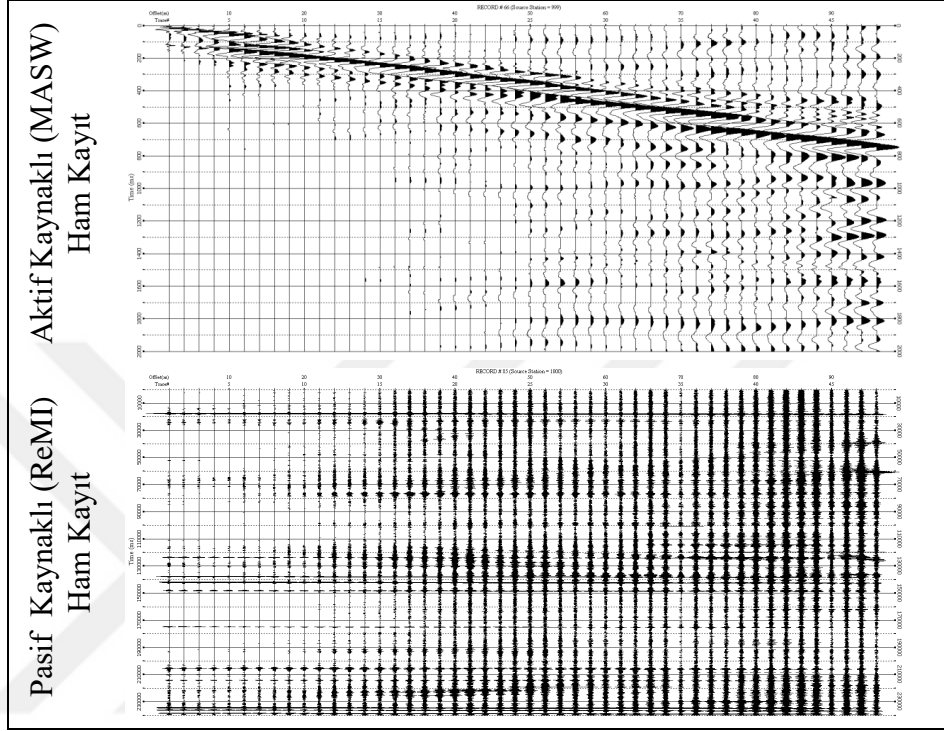
Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,422	3,422	289,164
7,699	4,277	181,498
13,045	5,346	477,264
19,728	6,683	213,187
28,081	8,353	431,035
38,523	10,442	489,125
51,575	13,052	458,203
67,890	16,315	550,432
88,284	20,394	620,737
110,355	22,071	821,688

Tablo A.144. 8106 istasyonunda hesaplanan değerler

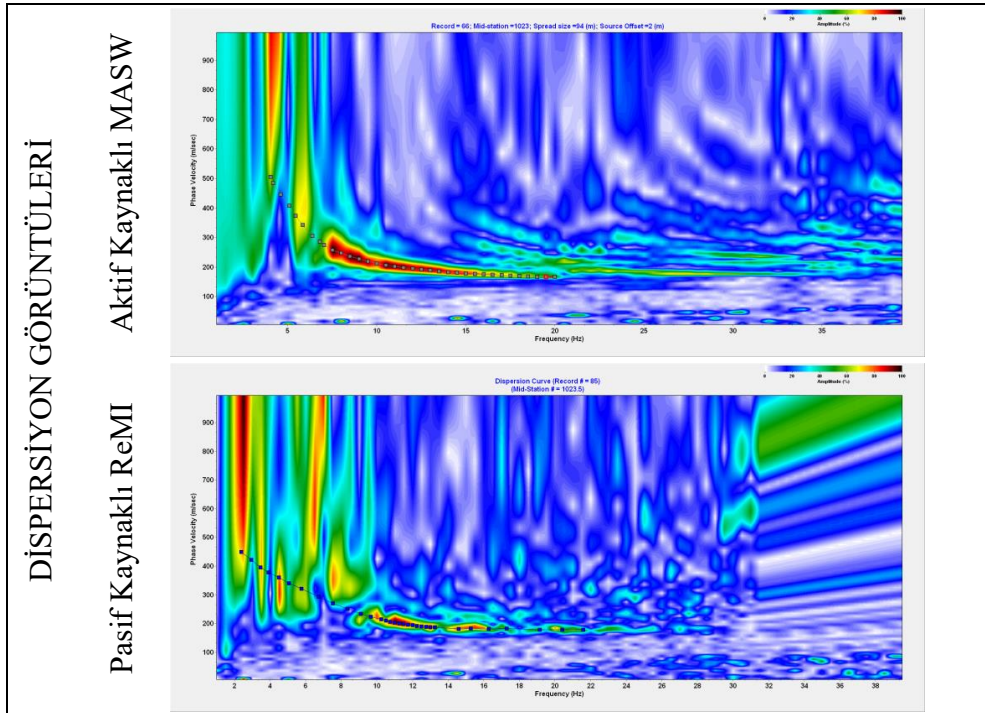
V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
296 m/s	348 m/s	447 m/s	-

