

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MİKROTREMOR YÖNTEMİNİ KULLANARAK KASTAMONU İL
MERKEZİNİN ZEMİN HAKİM PERİYODUNUN, BÜYÜTME FAKTÖRÜNÜN
VE K DEĞERİNİN BELİRLENMESİ**

Ceren İSTANBULLU DEMİRYÜREK

Danışman:Yrd.Doç.Dr. Ü.Yalçın KALYONCUOĞLU

Yüksek Lisans Tezi

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ISPARTA, 2005

İÇİNDEKİLER	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	İv
TEŞEKKÜR	v
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. İnceleme Alanı	1
1.2. Amaç ve Kapsam	4
1.3. Önceki Çalışmalar	5
2. TİTREŞİMCİK YÖNTEMİ	7
2.1. Giriş	7
2.2. Titreşimciklerin Tanımı	7
2.3. Titreşimcikleri Oluşturan Kaynaklar	8
2.4. Titreşimcikleri Oluşturan Dalgalar	9
2.5. Titreşimcik Ölçümlerini Etkileyen Faktörler	9
2.6. Titreşimcik Ölçüm Yöntemleri	10
2.7. Titreşimciklerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler	11
2.7.1. Fourier Genliklerinin ya da Güç Spektrumlarının Yorumlanması	11
2.7.2. Referans Noktasına Göre Spektral Oran Yöntemi	12
2.7.3. Nakamura Yöntemi	12
3. YAPI-ZEMİN-TİTREŞİMCİK	15
3.1. Giriş	15
3.2. Yapı Salınım Periyodu	16
3.3. Yerin Sarsıntı Büyütme Özelliği	16
3.4. Yer İvmesi	16
3.5. Zemin Sınıflaması	17
3.6. Hasar Olasılığı İndeksi,Zemin “K” Değerleri	19
3.7. QTS İle Taban Kaya Derinliği İlişkisi	21
4. KASTAMONU İL MERKEZİ JEOLJİSİ	22
4.1. Giriş	22
4.1.1. Litostratigrafik Birimler	22
4.1.1.1. Paleozoyik-Triyas	24
4.1.1.2. Üst Kretase-Paleosen	24
4.1.1.3. Alt Eosen	24
4.1.1.4. Alt-Orta Eosen	25
4.1.1.5. Orta Eosen	25
4.1.1.6. Oligosen-Miyosen	26
4.1.1.7. Kuvaterner	26
4.1.1.8. Morfolojik Özellikler	26
4.1.2. Formasyonlar ve Kaya Türleri	27
4.1.2.1. Yunus Metamorfiti	27
4.1.2.2. İnözü Formasyonu	28
4.1.2.3. Alpaslan Üyesi	29
4.1.2.4. Budamış Formasyonu	30

4.1.2.5. Araç Formasyonu	30
4.1.2.6. Karaevli Formasyonu	31
4.1.2.7. Karaboya Formasyonu	31
4.1.2.8. Akarsu Sekisi Çökelleri	33
4.1.2.9. AlüvyonYelpazesi Çökelleri	33
4.1.2.10. Alüvyon	33
5. KASTAMONU İL MERKEZİ TİTREŞİMCİK ÇALIŞMASI	34
5.1. Kullanılan Ekipman ve Özellikleri	34
5.2. Veri Toplama	34
5.3. Nakamura Tekniği ile Değerlendirme	35
5.3.1. Zemin Hakim Periyotlarının ve Zemin Büyütmelerinin Belirlenmesi	36
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	38
7. KAYNAKLAR	40
8. ÖZGEÇMİŞ	42
EKLER	
EK- 1 Çizelge 5:Ölçü Kayıt Bilgileri ve Parametreler	
EK- 2 Fourier Spektrumları ve H/V Oran Grafikleri	
EK- 3 Zemin Büyütme Değerleri Haritası	
EK- 4 Zemin Hakim Periyot Haritası	
EK- 5 “K _g ” Değerleri Haritası	

ÖZET

Bu tez çalışmasında Kastamonu İl Merkezi yerleşim yerlerindeki hakim periyodunu ve büyütme faktörünü ayrıca K değeri hesaplanmıştır.

Son yıllarda ülkemizde kullanılmaya başlanan Mikrotremor (Titreşimcik) Yöntemi ile veri işlem sırasında uygulanan Nakamura (H/V Spektral Oran) Tekniği hakkında detaylı bilgi verilmiştir.

Verilerin jeolojik haritalara işlenmesi ile Kastamonu il merkezinin risk taşıyan bölgeleri saptanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Kastamonu, Microtremor, Nakamura Tekniği, H/V Spektral Oranı

ABSTRACT

In this study , the dominant period, amplification index, K were determined for the city centre of Kastamonu province.

In recent years, the microtremor techniques are being used extensively, in Turkey, especially Nakamura' s (1989).

Spektral ratio method is applied for the analysing of the field data. The results were used to obtain risk maps for the above mentioned location.

KEY WORDS: Kastamonu, Microtremor, Nakamura' s Metod, H/V Spectral Ratio

TEŞEKKÜR

Öncelikle, annem Yük.Hemşire Nergiz İSTANBULLU (Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri), babam Yük. Kimyager Süleyman İSTANBULLU ve eşim İ.Serdar DEMİRYÜREK, eğitim-öğretim süresince destek vermişler ve teşvik etmişlerdir.

Yük. Jeofizik Müh. Mustafa GÜRBÜZ (Afet İşleri Genel Müdürlüğü) ve Jeofizik Müh.Ulubey ÇEKEN (Afet İşleri Genel Müdürlüğü), tez çalışmasının gerçekleştirilmesi için gerekli ortamı hazırlamışlar, teknik imkanları sağlamış ve karşılaşılan zorlukların aşılmasında destek olmuşlardır.

Prof.Dr.Ergun TÜRKER (Süleyman Demirel Üniversitesi) yüksek öğrenim boyunca her zaman problem çözücü ve teşvik edici olmuştur.

Bilgi İşlem Müdürlüğü personeli (Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri) gerekli donanım ve yazılımı sağlamışlardır.

Basın Yayın Koordinatörlüğü personeli (Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri) gerekli donanımı sağlamışlardır.

Yrd.Doç.Dr.Ü. Yalçın KALYONCUOĞLU (tez danışmanı), çalışma süresince yön gösterici olmuştur.

04.02.2005

Ceren İSTANBULLU DEMİRYÜREK

SİMGELER (KISALTMALAR) DİZİNİ

H/V	Yatay bileşenin düşey bileşene oranı
MAD	Mikrotremor Analiz Değerlendirme programı
MTA	Maden Tetkik Arama
sn	Saniye
km ²	kilometrekare
m	metre
R(f)	Rayleigh dalgası
V _s (f)	Yüzey tabakasının düşey bileşeni
V _b (f)	Basenin düşey bileşeni
Z _v (f)	Düşey bileşen
U _b (f), V _b (f)	Yatay bileşen
T	Periyot
d	Sismik Yerdeğiştirme
KG	Kuzeygüney
DB	Doğubatı
g	Gal
F	Frekans
b	Büyütme değeri
A, A ₀	Büyütme Faktörü
S _E	Yer etkisi
H _s	Yüzey tabakası yatay bileşeni
H _b	Anakaya yatay bileşeni
S _r	Spektral oran

E_{rw}	Rayleigh dalgası etkisi
QTS	Quasi Transfer Spektra (H/V Spektral Oran)
C_b	Basenin S dalga hızı
h	Derinlik
K	Hasar olasılığı değeri
α	İvme
γ	Kesme deformasyonu
V_b	Anakaya hızı
FFT	Hızlı Fourier Dönüşümü
cm	Santimetre
m	Metre
Hz	Hertz

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1. Kastamonu İlinin bulduru haritası.....	2
Şekil 2. Kuzey Anadolu Fay zonunun Kastamonu ilinden geçen kısmı	3
Şekil 3. Çeşitli zeminler için örnek periyot dağılım eğrileri	8
Şekil 4. Tipik bir sedimanter basen yapısı.....	13
Şekil 5. Dört zemin sınıfı için; En Büyük Periyot-Ortalama Periyot ve En Büyük Genlik-Hakim Periyot Grafikleri	19
Şekil 6. Zemin Deformasyonu	19
Şekil 7. Kastamonu il merkezini ve yakın çevresinin jeolojisi	23
Şekil 8. JEP-6A3 model sismometre. Frekans bandı 0,2-20 Hz ve düz duyarlık 1 V/G	34
Şekil 9. Nakamura Tekniği ile elde edilmiş Spektrumlar	36
Şekil 10. Spektral Oran	37

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1. Kastamonu il merkezine ait nüfus ve konut sayıları	2
Çizelge 2. Zemin Grupları	18
Çizelge 3. Yerel Zemin Sınıfı	18
Çizelge 4. Spektrum Karakteristik Periyotları	18
Çizelge 5. Ölçü Kayıt Bilgileri ve Parametreler	EK-1

1-Giriş

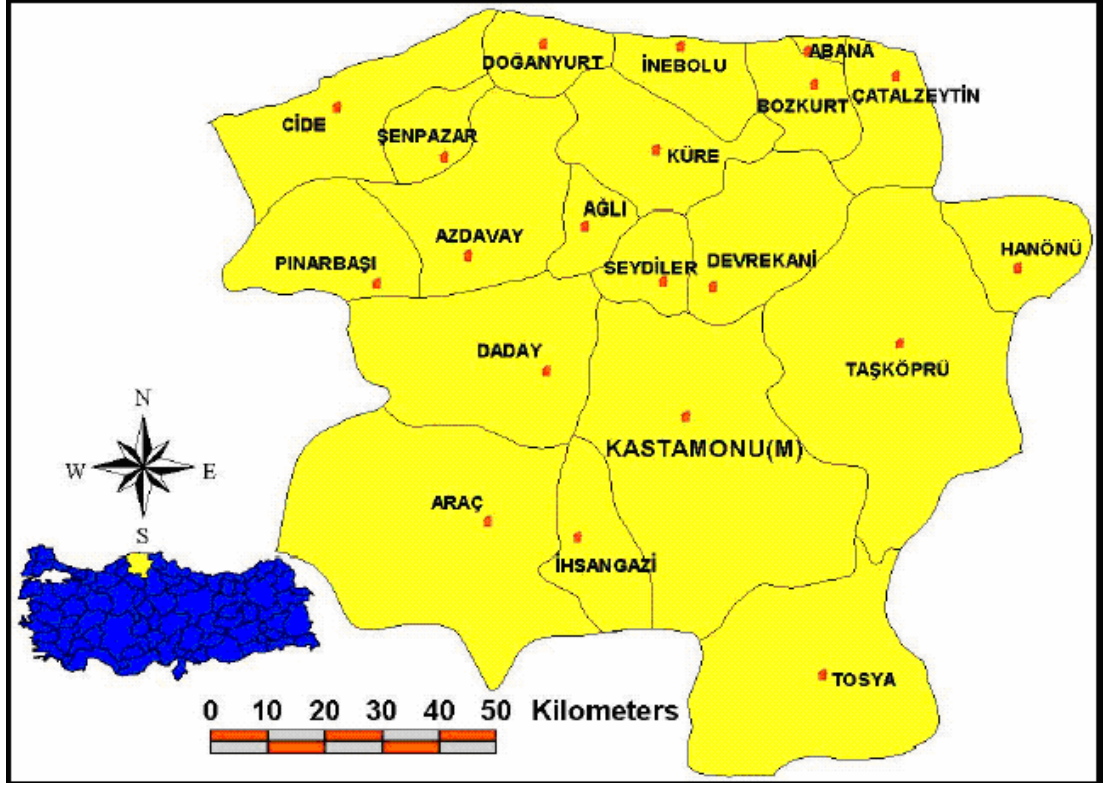
Bu tez çalışmasında olası bir deprem durumunda Kastamonu il merkezi yerleşim yerlerindeki yapıları etkileyecek yatay kuvvetlerin hakim periyodunu ve büyütme faktörünü ayrıca zemin hassasiyetini hesaplayarak, hasar görebilecek bölgelerin belirlenmesi ve zemin sınıflaması yaparak yer bilimlerine katkı sağlamak amaçlanmıştır.

Son yıllarda ülkemizde kullanılmaya başlanan Titreşimcik (Mikrotremor) Yöntemi ile veri işlem sırasında uygulanan Nakamura (H/V Spektral Oranı) Tekniği hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir. Çalışma alanı olan Kastamonu il merkezine, basit olarak Mikrobölgeleme yapılmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmayı yaparken Kastamonu il merkezinden alınan titreşimcik verileri bilgisayar ortamına aktarılıp Nakamura tekniği ile değerlendirildikten sonra üretilen verilerin jeolojik haritalara işlenmesi ile Kastamonu il merkezinin risk taşıyan yerleşim bölgeleri saptanmıştır.

1.1. İnceleme Alanı

Çalışma alanı Batı Karadeniz bölgesinde yer alan Kastamonu il sınırları ile belirlenmiştir. Coğrafik açıdan 32°44' ve 34°36' boylamları ile 40°49' ve 42°10' enlemleri arasında yer almaktadır. Yaklaşık olarak E30, E31, E32, F30, F31 ve F32 1/100000 ölçekli topografik paftalarını içeren inceleme alanının toplam yüzölçümü 1.482 km² dir. Şekil 1. de görüleceği gibi batıda Daday ve İhsangazi, doğuda Taşköprü, kuzeyde Seydiler ve Devrekani ve güneyde Tosya ilçeleri olan Kastamonu merkez ilçesinin 2 bucak ve 178 köyü vardır, 1997 yılı sayımına göre toplam nüfusu 95.715 dir. (Çizelge 1.)



Şekil 1. Kastamonu ilinin bulduru haritası (Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nden*)

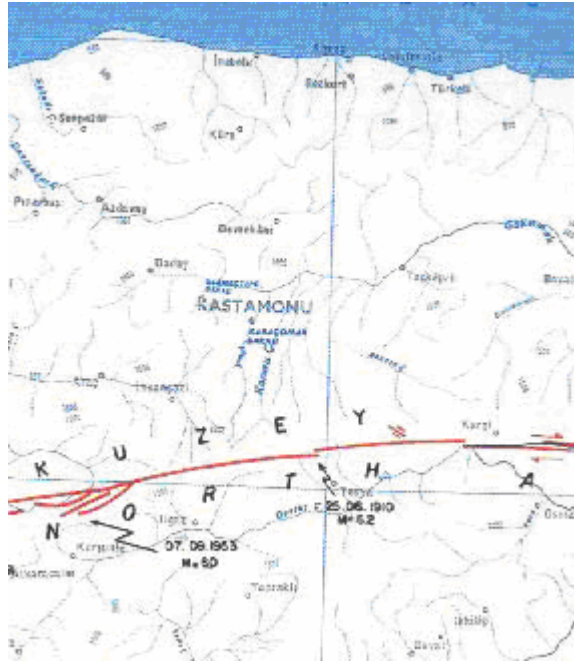
Mahalle Adı	Nüfusu	Konut Sayısı	Bina Sayısı	Mahalle Adı	Nüfusu	Konut Sayısı	Bina Sayısı
AKMESCİT	3.491	841	522	İNÖNÜ	10.907	2.628	533
AKTEKKE	5.306	1.279	755	İSFENDİYAR	1.569	378	353
ATABEYGAZİ	1.070	258	135	İSMAİLBEY	4.873	1.174	698
BEYÇELEBİ	2.523	608	208	KIRKÇEŞME	2.451	591	523
CANDAROĞULLARI	4.027	970	523	KUZEYKENT	6.313	1.521	659
CEBRAİL	3.029	730	463	M.AKİF ERSOY	5.633	1.357	689
ESENTEPE	2.941	709	447	SARAÇLAR	5.309	1.279	827
HEPKEBİRLER	1.819	438	505	TOPÇUOĞLU	1.503	362	446
HİSARARDI	1.528	368	386	YAVUZ SELİM	592	143	151
HONSALAR	2.111	509	507	TOPLAM	66.993	16.143	9.330

Çizelge 1. Kastamonu il merkezine ait nüfus ve konut sayıları

* Afet Bilgi Toplama ve Değerlendirme Grubu tarafından yapılan "Kastamonu ilinin Afet Tehlikesi ve Riskinin Saptanması" projesi için MTA Genel Müdürlüğü'nden kullanılmıştır.