8107 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

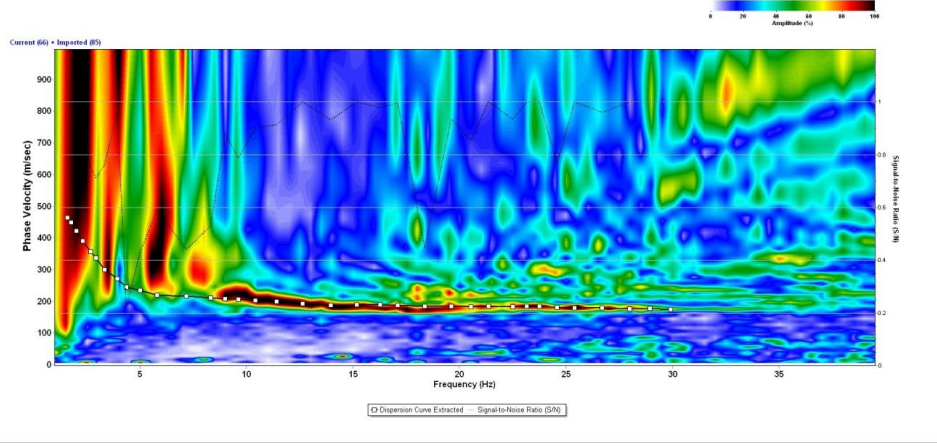
Yer : Düzce Tandoğan Devlet Hastanesi Enlem :40,84 Boylam :31,142
Rakım :143 Ofset : 2 metre Jeofon Aralığı : 2 metre Jeofon Sayısı : 48



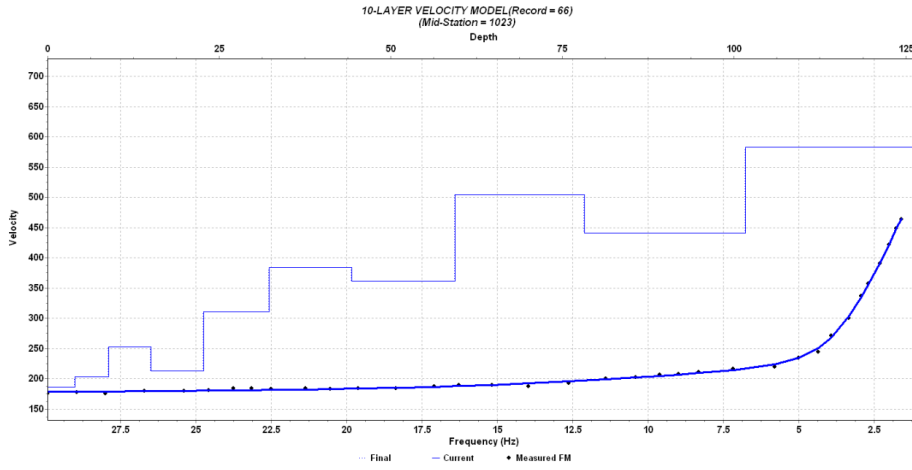
Şekil A.289. AFAD 8107 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.290. 8107 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.291. 8107 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.292. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.145. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,939	3,939	186,232
8,862	4,923	202,834
15,016	6,154	252,276
22,708	7,692	212,535
32,324	9,616	311,194
44,344	12,020	384,330
59,368	15,024	361,362
78,148	18,780	504,886
101,624	23,476	440,623
127,030	25,406	583,301

Tablo A.146. 8107 istasyonunda hesaplanan değerler

V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z1.0
232 m/s	272 m/s	337 m/s	-

8108 NOLU İSTASYONDA ALINAN ÖLÇÜMLER

Yer : Düzce Kalıcı Konutlar

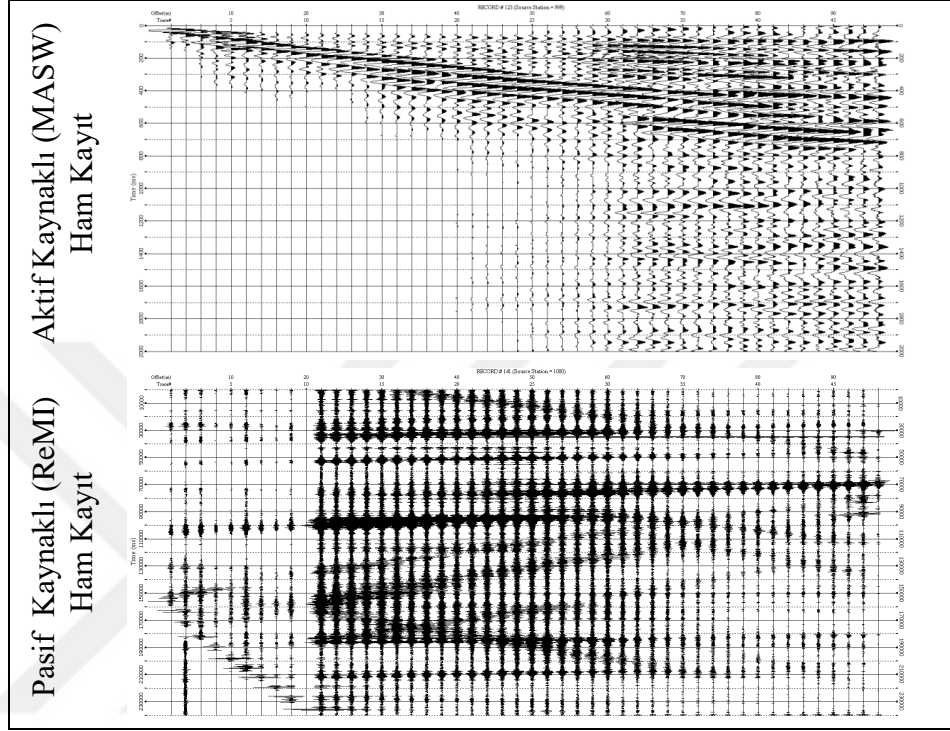
Enlem : 40,86128

Boylam : 31,23002

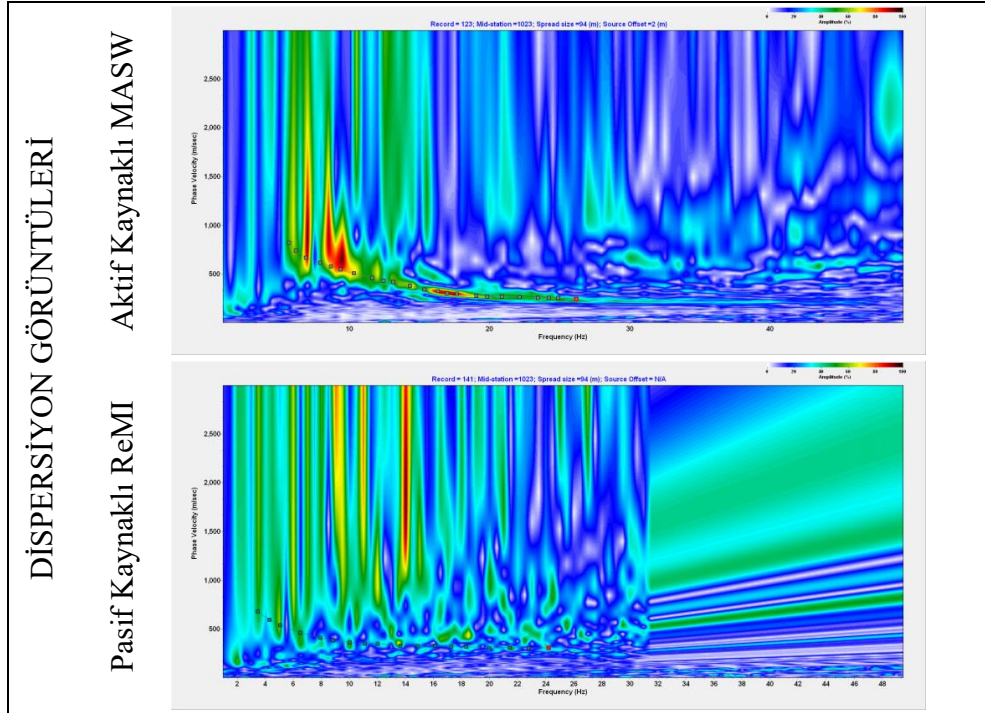
Rakım :250 Ofset : 2 metre

Jeofon Aralığı : 2 metre

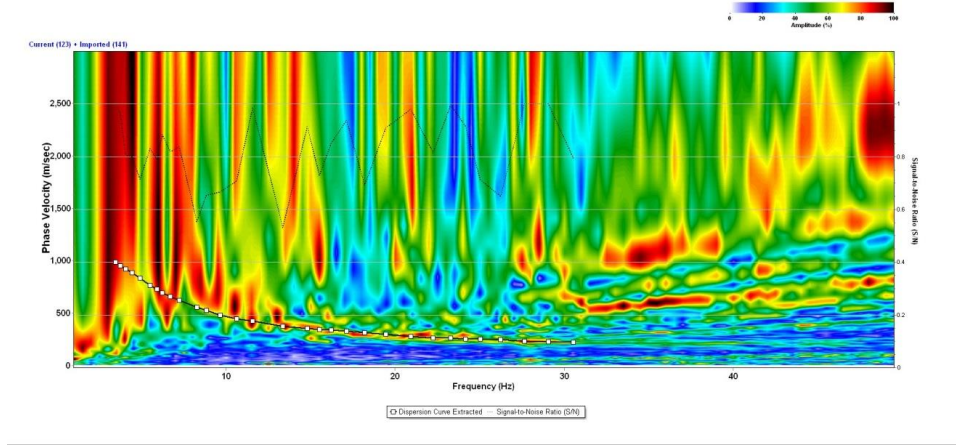
Jeofon Sayısı : 48



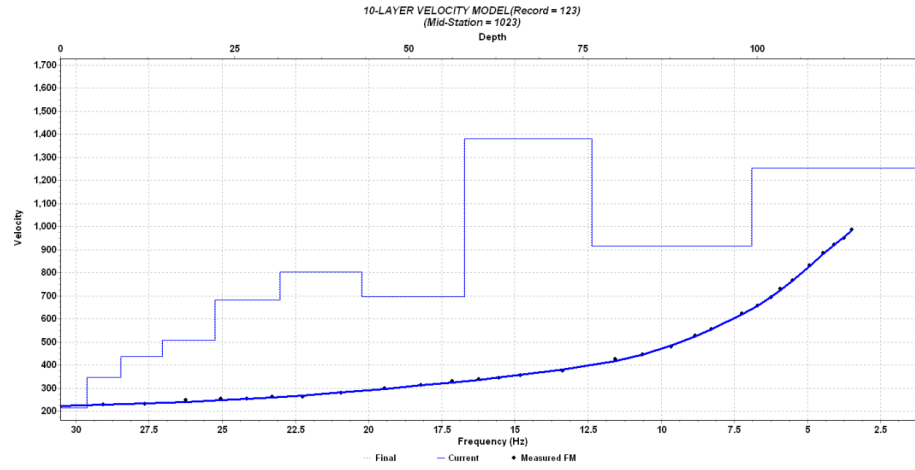
Şekil A.293. AFAD 8108 nolu istasyonda alınan ham kayıtlar



Şekil A.294. 8108 nolu istasyonda alınan ölçümlerin dispersiyon görüntüleri



Şekil A.295. 8108 nolu istasyondaki birleşik dispersiyon görüntüsü



Şekil A.296. Birleşik dispersiyon görüntüsüne göre derinlik hız modeli

Tablo A.147. Tabaka kalınlıkları ve tabakaların S Dalgası hız değerleri

Derinlik (metre)	Tabaka Kalınlığı (metre)	Hız (m/sn)
3,845	3,845	214,575
8,652	4,807	347,905
14,660	6,008	437,602
22,170	7,510	506,417
31,558	9,388	681,492
43,293	11,735	802,528
57,961	14,668	696,673
76,296	18,335	1381,528
99,215	22,919	914,812
124,019	24,804	1252,347