Çalışma alanının önemli akarsu sistemi; yaklaşık doğu-batı doğrultusunda akan Devrakani, Gökırmak ve Araç çayları olup, bu nehirlerin kollarından oluşmaktadır. Topoğrafik açıdan oldukça engebeli olan Kastamonu ili, özellikle güney kesimlerinden geçmekte olan Türkiye' nin en önemli tektonik yapılarından birine sahip olan Kuzey Anadolu Fay zonunun (Şekil 2.) varlığı ile tektonik açıdan dolayısıyla afet olayı yönünden de önemlidir. Aynı zamanda yağışlı bir iklime sahip olması ve kayaç topluluklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yağışla birleşmesiyle kolayca kütle hareketlerine maruz kalması da afet olayının bu bölgede yoğun olmasına neden olmaktadır. Bitki örtüsü açısından inceleme alanı oldukça yoğun bir orman örtüsü kaplıdır.

Kastamonu ilinde geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktan sağlanmaktadır. Ulaşım ağı olarak karayolu sıkça kullanılmaktadır. İl merkezi ve ilçeleri birbirine bağlayan ana yollar ile kuzeyde Karadenizde İnebolu ilçesindeki liman ulaşım ağında kullanılmaktadır.



Şekil 2. Kuzey Anadolu Fay Zonu' nun Kastamonu ilinden geçen kısmı (www.mta.gov.tr den, MTA 2004,Kasım)

Kastamonu ilinde geçmişteki en büyük deprem 26.11.1943 tarihinde Tosya ilçesinin Ladik köyünde 7.2 büyüklüğünde olmuştur. 2824 kişi yaralanmış ve köydeki yapılarda ağır hasarlar meydana gelmiştir.

1.2. Amaç ve Kapsam

Bir bölge için deprem tasarım özellikleri tanımlanırken en önemli adımlardan biri o bölgedeki yeri oluşturan kayaçların tekrarlayan gerilmeler altındaki davranışlarının belirlenmesidir. Bölgesel yer katmanlarının özellikleri, arazi ve laboratuvar deneylerine dayanan geniş kapsamlı bir inceleme yardımıyla istenen duyarlılıkta saptanabilmektedir. Aynı şekilde, bölgede oluşabilecek bir depremin kaynak özelliklerini de önceden kestirmek için, kapsamlı bir çalışma gerekmektedir. Bu bağlamda bölgesel yer mühendislik özelliklere ve oluşabilecek deprem kaynak özelliklerine bağlı Jeofizik Küçük Bölgelendirme (Geophysical Microzoning) ve alansal olarak mühendislik uygulamalarına yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Depremlerde yapısal dokuncaya etki eden üç küme altında; deprem, bölgesel yer ve yapı özellikleri olarak toplanabilir. Dolayısıyla yapısal hasarın azaltılabilmesi için deprem sırasında ayrı davranış gösterecek bölgelerin belirlenmesi gerekir. Bölgesel jeofizik, jeolojik ve topografik koşullar deprem dalgalarının özelliklerini önemli ölçüde değiştirerek, aynı sarsıntıdan etkilenen birbirine yakın bölgelerde, aynı tür yapılarda ayrı derecelerde yıkıma yol açabilir. Deprem sırasında ortaya çıkan yapısal yıkımı belirleyen en önemli etkenler, depremin büyüklüğü, süresi ve frekans içeriğidir.

Bu çalışmanın amacı son yıllarda ülkemizde kullanılmaya başlanan Titreşimcik Yöntemi ile veri işlem sırasında uygulanan Nakamura (H/V Spektral Oranı) Tekniği hakkında ayrıntılı bilgi vererek Mühendislik Jeofiziğine katkı sağlamak, çalışma alanı olan Kastamonu il merkezi ve yakın civarının jeolojisini ve depremselliğini belirterek, bir deprem sırasında yerleşim alanlarının hasar riskini tespit etmek ve hazırlanacak haritalar ile birlikte riskli bölgeleri belirtmektir.

1.3. Önceki Çalışmalar

Ülkemizde mikrotremor yöntemi yeni yeni kullanılmaya başlandığından dolayı çok fazla kaynak ve doküman bulunmamaktadır. Söz konusu yöntemi kullanarak araştırma yapan kurum Afet İşleri Genel Müdürlüğü-Deprem Araştırma Dairesi ve birkaç yüksek öğrenim kurumudur.

Bu çalışmada ;

Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı'nın izni ile kullanılan mikrotremor kayıtları ve jeolojik bilgilerin bir kısmı için Afet Bilgi Toplama ve Değerlendirme Grubu tarafından 2001 yılında yapılan "Kastamonu İlinin Afet Tehlikesi ve Riskinin Saptanması" konulu projesinden, Afet İşleri Genel Müdürlüğü web sitesinden yararlanılmıştır. (www.deprem.gov.tr, 2004,Kasım) Ayrıca bazı haritalar MTA Genel Müdürlüğü web sitesinden değiştirilmiştir.(www.mta.gov.tr. ,2004 Kasım)

Titreşimcik konularında değişik araştırmalar yapan Ercan (2001), Kanai ve Tanaka (1961),Mirzaoğlu ve Dikmen (2003)'ın çalışmalarından yararlanılmıştır. Mirzaoğlu ve Dikmen (2003)'e göre yüzey tabakasının temel dinamik davranışları ve doğal titreşimcik arasındaki ilişki doğrulanmıştır. Bu küçük titreşimler deprem mühendisliği alanında kullanışlı ve iyi bilinmektedir. Titreşimcik ölçüm teknikleri analizleri dünyanın bir çok yerinde mikrobölgeleme için oldukça başarılı olmuştur. Bu tekniğin avantajlarının başında bir depremden kaynaklanan zemin hareketi etkilerinin değerlendirilmesinde çok hızlı ve kolay olması gelir. Bu çalışmanın sonucunda yer etkilerinde mikrotremor ölçümlerinin önemli bir rol oynadığı görülmüştür.

Nakamura (1989)'a göre 50 li yıllarında başında yüzey tabakasının dinamik davranışlarının belirlenmesinde titreşimcik yöntemi denenmeye başlanmıştır. Bu yöntemin kullanılmasından sonra titreşimciklerin kaynağı hakkında kesin olmayan düşünceler kritik olmuştur. Nakamura tekniği (H/V veya QTS teknik (Quasi Transfer Spektra)) tanıtılmasından sonra toplumların çoğu tarafından yüzey tabakası ve yapıların dinamik davranışlarının belirlenmesinde çok pahalı olmayan ve oldukça basit gürültü ölçümleri olan titreşimcik kullanımı için çok büyük bir talep olmuştur. Son yıllarda çok sayıda araştırmacı bu yöntemin çok açıklayıcı ve deneysel olarak incelenemeyeceğini iddia etmiştir. Fakat bu tekniği baz alarak yapılan çalışmaların

çoğu oldukça başarılı olmuştur. Bunlardan bazıları H/V oran pikinin temel Rayleigh dalgası piki ile açıklanabileceğini savunmuşlardır. Bu araştırmalar sonucundan, Rayleigh dalgası ile mikrotremorların açıklaması kullanıcılar ve yazar arasında tartışmaya neden olmuştur. Bu yayında QTS tekniğinin ana fikir ve ana hatları yeniden açıklanmaya çalışılmıştır. Yazarın açıklaması titreşimciklerdeki Rayleigh dalgası etkisi hakkında bilgi vermektir. QTS tekniğinde üretilen F esas frekans ve A büyütme faktörü parametrelerinin kullanımı risk tespitlerinin mümkün olduğunu göstermiştir. İyi bilinmesi gereken deprem hasarlarının yük, periyot ve sismik hareket durumuna bağlı olduğudur. Bu parametreler zemin ve yapıların sismik tepki davranışlarını içerir. Bu gerçek, deprem oluşmadan önce zemin ve yapıların hassasiyetinin incelenmesinde önemli bir konudur. Bu amaçla, hassasiyet olasılığı Nakamura tarafından K değerleri olarak adlandırılmıştır. K değerleri basit olarak zemin ve yapı gerilmelerinden elde edilir. Zemin (K_g) için K değerlerinin formülleri ve birkaç uygulama örneği bu yayında verilmiştir. Bu yeni değerler gerçektir ve hasar olmadan önce zemin ve yapı tiplerinin hassasiyetinin tespitinde bir şans verebilir.

Nakamura, ve Sato (2000), 'e göre deprem felaketi, deprem yükü ile zemin ve deprem yükü altındaki yapının hassasiyetine bağlı olarak meydana gelir. Burada titreşimcikleri yapı ve zemin hassasiyetini hesaplamamanın kolaylığı denenmiştir.

2- TİTREŞİMCİK YÖNTEMİ

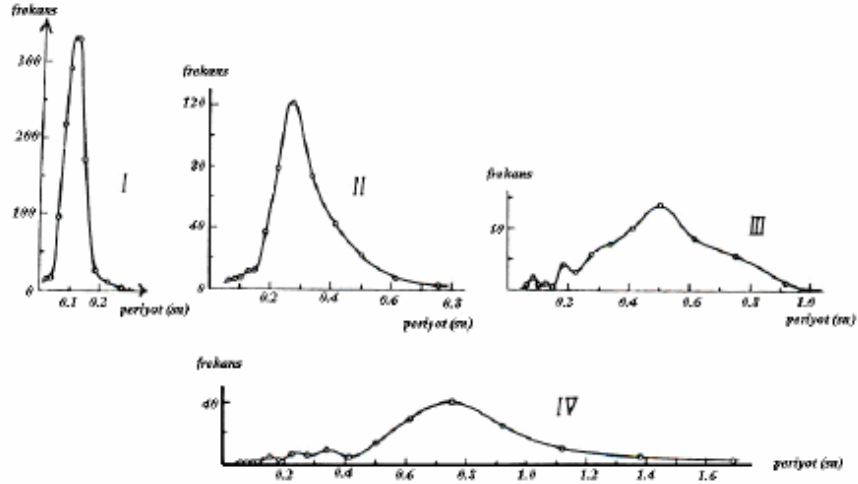
2.1. Giriş

Son yıllarda ülkemizde olası bir deprem anında meydana gelebilecek can ve mal kaybını önlemek ya da asgariye indirmek için yapılan çalışmalar daha önem kazanmıştır. Bu çalışmaların amacı yüzey tabakalarının dinamik özelliklerini tespit etmektir. Bu parametreler doğru belirlendiğinde üretilecek deprem senaryoları gerçeğe yakın olacaktır. Yüzey tabakalarının dinamik parametrelerinin belirlenmesinde sondaj ve mikrotremor dünyada bilinen ve en çok kullanılan yöntemler olmuşlardır. Mikrotremor yöntemi kısa zaman da yapılabilmesi, düşük maliyetli olması, uygulama kolaylığı ve hızlı çözümlenebilmesi açısından avantajlara sahiptir. Bu çalışmada Kastamonu İl Merkezinin zemin hakim periyodu ile zemin büyütmesi belirlenecektir. Bu bölümde Titreşimcik Yöntemi ve veri işlem aşamasında uygulanacak olan Nakamura (H/V Spektral Oranı) Tekniği hakkında detaylı bilgiler verilecektir.

2.2. Titreşimciklerin Tanımı

Doğal dönem ve Genlik ya da yapay etkenlerden oluşmuş, dönemi 0,005-2 saniye, genlikleri ise 0,01-1 mikron arasında değişen yer titreşimlerine **titreşimcik** denir. Kısacası 1 s'den daha küçük periyoda sahip salınımlar mikrotremor, 1 s'den daha büyük periyoda sahip salınımlar ise mikroseism olarak adlandırılmaktadır.

Bunlar trafik, endüstri makineleri, rüzgar gibi etkenler nedeni ile oluşmakta, gündüzleri gecedan daha etkin olup, dalga biçimleri düzensizdir. Sert yerlerde dönem ve genlikleri, yumuşak yerlere oranla daha küçüktür. Dolayısıyla baskın dönem süresi de o denli kısadır. Titreşimciklerin periyot spektrumları alınan zemin yapısına bağlı olarak benzer özellikler gösterebilmektedir. Dağlık bir alanda periyotlar keskin bir pik yaparak I- 0,1-0,2 sn arasında; sıkı-dilüvyal bir zeminde II-0,2-0,4 sn arasında; yumuşak ve alüvyonal bir ortamda III- 0,4-0,8 sn arasında ve düze yakın IV- 0,005-2 sn arasında gözlenmektedir. (Şekil 3)



Şekil 3 Çeşitli zeminler için örnek periyot dağılım eğrileri (Kanai ve Tanaka,(1961)' den değiştirilmiştir.)

Kanai ve Tanaka (1961), geliştirmiş oldukları bir yöntemle titreşimciklerle depremler arasında yakın bir ilişkinin olduğunu; depremler sırasındaki yerin baskın dönemlerinin, titreşimcik algılarından elde edilen yerin baskın dönemi ile yakın bir ilişki içerisinde olduğunu, özellikle yerin yalın ve tekdüze olması durumunda bu benzerliğin daha çok olduğunu belirtmişlerdir.

Güçlü depremlerde, odak bölgesinde esnek olmayan biçim değişikliğine uğradığı düşünülürse, yerin esnek titreşimleri için geçerli olabilecek baskın periyodu kavramının dış merkez bölgeleri için geçerli olamayacağı anlaşılır.

2.3. Titreşimcikleri Oluşturan Kaynaklar

Titreşimcikler, yerin yapıların çok küçük genlikli titreşimleridir. Titreşimcik genlikleri genellikle 1/1000-1/100 mm arasında değerler almaktadır. Titreşimcikler rüzgar, okyanus dalgaları, kızgın yer (jeotermal) etkileri, küçük yer sarsıntıları gibi doğal etkiler yanında kültürel etki olarak tanımlanan ve başta trafik olmak üzere insanların yaşam sürecinde neden oldukları devinimlerden kaynaklanmaktadır. Bu kaynaklar açıklanacak olursa;

- Uzun periyodlu (0.3-0.5 Hz' den daha küçük) titreşimciklerin kaynağının okyanus dalgaları

- Orta periyodlu (0.3-0.5 Hz ve 1 Hz arasında) titreşimciklerin kaynağının ise deniz dalgalarının kıyıdaki yayılımından kaynaklandığı
- Kısa periyodlu (1 Hz' den daha büyük) titreşimciklerin kaynağının ise yaşam sürecindeki insan hareketliliğinden kaynaklanmaktadır.

Kısa periyod ($T < 1$ s) ve uzun periyod ($T > 1$ s) olan gürültüler arasındaki genel ayrım yapay kaynaklı olan titreşimler ile doğal kaynaklı mikroseismler arasındaki farka karşılık gelmektedir.

2.4. Titreşimcikleri Oluşturan Dalgalar

Titreşimciklerin yüzey dalgaları mı yoksa cisim dalgaları mı olduğu konusunda çeşitli araştırmacılarca ayrı ayrı görüşler ileri sürülmektedir. Kanai ve Tanaka (1961), titreşimciklerin yer içinde S dalgalarının yinelenmeli yansımaları sonucunda ortaya çıktıklarını belirtirler. Araştırmacı Wilson 4-100 Hz frekans aralığındaki titreşimcikleri incelemiş ve üç bileşenli sismometre kullanarak yaptığı ölçümler sonucunda parçacık deviniminin Rayleigh dalga türüne oldukça benzer olduğunu, 9 Hz den yüksek olanların ise yüzey dalgalarından oluştuğunu belirtmiştir. Aki (1957), yapmış olduğu çalışmalarda titreşimciklerin verilen bir frekansta belirli bir hıza edinmiş yüzey dalgaları olduğunu belirlemiş ve yatay devinimleri Love dalgaları olarak nitelemiştir. Genel olarak rüzgar, okyanus dalgaları ve kültürel gürültü gibi yüzeysel kaynakların yüzey dalgaları ürettikleri, buna karşın derin kaynaklı ve küçük depremlerin neden olduğu titreşimlerin ise düşey yönlü cisim dalgaları olarak yayıldıkları benimsenir.

2.5. Titreşimcik Ölçümlerini Etkileyen Faktörler

Yer bilimci Bard titreşimcik ile ilgili incelediği pek çok yayın ve kendi yaptığı uygulamalar doğrultusunda önerilerde bulunmuştur. Buna göre;

- İvme ölçer yerine hız ölçer tercih edilmelidir. Çünkü ivme ölçerlerin tüm bileşenleri için geniş frekans bandında gürültü çözümlemesinde, yeterli çözünürlük gücüne sahip değildir.

- 1 s 'den daha uzun periyodlu titreşimlerin analizi yapılacaksa 5s veya 10s' lik hız ölçer tercih edilmelidir.
- Mekanik ve elektronik gürültüye neden olabilecek uzun, dış donanımlardan kaçınılmalıdır.
- Trafiğin yoğun olduğu ve ağır araçların geçtiği yollar civarında kayıt almaktan kaçınılmalıdır.
- Ölçümler sırasında hava koşulları önemlidir. Yağmurlu ve rüzgarlı günlerde ölçüm alınmamalıdır. Rüzgar düşük frekanslarda büyük sapmalara neden olmaktadır.

Gece ölçümlerinin gündüz yapılan ölçümlere göre daha iyi sonuçlar verdiği dair açık göstergeler yoktur. Tam tersine kentsel alanlardaki bazı çalışmalarda gündüz ve gece için hesaplanan Y/D oranlarının tamamen benzer olduğu, gündüz saatlerinde alınan kayıtlar da oldukça küçük standart sapmaya sahip oldukları sonucuna varılmıştır.

Nakamura (1989), uzun süreli mikrotremor ölçümleri yapmış ve kayıtların hız genliklerini incelemiştir. Gece 02:00-03:00 dolaylarında genliklerin en düşük , öğle saatlerinde ise en yüksek değere ulaşarak 4-6 katına çıktığını gözlemlemiştir.

2.6.Titreşimcik Ölçüm Yöntemleri

Arazi uygulamalarında; tek istasyon, iki istasyon yada ikiden fazla istasyon ile ölçüm yapılmaktadır. Tek istasyon kullanarak zamandan bağımsız ve farklı noktalarda, üç bileşen için titreşim kaydı alınmaktadır. İki istasyon kullanarak yapılan çalışmalarda biri gezici diğeri ise daha önceden belirlenen sabit bir istasyon kullanılarak eş zamanlı ölçümler alınmaktadır. Bu ölçümlerde belirli grid noktaları kullanmak zorunluluğu yoktur.

Tek istasyon kullanılarak yapılan çalışmaların avantajı zamandan bağımsız olarak ölçü alınabilmesi ve buna bağlı olarak da kaynak özelliklerindeki değişimlerden elde edilen sonuçlar üzerindeki etkisinin azaltılabilesidir. Bu yöntem ile alınan ölçümlerin değerlendirilmesi sonucunda zeminin baskın periyodu tam anlamıyla yansıtılırken; sağlam bir yapıya oran söz konusu olmadığından büyütme değerleri yaklaşık olarak elde edilebilecektir.

İki ya da daha fazla istasyon kullanılarak yapılan çalışmalarda, referans istasyonu ve gezici istasyon/istasyonlar ile eş zamanlı olarak kayıt alma işleminde sabit ve gezici istasyon/istasyonların aynı kaynak ve dalga yayılım yolu etkisinde olmaları gerekmektedir.

İkiden daha fazla istasyon kullanıldığında ise genellikle; referans noktası olabilecek sert-kaya ortamından başlayan, daha gevşek zeminlere doğru ilerleyen belirli bir doğrultu üzerindeki eş zamanlı ölçüm alınmaktadır (Çetinol, 2003).

2.7. Titreşimciklerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler

Titreşimcik kayıtlarının çözümlenmesinde ağırlıklı olarak spektral çözümlene yöntemleri kullanılmaktadır. Bilindiği üzere spektral çözümlene sonucunda yer içinde ilerleyen bir dalganın çözümlene yapılarak bileşenleri üzerinde bilgi almak olanaklıdır. Buna bağlı olarak gelen dalganın yer içinde geçtiği ortamların etkisi belirlenebilmekte ve zemin koşulları hakkında bilgi edinilebilmektedir.

Titreşimcik verilerinin çözümlenmesinde yaygın olarak üç spektral yöntem kullanılmaktadır. Bunlar;

1. Fourier genliklerinin ya da güç spektrumlarının yorumlanması
2. Referans noktasına göre spektral oran yöntemi
3. Yatay bileşenin düşey bileşene spektral oranı (Nakamura Yöntemi)

Bu üç yöntemde yer etkisinin yarı sonsuz ortam üzerindeki tek tabakalı bir gevşek zemin tabakasından kaynaklandığı varsayılmaktadır. Yapılan işlemlerde tüm 2 ve 3 boyutlu yer etkileri ihmal edilmektedir (Çetinol, 2003) .

2.7.1. Fourier Genliklerinin Yada Güç Spektrumlarının Yorumlanması

Fourier dönüşümü sonucu elde edilen genlik spektrumları, çözümlene yapılarak dalganın bileşenlerinin frekans içeriğini ve dalganın hangi bileşenin genliğinin büyük olduğunu gösterir. En büyük genliği veren frekans incelenen dalganın baskın frekansı olarak belirlenir. Güç spektrumu alındığı ise, güç spektrumu genlik spektrumunun karesi olduğundan 1'den büyük genlikleri büyütürken, 1'den küçük genlikleri

küçültmüş olacaktır. Böylece büyük genlikler daha belirginleşmiş olacaktır. En büyük genlik yine baskın frekansı temsil edecektir (Çetinel, 2003).

2.7.2. Referans Noktasına Göre Spektral Oran Yöntemi

Referans noktasına göre spektral oran yönteminin alışılmış uygulamalarında eş zamanlı alınan kayıtlar kullanılmaktadır. Kayıtlar arazide en az iki istasyon kullanılarak alınmaktadır. İstasyonların bir tanesi referans noktası olabilecek ana kaya üzerinde sürekli kayıt alırken, diğeri/diğerleri daha gevşek zeminlerde kayıt almaktadır. Yöntemin uygulanmasında; referans istasyonundaki ve gezici sinyallerin genlik spektrumları alınarak, gezici istasyona ait genlik spektrumunun referans istasyonuna ait genlik spektrumuna oranı kullanılarak baskın periyod ve büyütme hesaplanır (Çetinel, 2003).

2.7.3. Nakamura Yöntemi

Yapılan bir çok araştırma, tek bir yerdeki titreşimciklerin yatay spektrumlarının düşey spektrumlarına oranlanmasıyla bölgesel yer etkilerinin (site effects (S_E)) hesaplanabildiğini göstermiştir (Mirzaoğlu ve Dikmen, 2003). Bu fikir Nakamura(1989) tarafından açıklanmıştır. Nakamura'nın yöntemi ile üç bileşen titreşim kayıtları kullanılarak zeminin karakteristikleri belirlenebilmektedir.

Yüzey jeolojisinden kaynaklanan yer etkileri genellikle yüzeydeki yumuşak zemindeki (H_S) deprem kayıtlarının yatay bileşeni ile temel kayanın (H_B) yüzeydeki yatay bileşeni arasındaki spektral oran (S_R) olarak kabul edilir.

$$S_R = \frac{H_S}{H_B}$$

Bu teknik 1989' da Nakamura tarafından denenmiş ve Japonyada uzun zamandır kullanılmaktadır. Ülkemizde de yeni kullanılmaya başlanan bir tekniktir.

Bu teknik aşağıdaki varsayımlara dayanmaktadır:

- Titreşimcikler, bir çok dalgadan özellikle temel kaya çevresinde yüzeylenen yumuşak zeminden yayılan Rayleigh dalgasından oluşur.

- Rayleigh dalgası etkisi (E_{RW}) gürültüdür ve tabaka tabanından (V_B) değil de yüzeydeki (V_S) düşey spektrumdan kaynaklanır.

$$E_{RW} = \frac{V_S}{V_B}$$

- Mikrotremor hareketinin düşey bileşeni yumuşak zemin tarafından büyütülmez.
- Mikrotremor hareketi üzerindeki Rayleigh dalgası etkisi düşey ve yatay bileşene eşittir. Geniş bir frekans aralığında (0,2-20 Hz) temel kayada yatay ve düşey bileşen bir farklılık göstermez.

$$\frac{H_B}{V_B} = 1$$

- Yatay ve düşey bileşen arasında spektral oran arka planda yumuşak zeminden kaynaklanan Rayleigh dalgası etkisi gürültü olarak kaydedildiğinde bu etkiyi elemek gerekmektedir.

$$S_E = \frac{S_R}{E_{RW}} = \frac{H_S}{V_S}$$

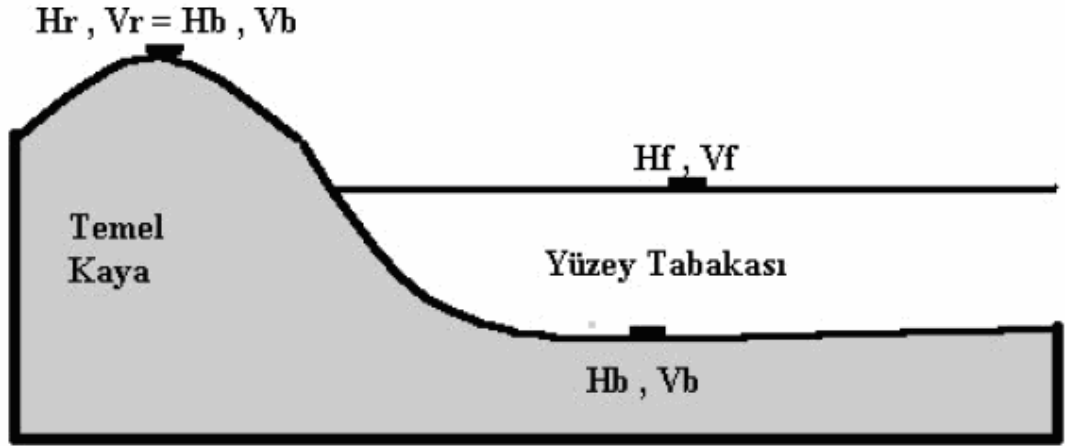
Nakamura modeli daha ayrıntılı olarak aşağıda açıklanmıştır. (Şekil 4)

Burada yer hareketinin izahı ve farklı yerlerdeki spektrumları tanımlanmıştır. Titreşimcikler Rayleigh ve diğer dalgaları kapsadığından iki bölüme ayrılmıştır. Sedimanter basenin (H_f, V_f) yüzey tabakasındaki yatay ve düşey spektrumları şöyle yazılabilir.

$$H_f = A_h * H_b + H_s \quad , \quad V_f = A_v * V_b + V_s$$

$$T_h = \frac{H_f}{H_b} \quad , \quad T_v = \frac{V_f}{V_b}$$

Burada A_h ve A_v doğrudan yüzey dalgalarına bağlı yatay ve düşey hareketlerin büyütme faktörüdür.



Şekil 4 : Tipik bir sedimanter basen yapısı (Nakamura 2000' den değiştirilmiştir.)

H_b ve V_b temel kayanın düşey ve yatay spektrumlarıdır.

H_s ve V_s Rayleigh dalgalarının düşey ve yatay doğrultudaki spektrumlarıdır.

T_h ve T_v basen kenarındaki kaya tabanının gizlediği sismik hareket üzerindeki yüzey sedimanter tabakanın düşey ve yatay büyütme faktörüdür. Genelde P dalga hızı S dalga hızından 3-4 kat fazladır. Böyle sedimanter ortamlarda yatay bileşenlerin maksimum büyütme verdikleri frekans çevresinde düşey bileşende bir büyütme olmaz ($A_v = 1$). Eğer Rayleigh dalgasının etkisi yoksa $V_f \neq V_b$ olur. Diğer taraftan V_f , V_b den daha büyükse, yüzey dalgalarının etkisi olarak düşünülebilir. Rayleigh dalgası etkisi V_f/V_b ($= T_v$) olarak tahmin edilir ve yatay büyütme aşağıdaki gibi yazılır:

$$T_h = \frac{T_h}{T_v} = \frac{\frac{H_f}{V_f}}{\frac{H_b}{V_b}} = \frac{QTS}{\frac{H_b}{V_b}} = \frac{\left[\frac{A_h + \frac{H_s}{V_b}}{\left[A_v + \frac{V_s}{V_b} \right]} \right]}{QTS} = \frac{H_f}{V_f} = \frac{A_h * H_b + H_s}{A_v * V_b + V_s} = \frac{H_b}{V_b} \cdot \frac{\left[\frac{A_h + \frac{H_s}{V_b}}{\left[A_v + \frac{V_s}{V_b} \right]} \right]}{\left[A_v + \frac{V_s}{V_b} \right]}$$

Bu denklemde $H_b / V_b \cong 1$ dir. H_s / H_b ve V_s / V_b Rayleigh dalgası enerjisi oranıyla ilgilidir. Burada Rayleigh dalgası etkisi yoksa $QTS = A_h / A_v$ olur. (Nakamura, 2000)

3-YAPI-ZEMİN-TİTREŞİMCİK

3.1. Giriş

Sarsıntı bölgelendirme çalışmalarının ana amacı, bölgelerin deprem duyarlılıklarına göre sınıflandırılması ve alan kullanım haritaları çıkararak deprem hasarlarını en aza indirmektir. Bu amaçla yer araştırmaları yapılır. Ancak, bu ölçümler daha sonra olabilecek bir depremin hangi alanı ne düzeyde etkileyeceğini belirtir, fakat bu bilgilerin tümüyle örtüşmesi beklenemez. Sarsıntı sırasında esnek bir yapının davranışını denetleyen temel davranış özelliği, baskın yanal titreşim dönemi ivme, yer büyütmesi, kesme dalga hızı, su içeriğidir. Eğer yapı deprem sırasında sarsıntılara karşı esnek kalabiliyorsa, daha düşük sarsıntılar önemli olmayacaktır. Sert yerler kısa periyotlu (az katlı) yapılarda, yumuşak yerler ise uzun periyotlu (çok katlı) yapılarda daha çok yatay itki oluşmasına neden olmaktadır (Ercan, 2001). Eğer yapının yatay sarsıntı dayanımı, yapı ağırlından büyük ise, sarsıntı geldiğinde yapı esnek kalabilir. Ancak büyük itkiler altında esnek kalacak bir yapı tasarımı hedeflemek olası değildir. Üstelik yapının yaşamı süresince böylesi büyük bir deprem olma olasılığı pek de çok değildir. Bu durumda yapıların büyük depremler sırasında esnek kalması çok da gerekli olmayabilir.