Tablo A.148. 8108 istasyonunda hesaplanan değerler

V _{S30}	V _{S50}	V _{S100}	Z _{1.0}
418 m/s	508 m/s	672 m/s	76 m

Ek-B

Denklem (1.38) kullanılarak bütün modlar için dispersiyon eğrilerini çizdiren MATLAB programı. Su tabakasının kalınlığı 200 m, su içinde P Dalgası yayılım hızı 1500 m/s alınmıştır.

```
clear all ; close all ; clc;

H =200; %Sutabakasının kalınlığı - metre

a1=1/(1500)^2;

    for i=1:80

        for j=1:7

            FAZH(i,j) = 1.0/sqrt(a1-((j-1+0.5)*pi/(2*pi*i*H))^2);

        end

    end

x=0:0.3:80;y=0:90:5000

f=2:80;f1=6:80;f2=10:80;f3=14:80;f4=18:80;f5=22:80;f6=26:80;

plot(f,FAZH(f,1),'r','LineWidth',3); grid on; box on;hold on;

plot(f1,FAZH(f1,2),'b','LineWidth',3);hold on;

plot(f2,FAZH(f2,3),'k','LineWidth',3);hold on;

plot(f3,FAZH(f3,4),'m','LineWidth',3);hold on;

plot(f4,FAZH(f4,5),'y','LineWidth',3);hold on;

plot(f5,FAZH(f5,6),'g','LineWidth',3);hold on;

plot(f6,FAZH(f6,7),'c','LineWidth',3);hold on;

plot(x,1500,'k.');
```

```
hold on;

plot(1500.0/800,y,'g.');
```

```
hold on;plot(4500.0/800,y,'g.');
```

```
hold on;plot(7500.0/800,y,'g.');
```

```
hold on;
```

```

plot(10500.0/800,y,'g. ');hold on;plot(13500.0/800,y,'g. ');hold on;

plot(16500.0/800,y,'g. ');hold on;plot(19500.0/800,y,'g. ');

text(2,4500,'FM');text(6,4500,'1.MOD');text(10,4500,'2.MOD');

text(14,4500,'3.MOD');

text(18,4500,'4.MOD');text(22,4500,'5.MOD');text(26,4500,'6.MOD');

text(1.4,80,'\fontsize{12}\bf{}\alpha/4H');

text(4.8,80,'\fontsize{12}\bf{}3\alpha/4H');

text(8.8,80,'\fontsize{12}\bf{}5\alpha/4H');

text(12.3,80,'\fontsize{12}\bf{}7\alpha/4H');

text(16.2,80,'\fontsize{12}\bf{}9\alpha/4H');

text(19.4,80,'\fontsize{12}\bf{}11\alpha/4H');

text(23.4,80,'\fontsize{12}\bf{}13\alpha/4H');

axis([0 80 0 5000]);xlabel('Frekans - Hz');

ylabel('Faz Hızı - m/s');

title('H=200 m , \alpha=1500 m/s ICIN GUIDED WAVES DISPERSION
EGRILERI ');

lgd = legend('Temel
Mod','1.Mod','2.Mod','3.Mod','4.Mod','5.Mod','6.Mod');

title(lgd,'Modlar');

```

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Kurtuluş C., Sertçelik F., Sertçelik İ., Kuru T., **Tekin K.**, Ateş E., Apak A., Kökbudak D., Sezer S., Yalçın D., Determination of site caharacterization in Turkey strong motion recording stations, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 2020, **35**(4), 1829-1846.

Özmen Ö.T., Yamanaka H., Ateş E., **Tekin K.**, Çeken U., Koparmal E., Etiz A., Elmas N., Microtremor exploration at strong motion stations in Aydın and Denizli provinces, western Turkey, *Exploration Geophysics*, DOI: 10.1080/08123985.2021.1880269

Özmen Ö.T., Yamanaka H., Chimoto K., Çeken U., Alkan M.A., **Tekin K.**, Ateş E., Microtremor exploration for shallow S-wave velocity profiles at stations in local strong motion network in Bursa, Yalova, and Kocaeli in north-western Turkey, *Exploration Geophysics*, 2017, **48**, 255-263.

ÖZGEÇMİŞ

Lise öğrenimini Ankara Bahçelievler Cumhuriyet Lisesinde tamamladı. Ankara Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği bölümünden 2004 yılında mezun oldu. 2010 yılından beri AFAD personeli olarak çalışmakta olup, zaman içinde AFAD'ın farklı birimlerinde görev yapmıştır. Şu anda ise AFAD Deprem Dairesinde Jeofizik Mühendisi olarak çalışmasını sürdürmektedir.