Aynı büyüklükte bir deprem, aynı uzaklıktaki iki ayrı özellikteki yerde, aynı yer ivmesi gösterir. Bunu, deprem dalgasının frekansı, yerin salınım frekansı, su içeriği, gevşek yapı kalınlığı, sarsıntı geliş yönü ve yerin esnekliği etkiler. Yapıların deprem güçlerine karşı tasarımında üzerinde buldukları yer katmanlarının baskın periyodu büyütmesi, sıvılaşma çekincesi gibi dinamik özelliklerinin göz önünde bulundurulması gereklidir.

Sarsıntılar, yerde düzensiz yinelemeli kayma gerilmeleri oluşturur. Ardışık gerilmeler altında yerin davranışını etkileyen etmenler, biçim değiştirme genliği, etkin çevre basıncı, kırılma hızı, kırık yüzeyi pürüzlülüğü, sarsım süresi, sarsımla gerilim düşümü, suya doygunluk, boşluk oranı, ince tanelerin yoğruluğu, aşırı sıkışma oranı, sarsıntının oranı ve sarsıntının egemen frekansıdır. Ardışık sarsıntılar altında gevşek, taneli ve sulu topraklarla yerin kayma dayanımının sıfırlanması, yerin

akışkan duruma geçirerek sıvılaştırma oluşur; bunun sonucu yapı yan yatar, döner ya da olduğu gibi devrilir.

3.2. Yapı Salınım Periyodu

Eurocode ye göre bir yapının ortalama salınım periyodu

$$T_{\text{yapı}} = d^{0.5}/5 \text{ (saniye)}$$

dir. Eğer yapının salınım dönemi ile üzerine oturduğu yerin salınımı uyum içinde olursa, buna yarı yankılaşım (rezonans) denir. Bu durumda yapı deprem sırasında en çok dokuncayı görür. Yapının bir alanda tasarlanması sırasında, inşaat mühendislerinin yapı-deprem etkileşimi ve depreme dayanıklı yapı yapımı için kullandığı önemli değişkenlerde yerin baskın salınım periyodu (T_0 , T_B), spektral periyot (T_A ; T_B), yerin sarsıntı büyütmesi (K_g) ve salınma özelliği yüksek gevşek katman kalınlığıdır.

3.3. Yerin Sarsıntı Büyütme Özelliği

Bu özellik x, y, z doğrultusunda sarsıntı genliğini hız (titreşimcik) ya da ivme (sarsıntı) ölçümleri ile bularak belirlenir. Z- yönünde yerin sarsıntıyı büyütmediği varsayımı ile, (x, y) yatay bileşenlerinden en büyük genliklisi, Z bileşeni genliğine bölünür.

$$b(f_1) = \frac{A_{x,y}(f_1)}{A_z(f_1)}$$

bu değer, düşey eksene göre yatay yönde yerin sarsıntıyı büyütme değerini göreceli olarak verir.

3.4. Yer İvmesi

Aynı gözlem yerinde benzer büyüklükteki ayrı depremlerde alınmış algılardan bulunmuş en büyük ivme değerleri karşılaştırıldığında da ayrılıklar ortaya çıkabilmektedir. Gözlenmiş en büyük ivme değerleri, dışmerkez uzaklığına göre tekdüze bir azalma göstermeyebilir. Bu gözlemler, yerel yer koşulları ölçüsünde

deprem özelliklerinin ve deprem özellikleriyle yerel yer özelliklerinin karşılıklı etkileşiminin önemini gösterir.Yapı mühendisliği uygulamalarında deprem kuvvetlerini tanımlamak için en çok kullanılan yaklaşım, ivme algılarından esnek mutlak ivme ve bağıl hız tepki spektrumlarının hesaplanmasıdır. Bu spektrumlardan yararlanarak yer baskın periyodu ve yer büyütmesi bulunabilir. Deprem algısının tüm bileşenlerine özgü mutlak ivme spektrumları, o algıya özgü ivme değerine oranlanarak boyutsuz ivme oranları belirlenebilir. Bunun dışında depremlerde aynı noktada bulunan ivme algılarından bulunan spektral ivme değişimlerinde de ayrılıklar olabilir. Yer büyütmesi açısından ivme oranı spektrumları incelendiğinde, ayrı depremlerde değişik doğrultularda algılanan ivme algıları için önemli farklılıklarda gözlenebilir. Dolayısıyla, inşaat mühendisliği uygulamalarında, yapıların depreme dayanıklı tasarımında yerel yer koşullarının gerçekçi bir biçimde belirlenmesinin yanı sıra, oluşacak bir depremin özellikleri konusunda da kapsamlı bir çalışma yapılması gereği ortaya çıkar. Bunun yanı sıra deprem tasarım değişkenlerinin bunlara uygun olarak seçilmesinin, Jeofizik Küçük Bölgelendirme (mikrobölgeleme (microzonation)) yönteminin uygulanmasının, ileride olabilecek bir depremde yapısal dokuncaları en aza indirmek için gerekli olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Yalnızca deprem özelliklerinin incelenmesi yapısal dokuncada gözlenen yerel ayrılıkları açıklamakta yeterli olmadığından, katman kalınları ve yer katmanlarının dinamik özelliklerine bağlı olarak ayrılık gösteren yerel yer özellikleri dokunca dağılımında gözlenen ayrılıkların nedenlerinden biri olarak ortaya çıkıyor.

3.5. Zemin Sınıflaması

1997 Deprem Yönetmeliği' ne göre yerel zemin koşullarının belirlenmesi için esas alınacak zemin grupları Çizelge 2'de, yerel zemin sınıfları ise Çizelge 3' de ve spektrum karakteristik periyotları Çizelge 4' de verilmiştir.

Zemin Grubu	Zemin Grubu Tanımı	Stand. Penetr. (N/30)	Relatif Sıkılık (%)	Serbest Basınç Direnci (kPa)	Kayma Dalgası Hızı (m/s)
(A)	1.Masif volkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar.... 2.Çok sıkı kum, çakıl.... 3.Sert kil ve siltli kil....	---- >50 <32	---- 85-100 ----	>1000 ---- >400	>1000 >700 >700
(B)	1.Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar.... 2.Sıkı kum, çakıl.... 3.Çok katı kil ve siltli kil....	---- 30-50 16-32	---- 65-85 ----	500-1000 ---- 200-400	700-1000 400-700 300-700
(C)	1.Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar.... 2.Orta sıkı kum, çakıl.... 3.Katı kil ve siltli kil....	---- 10-30 8-16	---- 35-65 ----	<500 ---- 100-200	400-700 200-400 200-300
(D)	1.Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları.... 2.Gevşek kum.... 3.Yumuşak kil, siltli kil....	---- <10 <82	---- <35 ----	---- ---- <100	<200 <200 <200

Çizelge 2. Zemin Grupları (1997 Deprem Yönetmeliği'nden)

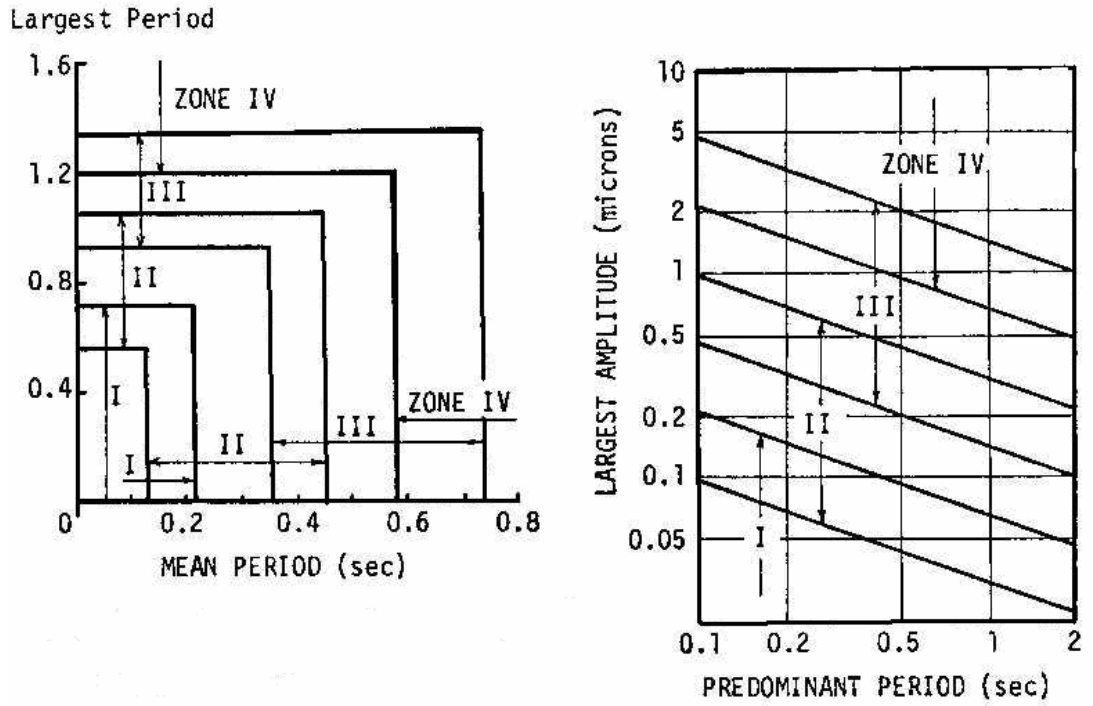
Yerel Zemin Sınıfı	Tablo 1' e Göre Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı (h_1)
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler
Z2	$h_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler
Z3	$15 \text{ m} < h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler
Z4	$h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler

Çizelge 3. Yerel Zemin Sınıfı (1997 Deprem Yönetmeliği'nden)

Tablo 2'ye göre Yerel Zemin Sınıfı	T_A (saniye)	T_B (saniye)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

Çizelge 4. Spektrum Karakteristik Periyotları (T_A , T_B) (1997 Deprem Yönetmeliği'nden)

Japonya' da kullanılan Kanai tarafından önerilen zemin periyotları ve büyütmelerine göre zemin sınıflamaları Şekil 5 de gösterilmektedir.

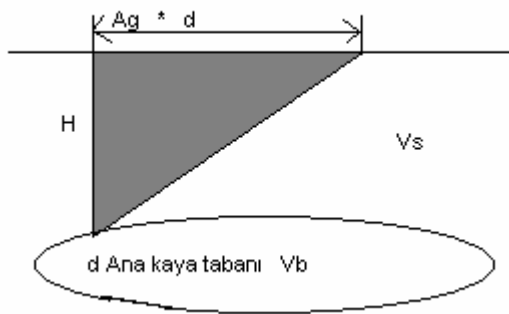


Şekil 5 Dört Zemin sınıfı için, En Büyük periyod - Ortalama periyod ve En büyük Genlik-Hakim Periyod Grafikleri (Kanai ve Tanaka,(1961)'den)

3.6. Hasar Olasılığı İndeksi, Zemin "K" Değerleri

Nakamura (1996) tarafından zemin ve yapıların olası bir deprem anında hasarını tam olarak hesaplamak için K Değeri önerilmiştir.

K_g hesaplaması için kesme gerilmesi düşünülmüştür. Şekilde 6' da kesme deformasyonu basitçe görülmektedir.



Şekil 6 Zemin Deformasyonu (Nakamura 2000)

Kesme Deformasyonu γ ;

$$\gamma = A_g \frac{d}{h}$$

A_g : Yüzey tabakasının büyütme faktörüdür.

h : Yüzey tabakasının kalınlığıdır.

d : Sismik yerdeğiştirme.

Anakaya ve yüzey tabakasının S dalga hızları (C_b ve C_f) yukarıdaki formülde yerine konulunca yüzey tabakasının frekansı F aşağıdaki gibi gösterilir:

$$F_g = \frac{V_b}{4.A_g.h}$$

Anakayadaki ivme değeri α yazılacak olursa:

$$\begin{aligned} \gamma &= ((A_g \cdot \alpha_b) / (2\pi F_g)^2) \cdot (4.A_g (F_g/C_b)) \\ &= (A_g^2 / F_g) (\alpha_b / \pi^2 C_b) \\ &= c.K_g \cdot \alpha \end{aligned}$$

$\alpha_b = (2\pi F_g)^2 \cdot d$ ve kesme gerilmesinin γ olduğu varsayıldığında

$$c = \frac{1}{\pi^2 \cdot V_b} \quad \text{ve} \quad K_g = \frac{A_g^2}{F_g} \text{ dir.}$$

c 'nin, birçok yerde yaklaşık olarak sabit olduğu varsayılır. Efektif kesme gerilmesi denklemde ($\gamma = A_g d / h$) e % olarak tanımlanır. Ve $e = \%60$ ve $C_b = 600$ m/sn kabul edildiğinde K_g ve α_b çarpımı neredeyse birbirine eşit olmaktadır.

K_g , zeminin dayanıksız bölgelerinin belirlenmesinde kullanışlı olmakta, hasar olasılığı hesaplamada doğru olduğu düşünülen ve zemini uygun olarak temsil eden bir değerdir.

Zemin durumunda (Nakamura ve Sato,2000);

Basen sismik hareketinin maksimum ivmesi a , hassasiyet olasılığı K_g , kesme gerilmesi γ , F esas frekans ve A büyütme faktörü olmak üzere; e maksimum ivmenin bir göstergesi olarak bilinir. Eğer $e = \%60$ ve basen yüzeyinin S dalga hızı $V_b = 600$ m/s olursa, $e / (\pi^2 V_b)$ aşağıdaki denklemin sağ tarafında yaklaşık 1.0 olacaktır.

$$\begin{aligned} \gamma &= e.K_g / (\pi^2 V_b) \cdot a \\ &= K_g \cdot a \end{aligned}$$

burada $K_g = \frac{A^2}{F}$ dir.

Bina durumunda;

K_b hassasiyet indeksi bina durumunda j. kat için F esas frekans, A_j j. katın büyütme faktörü, h_j j.katın yüksekliği ayrıca en üst katın büyütme faktörü A ve yüksekliği H olmak üzere aşağıdaki denklemde ${}_jK_b$, j.katın K_b si ve ${}_{av}K_b$, ortalama olarak K_b , aşağıdaki gibidir.

$${}_jK_b = (A_j - A_{j-1}) / (2\pi F)^2 / h_j$$

veya

$${}_{av}K_b = \frac{A}{(2\pi.F)^2.H}$$

3.7. QTS İle Taban Kaya Derinliği İlişkisi

QTS ve S dalga hızının tekrarlı yansımalarının neden olduğu QTS Piki bu bölümde açıklanacaktır.

QTS ile ilgili F_0 frekansı;

$$F_0 = \frac{C_s}{4.h} \text{ dir.}$$

Empedans oranı ile ilişkili olan bu frekans için büyütme faktörü A_0 şöyledir:

$$A_0 = \frac{C_b}{C_s}$$

Ana kaya derinliği h ;

$$h = \frac{C_b}{4.A_0.F_0}$$

dır.

C_b , basenin S dalga hızıdır.(Nakamura,2000)

4. KASTAMONU İL MERKEZİNİN JEOLJİK YAPISI

4.1- Giriş

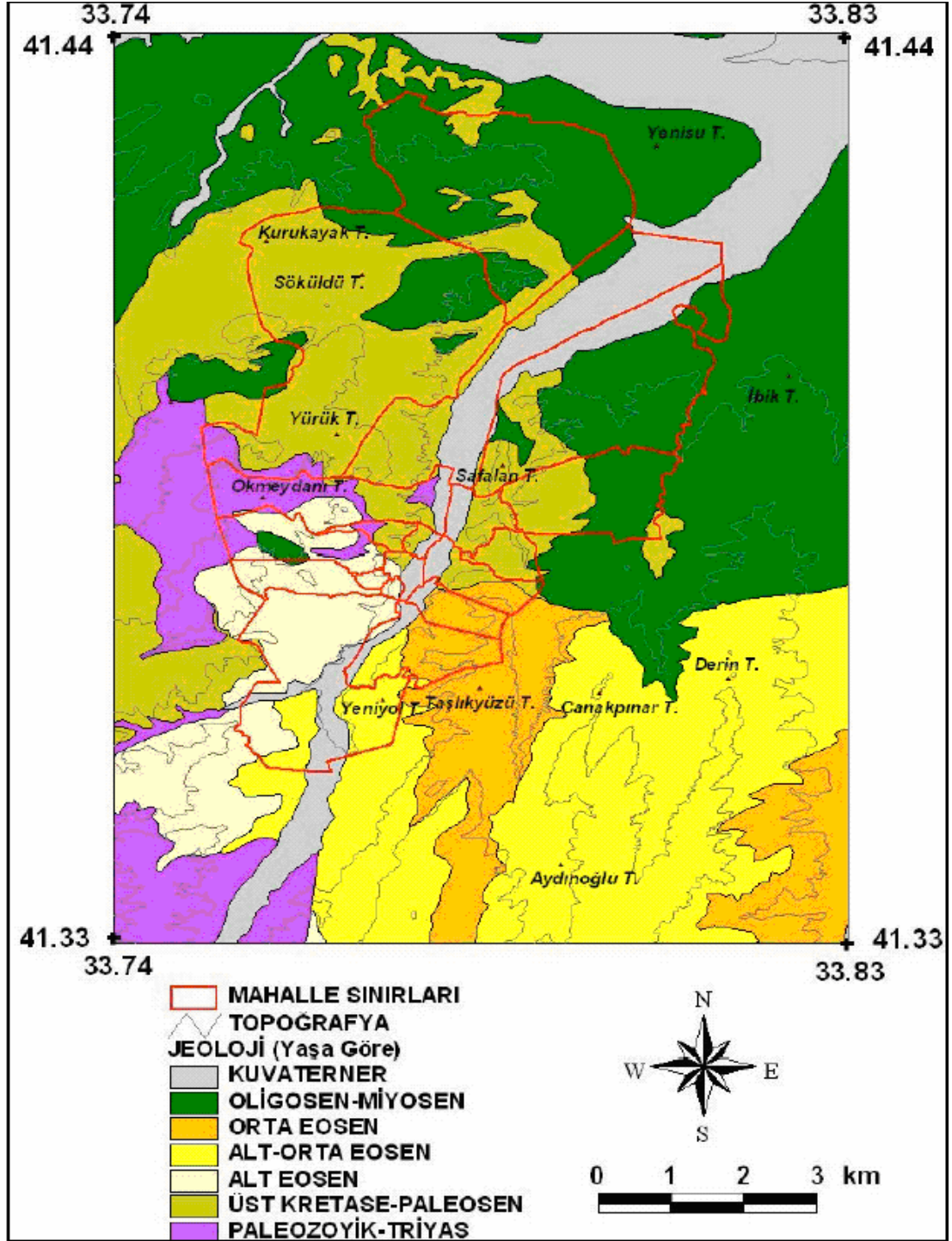
Çalışma alanı Ketin (1977)' e göre Türkiye' nin tektonik birlikleri arasında Pontidlerin Orta ve Batı kesimlerinde yer almaktadır. Türkiye' nin tektonik evriminin ve oluşumunun ortaya çıkartılmasında Paleotetis, Neotetis, Avrasya ve Pontidlerin ilişkilerinin belirlenmesi büyük önem kazanmaktadır. Paleotetis ve Neotetis' in evrimi sırasında Pontidlerde meydana gelen hareketler şiddetli bir dalma batma olayı (Paleotetis ve Neotetis' in kapanması) ve bunu izleyen bir çarpışma tektoniği (Pontidlerle Anatolidlerin çarpışması) olarak özetlenebilir.

Tez kapsamı içerisinde saha ve yorum aşamalarında MTA Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan 1/25:00 ölçekli sayısal jeoloji haritaları kullanılmıştır. Ayrıca jeoloji bilgileri için Afet İşleri Genel Müdürlüğü Afet Bilgi Toplama ve Değerlendirme Grubunun hazırlamış olduğu “Kastamonu İlinin Afet Tehlikesi ve Riskinin Saptanması” konulu projesinden ve Kastamonu Valiliği web sayfasından yararlanılmıştır ve değiştirilmiştir.

4.1.1. Litostratigrafik Birimler

Bu bölümde Kastamonu il merkezi ve yakın çevresinin jeolojik özellikleri anlatılmıştır. Kastamonu ili merkezinin jeolojisinin incelenmesinde MTA Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan 1:25.000 ölçekli jeoloji haritaları dikkate alınmıştır. Kastamonu il merkezinin litolojisi farklı birimlerden oluşan oldukça karmaşık bir ilişki göstermektedir. İl merkezi ve yakın çevresinde Paleozoyik yaşlı kayalardan güncel çökellere kadar 9 ayrı litolojik birim gözlenmiştir. Ayrıca inceleme alanında tektonik etkiler sonucu oluşan kırıklı ve kıvrımlı yapılarda saptanmıştır. (Şekil 7)

Kastamonu il merkezi ve yakın çevresinin Litostratigrafik birimleri yaşlıdan gence doğru şu şekilde sıralanır:



Şekil 7. Kastamonu il merkezi ve yakın çevresinin jeolojisi*(A.F.G.M' den)

*MTA Genel Müdürlüğünden alınan jeoloji haritası Afet Bilgi Toplama ve Değerlendirme Grubu tarafından "Kastamonu İlinin Afet Tehlikesi ve Riskinin Saptanması" Projesinde kullanılmıştır.

4.1.1.1. Paleozoyik-Triyas

Çalışma alanında Paleozoyik-Triyas yaşlı birimler Metabazik kayalar ve Metamelanj olarak tanımlanan karmaşık şekilde gözlenmektedir. Kastamonu-Boyabat çöküntüsünün büyük bir kısmını da oluşturan metamorfik kayalar gibi metamelanj birimi de bölgenin en eski birimi olup daha çok şehir merkezinin güneyinde bulunmaktadır. Tipik mostraları Karaçomak barajı ve çevresinde yüzeylemiştir. Metabazik olarak tanımlanan birimde biyotit-muskovit gibi fillosilikat minerallerine rastlanmaktadır. Birim geneli itibariyle yeşilimsi gri bir renk sunmakta olup yoğun bir şekilde kıvrımlanmıştır. Yüzeyle bozunma izleri gözlenmiş süreksizlikler arasında kalsit bantları bulunmaktadır.

Kastamonu il merkezinde Paleozoyik-Triyas dönemine ait gözlenen ikinci birim metamelanj olarak tanımlanmıştır. Karmaşık alacalı bir renk sunan metamelanjın tipik mostraları Akmesit Mahallesi ve İsmailbey Mahallesi batısında Okmeydanı ve Büyükdüzü tepe civarında gözlenmiştir.

4.1.1.2. Üst Kretase-Paleosen

Kastamonu il merkezinin kuzeybatısında Candaroğulları Mahallesi ve civarlarında geniş yayılımlar gösteren birim kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Kurukayak, Söküldü, Yürük ve Safalan Tepe çevresinde yüzeylenen birim aynı zamanda şehir merkezinin doğu kesiminde Otogar ve Valiliğin bulunduğu Akteke ve Kırkçeşme mahallelerinde de gözlenmektedir. Kireçtaşları gri-bej bozunma rengine sahip, orta kalınlıkta tabakalanma olup yer yer kıvrımlanmalar göstermektedir. Kireçtaşları üzerinde yer yer kalınlığı 50 cm ye varan altere zon gözlenmektedir.

4.1.1.3. Alt Eosen

Kastamonu il merkezinde Saraçlar,Hisarardı ve İsmailbey mahallesi dolaylarında tipik mostralara rastlanan birim kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşından meydana gelmektedir.

Kumtaşı birimlerine Kastamonu Kalesi ve dolaylarında tabakalı mostralara halinde rastlanılmaktadır. Kumtaşı tabakalarının kalınlıkları 10 cm den 70 cm ye kadar değişmekte olup, koyu sarı bozunma rengine ve açık sarı, bej taze yüzey rengine sahip olup bol kırıklı ve çatlaklıdır. Süreksizlikler arasında kalsitçe zengin dolgu malzemesi vardır, bu kısımda meydana gelen erime boşlukları tipik olarak gözlenmektedir. Birim fosilce zengin olup yer yer küresel bozunma özellikleri izlenmektedir. Kastamonu kalesi civarında genellikle kumtaşlarında tabaka doğrultulu ve eğimi N47W/14°NE şeklinde ölçülmüştür. Kumtaşları tabanda ince bir konglomera birimiyle başlamaktadır.

4.1.1.4. Alt-Orta Eosen

Kastamonu il merkezinin güneydoğusunda Alt-Orta Eosen yaşlı genelde andezit, tüf ve az miktarda da bazalttan oluşan birim bulunmaktadır. Birime ait tipik kesit Kastamonu-Ankara karayolu üzerinde Yeni Yol Tepenin güneyinde izlenmektedir. Birim içerisinde yer yer piroklastik hamur içerisinde 40-50 cm büyüklüğünde andezit blokları bulunmaktadır. Birimler genel olarak yüksek-orta bozunma seviyesindedir. Düşük kotlarda alterasyonun yoğun olması nedeniyle kaya özellik gözlenmemekte birim kolaylıkla ufalanarak parçalanmaktadır.

4.1.1.5. Orta Eosen

Çalışma alanı içinde Orta Eosen yaşlı birimler çakıltası-kumtaşı-çamurtaşı ardalanması şeklinde oluşan birim yerleşim merkezinin dışında Derintepe, Çanakpınar ve Aydınoğulları Tepe civarında mostralara rastlanılmaktadır. Kireçtaşları tabakalı olup tabaka kalınlıkları 40-50 cm civarındadır. Bozunma renkleri sarı-bejdir. Çamurtaşı birimleri tipik olarak kırmızımsı pembemsi bozunma rengine sahip olup masif görünüm sunmaktadır.

Orta Eosen yaşlı birimlerinden bir diğeri de çalışma alanının güneydoğusunda gözlenen kireçtaşlarının oluşturduğu birim olup tipik özellikleri arasında ince tabakalanması ve kirli sarı-bej rengi verilebilir. Çoğu yerde Orta-Eosen yaşlı

çakıltaşı-kumtaşı-kireçtaşı birimine ait kireçtaşlarında ayırt edilmesi zordur. Taşlıkyüzü Tepe en iyi gözlendiği yerlerdendir.

4.1.1.6. Oligosen-Miyosen

Oligosen-Miyosen yaşlı birimler çakıltaşı-kumtaşı ve çamurtaşından oluşmakta olup Kastamonu il merkezinin kuzeydoğusu ve kuzeybatısında geniş alanlar kaplarlar. Akteke mahallesindeki Süt Fabrikası güneyinde kumtaşları güneyinde kumtaşları gözlenmekte olup bunlar tabakalı ve tabaka kalınlıkları 20-30 cm arasında değişmektedir. Genellikle tektonik etkilerle kırıklı ve çatlaklı bir yapı kazanmıştır. Kuzeykent Mahallesinde Oligosen-Miyosen yaşlı birime ait çakıltaşları ve çamurtaşları gözlenmektedir. Çamurtaşları tipik olarak kırmızı bordo renkli olup yamaçlarda üzerlerinde kalınlığı yer yer 1m ye varan alterasyon zonu gözlenmektedir.

4.1.1.7. Kuvaterner

Kuvaterner yaşlı genç çökelleri alüvyon ve yamaç molozu oluşturmaktadır. Genelde alüvyon şehrin merkezinden geçen, yaklaşık Güney-Kuzey doğrultuda akan Karaçomak deresi boyunca yaygın olarak görülmektedir. Şehrin güneyinde dar bir alanda gözlenen alüvyon kuzey kesimlere doğru gittikçe genişlemektedir. Çakıl, kum, kil ve silt boyutlu malzeme gözlenmektedir. Özellikle Kuzeykent'in yamaçlarında da yamaç molozuna rastlanılmaktadır.

4.1.1.8. Morfolojik Özellikler

Kastamonu il merkezinin morfolojik özelliklerini incelendiğinde kentin genelde 0-10 derecelik eğim aralığına sahip olduğu, maksimum eğim aralığı kent merkezi güneyinde Kale civarında 40-50 derece aralığında olduğu saptanmıştır. Özellikle kentin ortasından geçen Karaçomak deresi boyunca ve kuzey kesimlerde eğim derecesi çok düşüktür. Karaçomak deresi ve kuzey kesimlerdeki düzlüklerde herhangi bir yamaç yönelimi belirlenmemiştir.

Kent merkezi topografik açıdan incelendiğinde yerleşimin yaklaşık KG doğrultusunda bir vadi boyunca sıralandığı, kuzey kesimleri -ki yeni yerleşim alanları bu bölgededir- düzlük bir alana sahip olduğu tespit edilmiştir. Kentin doğusunda birbirlerine paralel uzanan üç yükseltinin varlığı dikkat çekicidir.

4.1.2 Formasyonlar ve Kaya Türleri

Bu bölümde Kastamonu kent merkezi, kent gelişim alanları ve yakın çevresinde yer alan formasyonlar, kaya türü özellikleri ve genel jeo-mühendislik özellikleri tanıtılmıştır.

1/25 000 ölçekli jeoloji haritasında yer alan en yaşlı birim Yunus Metamorfittir. Metamorfittler üzerine Alt-Orta Eosen yaşlı sedimanter ve volkano-sedimanter formasyonlar yer alır. Eosen istifinin üzerine ise Orta-Üst Miyosen yaşında kabul edilen bazaltik-andezitik lavlar gelir. Harita alanında en yaygın olarak yüzeyleyen birim ise Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı kabul edilen Karaboya Formasyonudur. Kuvaterner çökelleri ise akarsu şekilleri, alüvyon ve alüvyon yelpazelerinden oluşur.

4.1.2.1. Yunus Metamorfiti

Kastamonu kalesi batısında dere içinde, Okmeydanı Tepe ile Karaçolak Tepe arasında ve çevresinde, Çaylak Deresi ve yamaçlarında, Budamış köyü güneyi ve batısında, Karaçomak barajı yamaçlarında yüzeyler.

Birim fillit, metakumtaşı ve metabazik kayalardan oluşur. Metabazik kayalar koyu yeşil, Siyah renkli, oldukça sert dayanımlı, kötü yapraklanmalı, sık kırıklı, eklemlidir. Fillitler içerisinde yanal devamı olmayan düzeyler halindedir. Genellikle klorit, mika, kuvars, feldispat mineral parajenezleri içerir. Birimin egemen litolojisi olan fillit yeşil, yeşilimsi gri, kahverengimsi, çok ince yapraklanmalı, yapraklanma düzlemleri boyunca levhamsı beyaz mikalı, sık kıvrımlıdır. Fillitler yapraklanma yüzeylerine paralel dağılgandır. Metakumtaşı fillitler içerisinde 2/25 cm kalınlıkta ara düzeyler şeklinde gözlenir. Metakumtaşı beyaz, beyaz-grimsi renkli, oldukça sert, ince-orta kuvars taneli, taneler belirgin bir yönde uzamıştır. Fillit ve metakumtaşının

egemen minerali kuvarstır. Kuvarstan sonra en çok bulunan muskovit, uzun çubuksu, levhamsı şekilli, yapraklanma düzlemleri boyunca dizilmiştir.

Metamorfitletler oldukça dayanımlı olmalarına karşın, yapraklanma düzlemleri boyunca el örneği alınamayacak kadar dağılgandır. Akarsularla yoğun olarak aşındırılan birim vadi yamaçlarında, yüksek eğimli bir morfoloji sunar. Yüksek yamaç eğimine rağmen, kütle hareketleri fazla gelişmemiştir.

Birim kayatürü özellikleri bakımından yapılaşmaya uygun olmasına karşın, yoğun drenaj ve yüksek yamaç eğimi gibi olumsuz morfolojik nitelikler taşır.

Birim tabanı inceleme alanında gözlenememiştir. İnözü Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülür.

4.1.2.2. İnözü Formasyonu

Kastamonu kentinin büyük bölümü bu formasyon üzerinde yer alır. Ayrıca Susuz, Asarcık köyleri ile Daday yolu arasında, Kastamonu doğusunda ise Karaçomak deresi, mezarlık-Taşköprü yolu arasında yüzeyler.

Formasyon inceleme alanında yanal ve düşey dağılımında farklı kayatürü özellikleri sunan çakıltaşı, kumtaşı, karbonatlı kumtaşı, silttaşı, killi kireçtaşı, marn ve kireçtaşı seviyelerinden oluşur.

Birimin tabanını oluşturan kırmızı, sarımsı gri renkli çakıltaşı üye aşamasında ayrı birim olarak tanıtılmıştır. Kastamonu batısı, Susuz, Çaylak köyleri arasında, Kastamonu doğusunda Eski Tosya yolu çıkışı kuzeyi ile Safalan tepe çevresinde taban çakıltaşı üzerine geçişli olarak birimin egemen litolojisi olan silttaşı-kilttaşı ara seviyeli kumtaşı-karbonatlı kumtaşı ardalanması gelir. Kumtaşı-Karbonatlı kumtaşı ardalanması sarımsı, sarımsı gri boz renkli, orta-kalın, yer yer çapraz tabakalı, ortasıkı tutturulmuş, karbonat çimentolu, bol mikro-makro fosillidir. Karbonatlı kumtaşı seviyeleri daha sıkı tutturulmuş, oldukça sert ve dayanımlıdır. Daha gevşek tutturulmuş olan kumtaşı düzeyleri dayanım farklılığı nedeniyle karbonatlı kumtaşı tabakaları arasında oyuklu, aşınmalı yapı sunar. Kumtaşı seviyeleri, egemen litoloji konumunda olduğu kesimlerde orta-kalın tabakalı, masif görünümüdür. Bazı kesimlerde kumtaşı-karbonatlı kumtaşı ile ince düzeyler şeklinde ardalanan silttaşı-

kiltaşı seviyeleri gözlenir. Bu seviyeler koyu sarı, sarı renkli, laminalı, ince tabakalı, az dayanımlı ve ince levhamsı ayrışmalıdır.

Çaylak mahallesi kuzeyinde Eski ve Yeni Kastamonu-Araç yolunun birleştiği kesimlerde, kumtaşı kireçtaşına dönüşür. Kireçtaşı sarımsı gri, sarımsı beyaz, pembemsi renkli, orta-kalın, düzgün tabakalı, köşeli kırıklı, sert dayanımlı, ve spartik dokuludur. Kuzeykent güneyi Kasaba deresi (Yeni Araç yolu) Daday yolu boyunca formasyon, sarımsı yeşil renkli, ince-orta tabakalı, orta-sıkı tutturulmuş, mikro-makrofosilli, ince taneli kumtaşı, kiltaşı araldanmasından oluşur. Daday çayının güneyinde Seydiler yolu çevresinde ise gri-sarı renkli, laminalı, ince levhamsı ayrışmalı, köşeli kırıklı, orta sert kiltaşı, marn ile sarı, sarımsı gri boz renkli, orta-kalın tabakalı silttaşı araldanması şeklinde gözlenir.

Formasyon sık olarak tabansız vadilerle aşındırılmış, orta yüksek yamaç eğimine sahiptir. Topoğrafyada oldukça dayanımlı yapı sunan birim, metamorfitle olan dokanağında sınırlı alanlarda küçük boyutlu çamur-moloz akmaları gibi kütle hareketleri gözlenir.

Formasyon inceleme alanında Yunus Metamorfiti üzerinde uyumsuzlukla yer alır. Yaşı Alt Paleosen– Alt Eosen'dir.

4.1.2.3. Alpaslan Üyesi

Kastamonu yakın batısında, mezarlık ile Miskinler deresi çevresinde ve Susuz köyü batısı Uzuntarla tepe ile Hacıçamlık tepesi çevresinde metamorfitle üzerinde açılal uyumsuzlukla yer alır.

Birim sarımsı gri, kırmızı renkli, çakıltaşı kumtaşı ve çamurtaşı araldanmasından oluşur. Çakıltaşı genellikle belirgin tabakalanma göstermez. Kumtaşı matriksli, çakılları köşeli, yarı yuvarlak, yer yer bloklu, orta-sıkı tutturulmuş, çoğunlukla metamorfik, daha az volkanit, çört, kireçtaşı elemanlıdır. Kumtaşı çoğunlukla belirsiz, bazen belirgin tabakalı, orta-sıkı tutturulmuş, orta-kaba kuvars taneleriyle zengindir. Çamurtaşı daha çok kırmızı renkli, orta-sıkı tutturulmuş, belirsiz tabakalı çakıl ve kum gereçlidir.

Formasyon akarsularla derince yarılmış vadiler arasında gelişen sırtlar üzerinde korunmuş olarak gözlenir.

4.1.2.4. Budamış Formasyonu

Kastamonu kentinin Karaçomak Deresi doğusunda kalan kesimin bir bölümü, bu birim üzerinde yer alır. Kastamonu güneyi Budamış Köyü çevresi Karaçomak Barajı güneyinde ve doğu yamacında oldukça geniş alanda yüzeyleyler.

Genel olarak sarı, sarımsı yeşil, kahverenkli, yer yer pembe renkli tüf ile ara düzey şeklinde aglomera ile bazaltik-andezitik lav ve kırıntılı kireçtaşıdan oluşur. Birimin egemen litolojisi olan tüfler orta-kalın, yer yer belirsiz tabakalı, masif görünümlü, gevşek tutturulmuştur. İçerisinde serpinti şeklinde çapı 1,5 m 'ye ulaşan andezit-bazalttan oluşan blok ile lapilli taneleri yaygın olarak bulunur. 1-2 m kalınlığında ara düzeyler şeklinde bazen de tüflerle ardalanmalı olarak izlenen aglomeralar, tüf matrisli ve tüflerden daha dayanımlıdır. Tüfler içerisinde sınırlı alanlarda andezitik-bazaltik lavlar da gözlenir. Formasyonun tabanına yakın kesimlerde bazen de ara düzey şeklinde yer alan kırıntılı kireçtaşı-kireçtaşı kirlili sarı renkli, genellikle ince-orta, bazen belirsiz tabakalı, sert, sıkı tutturulmuş, bol mikro-makro fosillidir. Doğu ve Güney doğuya 5-15 derece eğimli olan birimde seyrek olarak kalsit dolgululu eklem sistemleri gelişmiştir.

İnceleme alanında Yunus Metamorfiti ve İnözü Formasyonu üzerinde uyumsuzlukla yer alan birim, Karaevli ve Karaboya Formasyonları tarafından uyumsuz olarak örtülür.

4.1.2.5. Araç Formasyonu

Kastamonu güneyi ile Kavacık Köyü arasındaki Eski Kastamonu-Çankırı yolu boyunca ve Karasu çayı vadisi yamaçlarında yayılım gösterir.

Formasyon kumtaşı-kumlu kireçtaşı-kireçtaşı ardalanması ile çakıltaşı-kumtaşı, kıltaşı ve killi kireçtaşı ardalanması oluşur. Kumtaşı-kumlu kireçtaşı-kireçtaşı ardalanması sarı, boz renkli, orta-kalın düzgün tabakalı, bentik foraminiferli, makrofosilli, kırılğan, orta tutturulmuştur. Bu seviye içerisinde ara düzey şeklinde gözlenen kireçtaşı boz, sarımsı beyaz renkli, orta-kalın tabakalı, orta sert-sert, orta-sıkı tutturulmuş, bazı kesimlerde yumrulu görünümlüdür. Bu seviyeler kum taşından daha dayanımlıdır. Kum taşı tabakaları, kireçtaşı-kireçtaşı seviyelerine göre oyuklu

bir yapı sunar. Kumtaşı-kiltaşı-killi kireçtaşı gri, boz, sarımsı yeşil renkli, laminalı, ince tabakalı, makro-mikro fosilli, bazen tabaka şeklinde dizilim gösteren çakıl-blok seviyelidir. Çakıltaşı Kastamonu-Tosya yolu boyunca birimin yanal devamında egemen litolojiye dönüşür. Bazen kumtaşı içinde ara düzey şeklinde de izlenir. Çoğunlukla orta-iyi yuvarlak, orta-iyi boylanmalı, karbonat çimentolu kum matriksli, orta tutturulmuş, çoğunlukla kuvars elemanlıdır. Doğuya-Güneydoğuya 5-10 derece eğimli olan birim, seyrek çatlaklı ve eklemlidir. Çatlak ve eklemleri kalsit dolguludur. Topoğrafyada duraylı morfoloji sunar.

Çalışma alanında genellikle vadiler ile yamaçlarda yüzeyleyen birim, orta-yüksek eğimli topoğrafya sunar. Karabora Formasyonu ile dokanağında heyelan, çamur-moloz akması, sürünme gibi kütle hareketleri yoğundur. Birimin kendisi duraylı olmasına karşın, üzerinde yer alan Karaboya Formasyonunun litolojik özellikleri, kütle hareketlerinin bu birim üzerinde yoğunluk kazanmasında etkili olmuştur.

4.1.2.6. Karaevli Formasyonu

Kastamonu Güneyinde Örencik Köyü batısında Karakaya tepe ile Bulacık Köyü arasında KG yönde uzanan sırt boyunca yüzeyler kahverengimsi siyah, pembemsi renkli, egemen litolojisi olivinli bazalt ve andezitik lav olan birim, aglomera ve tüften oluşur. Lavlar orta sert-sert, sık çatlaklı, gaz boşluklu, gaz boşlukları akma yönünde uzamalı, akma yapılıdır. Aglomeralar kaba gereçli, tüf matriksli, lahar yığılması şeklindedir. Tüfler birimin tabanına yakın, aglomera düzeylerine izlenir.

Formasyon dayanımlı olması nedeniyle sırtlarda korunmuş olarak bulunur. Yamaçlarda ise diklikler oluşturur. Bu kesimlerde Budamış Formasyonu ile dokanağında büyük boyutlu, sıkça kütle hareketleri gözlenir. Bunlardan en önemlisi Örencik Köyü 500 m kadar batısında izlenen eski heyelandır.

Araç ve Budamış Formasyonları üzerinde uyumsuz olarak yer alan birim, Karakaya Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülür.

4.1.2.7. Karaboya Formasyonu

Kuzeykent çevresi ile Daday çayı kuzeyi ve harita alanının doğusunda Dereköy, Hacıbey ile güneyinde Bulacık köyleri arasında oldukça geniş bir alanda yüzeyler.

Karaboya Formasyonu, Kastamonu havzasının düzlüklerini oluşturan genel olarak kırmızı, sarımsı, boz renkli, birbiri ile yanal-düşey geçişli, belli bir sıralama olmaksızın ardalanmış yelpaze çakıltası-kumtaşı, taşkın ovası çökeli (silttaşı, çamurtaşı, kanal çakıltası), kumtaşı, az oranda da gölsel kireçtaşı, organik maddece zengin kiltaşından oluşur.

Birim havza kenarında ve diğer birimlerin dokanağına yakın kesimlerde kaba elamanlı çakıltası-kumtaşı yığılması şeklinde gözlenir.

Çakıltası, gevşek tutturulmuş dağınık, yer yer karbonat çimentolu, orta yuvarlak, orta-kötü boylanmalı, bazen bloklu, kumtaşı hamurlu, orta tutturulmuştur. Kumtaşı kırmızı, sarımsı boz, bazen yeşil renkli, ince-orta-kaba taneli, orta boylanmalı, seyrek derecelenmeli, çoğu zaman çapraz tabakalı, az-orta tutturulmuş veya gevşek tutturulmuş dağınıktır. Çakıltası-kumtaşı yığılımları yanal yönde, kısa mesafede çamurtaşı-silttaşı-kiltasına geçiş gösterir. Çamurtaşı-silttaşı-kiltası kırmızı, soluk pembe, bazen açık yeşil-boz renkli, gevşek tutturulmuş dağınık, tabakalanmasız, bazen laminalı, ince tabakalıdır. Bu seviyeler içinde merceksel geometriyi aşındırma tabanlı, çakıltası-kumtaşından oluşan kanal dolguları yaygındır. Yine bu seviyeler arasında yer yer orta tutturulmuş masif görümlü karbonatça zengin düzeyler yer alır. Havzanın ortasına yakın kesimlerde yeşilimsi boz, sarımsı gri renkli kiltası daha sıkça yer alır. Kiltası düzeyleri orta tutturulmuş, laminalı, masif görümlüdür. Kuzeykent doğusunda Karlık tepe çevresinde killi plastik özelliktedir. Bazı kesimlerde kiltası gastropod kavkısı ve kömürleşmiş bitki kırıntılı seviyeler içerir.

Birim üzerinde gelişen günlenme zonunda, çamurtaşı-kiltası düzeyleri içinde düzensiz şekilli karbonat zenginleşmeleri (kliş) ve yumru şeklinde karbonat konkresyonları yaygın olarak izlenir. Bu seviyenin üzerinde de seyrek çakıllı, 20-60 cm kalınlığında, kahvemsiz kırmızı renkli toprak gelişmiştir. Toprak kalınlığı tepe üstlerinde azalırken, eğimli alanların etek bölümlerinde kalınlaşmaktadır.

Kastamonu havzası güneyinde akarsuların kendi yataklarını derine kazmaları sonucu, kuzey-güney yönde uzanan derin vadiler gelişmiştir. Bu vadiler arasında

vadilerin gidişine uyumlu olarak, sırtlar şeklinde uzanan düzlüklerde Karaboya Formasyonu yatay konumda korunmuş olarak yer alır. Bu düzlükler 5-10 derece ile kuzeye eğimlidir. Daday çayına bakan yamaçlarında eğim kırıklığına uğrar ve orta yüksek tepelik ve sırtlardan sonra düzlüklere dönüşür. Derine oyulmuş vadi yamaçlarında Eosen ve öncesi yaşta kayatürleri de yüzeyler. Karaboya Formasyonu ile bu birimlerin dokanağına yakın kesimlerinde heyelan, çamur-moloz akmaları-sürünme gibi kütle hareketleri sıkça gözlenir. Birimin geniş yayılım gösterdiği alanlarda büyük boyutlu heyelanlara pek rastlanmaz.

4.1.2.8. Akarsu Sekisi Çökelleri

Daday ve Karaçomak çayının kenarlarında, havzanın tabanına yakın sınırlı alanlarda, tutturulmamış, genellikle blok, çakıl-kum, daha az kil, mil yığılmasından oluşur.

4.1.2.9. Alüvyon Yelpazesi Çökelleri

Soğuksu ve Karacaören derelerinin Daday çayına birleştiği kesimlerde gözlenen, tutturulmamış, dağınık, kaba elemanlı çakıl-kum-siltkil yığılmasıdır.

4.1.2.10. Alüvyon

Karaçomak, Daday çayı ile bunlara katılan yan derelerin vadi tabanlarında yer alan tutturulmamış, gevşek blok, çakıl, silt ve kilden oluşan akarsu çökelleridir. Bu çökeller ayırtlanmamış taşkın alanı çökelleri olup çökel alanı kenarlarında kısmen kolivyal materyal de içermektedir.

Daday çayı vadi tabanında alüvyon genişliği 1,5 km'ye ulaşır. Devlet Su işleri tarafından Daday çayı vadi tabanında açılan sondajlarda alüvyon 14-20 m arasında değişen kalınlıklar sunar. Bu alanlarda yeraltısuyu seviyesi yüzeye çok yakındır.

5. KASTAMONU İL MERKEZİNDE YAPILAN MİCROTREMOR ÇALIŞMASI

5.1. Kullanılan Ekipman ve Özellikleri

Çalışmalarda Akashi marka JEP-6A3 model üç bileşenli ve frekans bandı 0,2-20 Hz arasında olan algılayıcılar kullanılmıştır. Bu algılayıcılar Datamark LS-8000WD model bir veri kayıtcısında saklanmıştır (Şekil 8)



Şekil 8. Akashi marka JEP-6A3 model sismometre. Frekans Bandı 0,2-20 Hz düz duyarlılık 1 V/G.

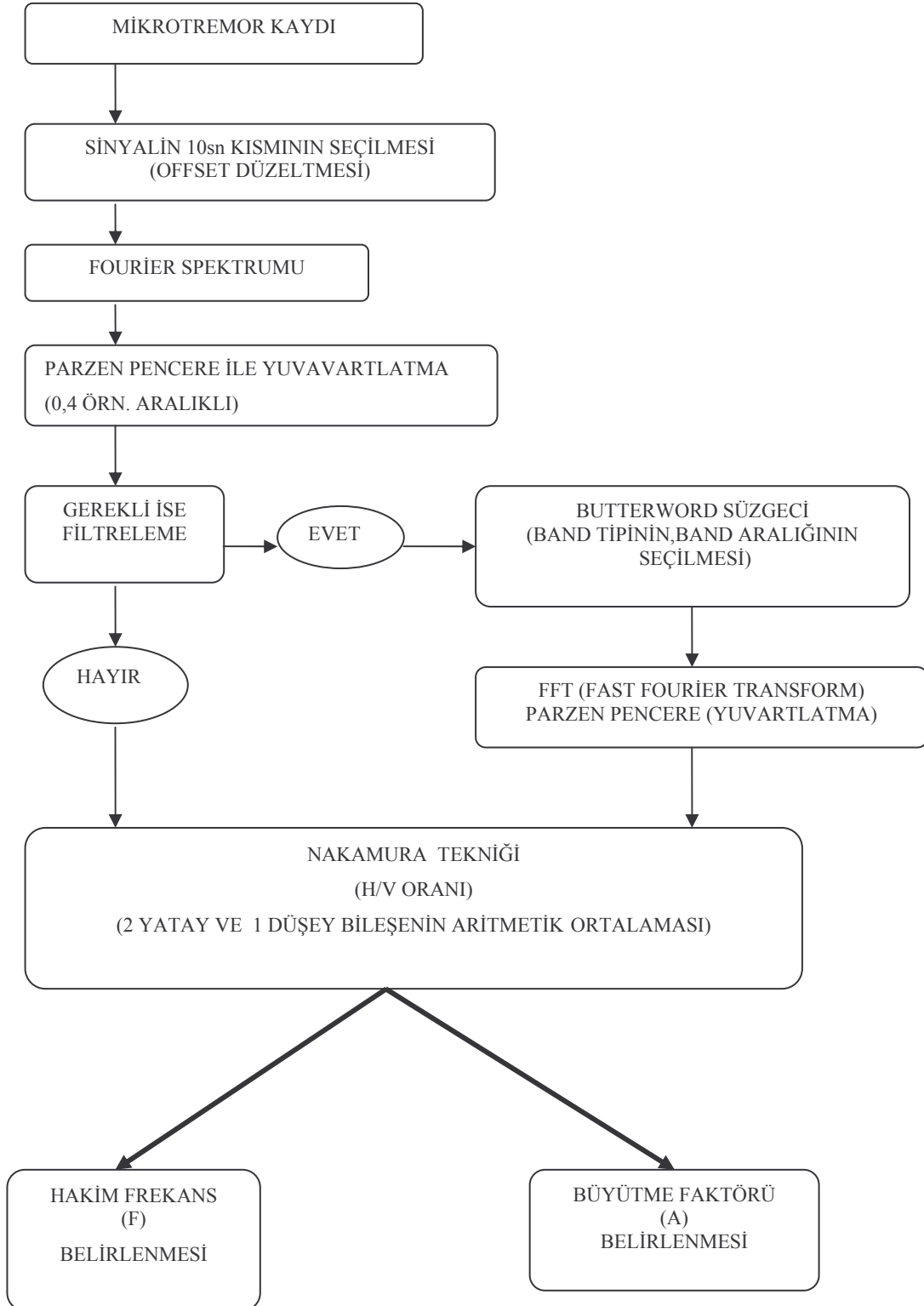
5.2. Veri Toplama

Bu çalışmada Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı'nın izni ile "Kastamonu İlinin Afet Tehlikesi ve Riskinin Saptanması" konulu projesinde Afet Bilgi Toplama ve Değerlendirme Grubu tarafından alınan, Kastamonu il merkezi ve yakın civarında 88 noktada 180 sn süreli ve 100 Hz örnekleme aralıklı mikrotremor kayıtları kullanılmıştır.

Mevcut veriler bilgisayar ortamında yeniden değerlendirilmiştir.

5.3. Nakamura Tekniği ile Değerlendirme

Mevcut microtremor kayıtları Ls8_wve.exe programı kullanılarak Ascii formata dönüştürülmüştür. Kayıt bilgileri eklendikten sonra veriler MAD.exe programı ile açılarak aşağıdaki şemada görölen işlemler sırası ile uygulanarak zemin hakim periyodu ve zemin büyütme faktörü hesaplanmıştır.

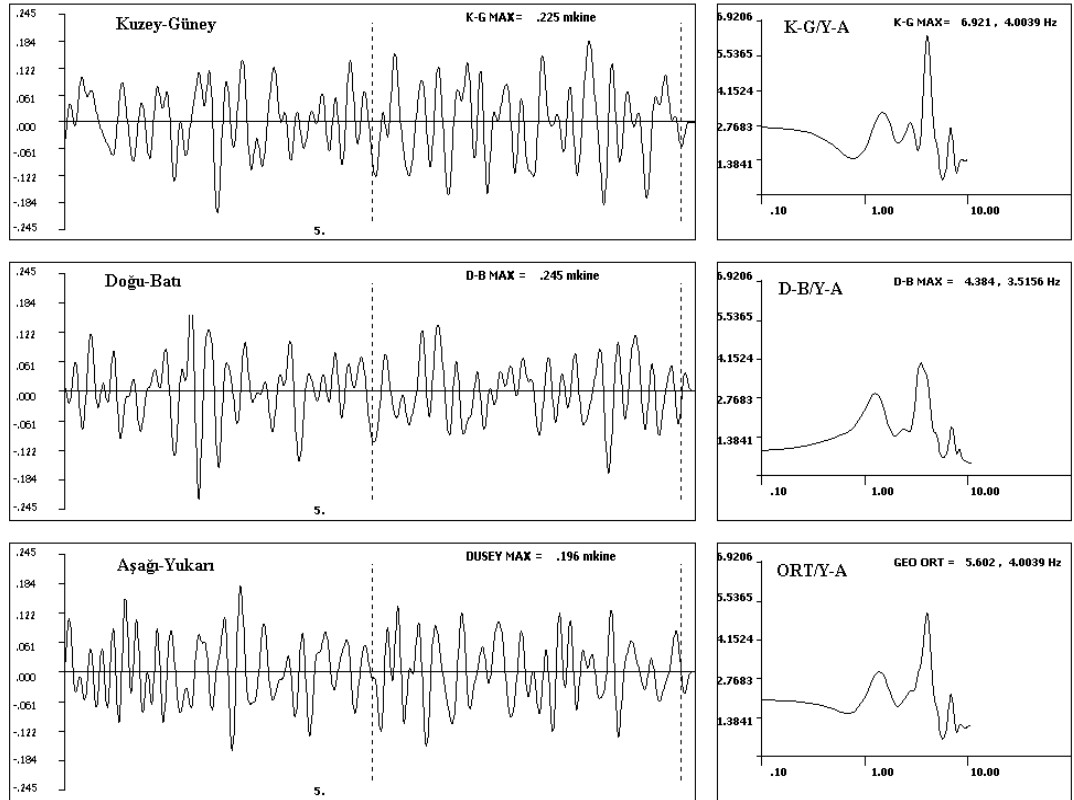


5.3.1. Zemin Hakim Periyodlarının ve Zemin Büyütmelerinin Belirlenmesi

Nakamura Tekniğini uygulamak için öncelikle elde edilen mikrotremor kayıtlarının her bileşen için FFT' leri (Fast Fourier Transform) elde edilir. Frekans ortamına geçilir. Bu geçişte dikkat edilecek husus veri boyunun 2 nin katları seçilmesidir (1024, 2048, 4096 v.b.). Daha sonra her bileşen için elde edilen genlik değerleri frekanslarına göre aşağıda verilen formül aracılığıyla oranlanır. En sık yapılan hata sadece maksimum genlikleri birbirine bölmektir. Eğer maksimum değerleri farklı frekanslarda ise bu yanlışlığa sebep verir. Doğrusu aynı frekansları kullanmaktır.

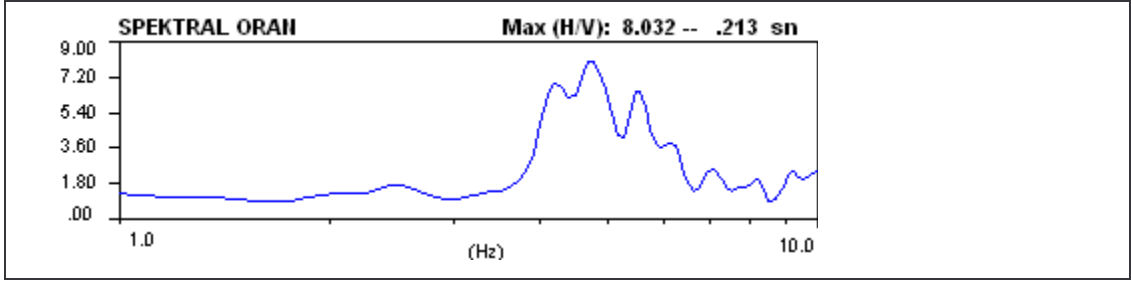
$$(H/V)_m = (S_{NS}^2 + S_{EW}^2)^{1/2} / S_{UD}$$

Şekil9' da bu şekilde elde edilmiş bir kayıt gösterilmektedir.



Şekil 9: Nakamura Tekniği ile elde edilmiş Spektrumlar

Değerlendirme sonucunda her bir ölçü noktasının Şekil 10' da görülen Spektral orandan Büyütme Faktörü (A_0) ve hakim periyot (T_0) hesaplanmış olur. Burada $\text{Max}(H/V)$: Büyütme Faktörü; yanındaki sayıda Periyottur(s).



Şekil 10 : Spektral Oran

Veri işlem aşamasından sonra oluşturulan EK-1:Çizelge 5 de Ölçü noktaları, mahalle isimleri, kayıt no, noktalarının enlem ve boylamları, formasyonları, hesaplanan büyütme, hakim periyot, hakim frekans, K değeri, h değeri yazılmıştır. EK-2 deki grafiklerde Kastamonu il merkezinde alınan mikrotremor ölçülerinin spektral oranları ile Fourier spektrumları görülmektedir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Zemin sınıfları için beklenen periyod aralığı tespitinde Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından önerilen yerel zemin sınıflar çizelgeleri kullanılmıştır. (Bkz:Çizelge 2,Çizelge 3, Çizelge 4). Çizelgelerde verilen zemin gruplarına göre; inceleme alanı için yapılan zemin sınıflamasında I. Sınıf birimler A grupları ve bölgenin <0.4 s periyod; II. Sınıf birimler B ve C grupları ve bölgenin 0.4-0.6 s periyod; III. Sınıf birimler C ve D grupları ve bölgenin 0.6-0.8 s periyod ve IV. Sınıf birimler D grubu ve bölgenin >0.8 s periyod sergilemesi beklenmektedir. Ölçü noktalarında alınan veriler çoğunluk bu sınıflamaya uymaktadır.

Yerin büyütmesi, zeminin sağlamlılığı ile ilgili bilgi vermektedir. Büyütme değeri ölçüm alınan birimin sağlamlılığı ile ters orantılıdır. Örneğin, gevşek bir zeminde ilerleyen bir dalganın genliği zeminin gevşekliği ile orantılı olarak büyütülecektir. Birim ne kadar ne kadar sağlamsa, büyütme değeri o kadar küçük; ne kadar zayıfsa o kadar büyük elde edilecektir. Büyütmesi yüksek çıkan bir zemin için kesinlikle sağlam bir zemin yapısı içermiyor demek yanlış olacaktır. Kesinlik taşıyan bir yoruma ulaşmak için diğer jeofizik ve jeolojik veriler bir arada değerlendirilmelidir.

Zemin Büyütme Değerleri haritası (Ek 3) , H/V (Nakamura Yöntemi) spektral oranı sonucu hesaplanan büyütme değerleri kullanılarak üretilmiştir. Bu harita Coğrafik Bilgi Sistemleri kullanılarak Kastamonu il merkezi şehir imar planına atanan ölçü noktaları üzerine zemin büyütme değerlerinin işlenmesi ile oluşturulmuştur. Haritada görüleceği gibi zemin büyütme sınıflara göre kesin bir aralıkta dağılım göstermemektedir. Büyütme değerinin zeminin gevşekliği ile doğru orantılı olduğu bilindiğinden Büyütme Haritası oluşturulurken sınıflara göre büyütme değeri aralıkları zemin sınıfı büyüdükçe artacak şekilde alınmıştır. I. Sınıf zeminlerde 1-3, II. Sınıf zeminlerde 3-5, III. Sınıf zeminlerde 5-7, IV. sınıf zeminlerde 7-9.5 olarak gösterilmektedir. Büyütme haritası oluşturulurken bu aralıklar ayrı ayrı renklendirilmiştir.

Zemin hakim periyod haritası (Ek 4) oluşturulurken büyütme haritası ile aynı şekilde; Nakamura yönteminden hesaplanan zemin hakim periyodları şehir imar planına işlenerek oluşturulmuştur. Zemin hakim periyodları I. Sınıf zeminler için <0.2 s; II.

Sınıf zeminler 0.2-0.3 s; III. sınıf zeminler 0.3-0.5 s; IV. sınıf zeminler >0.5 s aralıklı olarak ayrı ayrı renklerle belirtilmiştir. Zemin hakim periyodları jeolojik birimlerle hemen hemen uyum sağlamaktadır.

Hasar olasılığı indeksi (K değerleri, hassasiyet) haritaları (Ek 5) diğer haritalar ile aynı şekilde Nakamura yönteminden hesaplanan K değerlerinin şehir imar planına işlenmesiyle oluşturulmuştur. I. Sınıf zeminler için K değerleri <4 , II.sınıf zeminler için K değerleri 4-7 , III.sınıf zeminler için K değerleri 7-10, IV.sınıf zeminler için K değerleri >10 olarak haritalanmış ve ayrı ayrı renklerde belirtilmiştir.

Bu çalışma sonucunda; kullanılan titreşimcik verilerinden Nakamura Yöntemi ile hesaplanan zemin büyütme haritası, zemin hakim periyot haritası ve zemin “K” değer haritası incelendiğinde alüvyon birim üzerinde yüksek büyütme ve periyotlar gözlenmektedir. Hasar olasılığı olan K değeri de bunlara bağlı olarak yüksek çıkmıştır. Ancak çakıltası, kumtaşı, çamurtaşı araldanmasının olduğu bölgelerde yer yer düşük büyütme ve periyotlar gözlenmiştir. Bu durumun nedeni çalışma alanında gözlenen en yaşlı birim olan kireçtaşının çok kıvrımlı ve çatlaklı-kırıklı yapıya sahip olması ve ana kaya derinliğinin değişmesidir. Örtü tabakası olarak gözlenen zeminlerde yüksek periyotlar beklenirken ana kaya olan kireçtaşının yüzeye yakın olduğu yerlerde düşük periyotlar elde edilmiştir.

Özetle Titreşimcik yöntemi ile hesaplanan büyütme ve periyotlarının araştırılan zemin yapısı ile uyum sağladığı ve olası bir deprem anında hangi bölgelerde veya hangi zemin sınıflarında hasar olabileceğini tespit etmede doğruluğundan sözedilebilir.

7. KAYNAKLAR

- Afet Bilgi Toplama ve Değerlendirme Grubu, 2001. “Kastamonu İlinin Afet Tehlikesi ve Riskinin Saptanması” projesi, Afet İşleri Genel Müdürlüğü Web Sitesi, www.deprem.gov.tr ,(2004 Kasım)
- Aki, K.,1957. “Space and time spektra of stationary stochastic wave special reference to microtremors”,Bull.Eartq.Res.Inst.,Tokya University, Vol. 35, pp.415-17. Tokyo
- Ercan, A., 2001. Mühendislik Jeofiziği Yer Titreşimi (Microtremor) Yöntemi, JFMO Jeofizik Bülteni, sayfa 74-78, Ankara.
- Çetinel, Taciser.,2003. “İzmit ve Civarının Zemin Özelliklerinin Mikrotremor Ölçümler ile Belirlenmesi”,Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli
- Kanai, K. Ve Tanaka, T., 1961. “Microtremor VIII”, Bulletin of The Earthquake Research Institute, Vol.39,page 97-114, Tokyo.
- Ketin, İ., 1977. “Türkiyenin Başlıca Orojenik ve Paleocoğrafik Evrimi,1-4, MTA Enstitüsü Dergisi, sayı 88, Ankara.
- Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, 2004. web sitesi, www.mta.gov.tr,(2004 Kasım)
- Mirzaoğlu, M. Ve Dikmen, Ü., 2003. “ Application of microtremors to seismic microzoning procedure”, Journal of The Balkan Geophysical Society, Vol.6, page143-156, Ankara.

Nakamura, Y., 1989. "A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface" Quaterly Report of RTRI, Railway Technical Research Institute, Vol.30, page 25-33, Tokyo.

Nakamura, Y., 1996. "Real Time Information Systems for Seismic Hazard Mitigation UREDAS,HERAS,PIC" Quaterly Report of RTRI, Railway Technical Research Institute, Vol.37, No 3, Tokyo.

Nakamura, Y., 2000. "Clear Identification og Fundamental Idea of Nakamura' s Technique and Its Applications" ,12.WCEE 2000, page 2656-2660, Tokyo.Nakamura, Y., 2000. "Clear Identification og Fundamental Idea of Nakamura' s Technique and Its Applications" ,12.WCEE 2000, page 2656-2660, Tokyo.

Nakamura, Y. ve Sato, T., 2000. "Inventory Development for Natural and Built Environments-Use of Seismic Motion and Microtremor for Vulnerability Assessment-", WG-2, Inventory Development for Natural and Built Environments,3rd EQTAP Workshop,Nov.28-30 2000, Manila, Philippines.

Türkiye Hazır Beton Birliđi,1999. T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1997 Deprem Yönetmeliği),sayfa 12, 79.

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ceren İstanbullu Demiryürek

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Yılı : 1979

Medeni Hali : Evli

Eğitim ve Akademik Durumu:

-

Lise 1993 – 1996 Ankara Kurtuluş Lisesi

Lisans 1996 – 2001 S. D.Ü. Müh.-Mim. Fak. Jeofizik Mühendisliği Bölümü

Yabancı Dil : İngilizce

İş Deneyimi:

-

1998 – 1999 S.D.Ü.Deprem Araştırma Merkezi

2002 – - H.Ü.Hastaneleri Genel Direktörlüğü
Proje Koordinasyon/İzleme Birimi

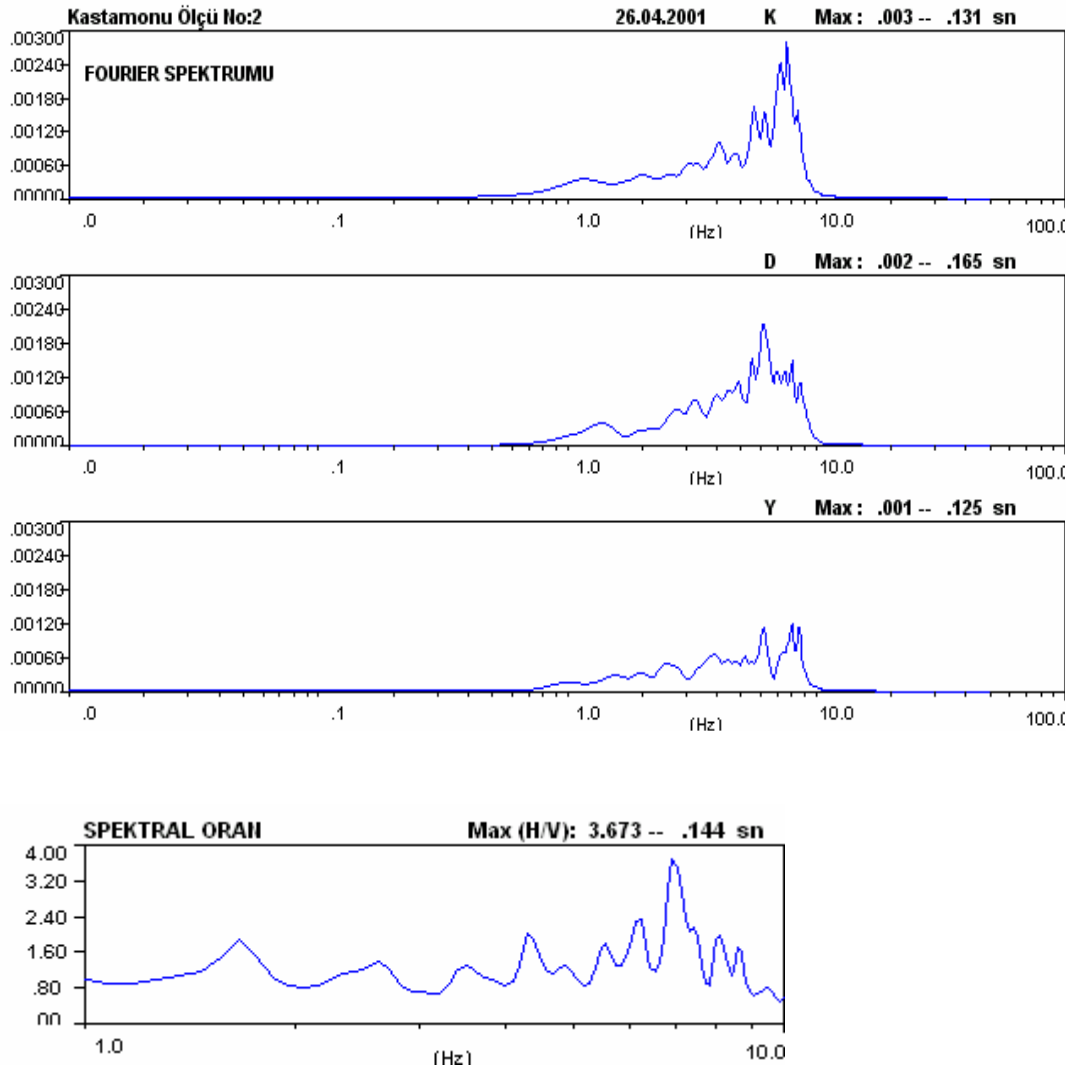
EK:1 Çizelge 5												
S.N.	PROJE ADI	İL	MAHALLE	KAYIT NO*	BOYLAM	ENLEM	FORMASYON	Ao	To	Fo	K	H
1	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Topçuoğlu	2	33.78234	41.38246	Kireçtaşı (Alt Eosen)	3.6	0.15	6.667	1.944	6.25
2	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	İsmailbey	3	33.78257	41.38735	Kireçtaşı,Kumtaşı,Çamurtaşı	1.13	0.2	5.000	0.25538	26.55
3	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	İsmailbey	4	33.78887	41.38736	Alüvyon (Kuvaterner)	4.6	0.2	5.000	4.232	6.52
4	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Aktekke	5	33.79516	41.38726	Kireçtaşı	2.05	0.5	2.000	2.10125	36.59
5	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Aktekke	6	33.79523	41.38268	Kireçtaşı	3.4	0.6	1.667	6.936	26.47
6	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	TEDAŞ	7	33.81083	41.41327	Alüvyon	3	0.5	2.000	4.5	25.00
7	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	İnönü	8	33.80761	41.41242	Alüvyon	2.5	0.35	2.857	2.1875	21.00
8	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	İnönü	9	33.80268	41.41134	Alüvyon	4.6	0.48	2.083	10.1568	15.65
9	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Candaroğulları	10	33.79359	41.41121	Çakıtaşı,Kumtaşı,Çamurtaşı	1.5	0.4	2.500	0.9	40.00
10	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Candaroğulları	11	33.79440	41.41423	Çakıtaşı,Kumtaşı,Çamurtaşı	2.7	0.4	2.500	2.916	22.22
11	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Candaroğulları	13	33.78483	41.41618	Çakıtaşı,Kumtaşı,Çamurtaşı Kahverengi	3.8	0.27	3.704	3.8988	10.66
12	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Candaroğulları	14	33.78199	41.41963	Kireçtaşı,Killi Çamurtaşı	3.4	0.2	5.000	2.312	8.82
13	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kuzeykent	15	33.78298	41.42473	Çakıtaşı,kumtaşı, çamurtaşı arıdanmalı	6.1	0.46	2.174	17.1166	11.31
14	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kuzeykent	16	33.78894	41.42510	Çakıtaşı,kumtaşı çamurtaşı arıdanmalı					
15	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kuzeykent	17	33.79489	41.42529	kırmızı renkli toprak zemin Kireçtaşı,kırmızı topraklı	2.6	0.44	2.273	2.9744	25.38
16	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kuzeykent	18	33.80148	41.42511	Kireçtaşı,kumtaşı arıdanmalı	2.2	0.2	5.000	0.968	13.64
17	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kuzeykent	19	33.80830	41.42513	Kireçtaşı,kumtaşı arıdanmalı	2.6	0.2	5.000	1.352	11.54
18	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Saraçlar	22	33.76528	41.35975	Çakıtaşı,kumtaşı	2	0.46	2.174	1.84	34.50
19	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Saraçlar	23	33.77603	41.35901	Bazalt,andezit	1.5	0.2	5.000	0.45	20.00
20	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Saraçlar	24	33.77626	41.36431	Bazalt,andezit	2.7	0.2	5.000	1.458	11.11
21	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Saraçlar	25	33.76368	41.36370	Bazalt,andezit	5.4	0.6	1.667	17.496	16.67
22	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Saraçlar	26	33.76997	41.36364	Kumtaşı,çakıtaşı,kireçtaşı arıdanmalı	1.7	0.35	2.857	1.0115	30.88
23	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Saraçlar (İst Yolu)	27	33.76307	41.36769	Alüvyon,nehir yatağı	6.3	0.2	5.000	7.938	4.76
24	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Saraçlar	28	33.77134	41.36842	Kumtaşı,çamurtaşı,kireçtaşı arıdanmalı	2.3	0.16	6.250	0.8464	10.43
25	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Beycelebi	29	33.77134	41.36847	Kumtaşı,kireçtaşı, çamurtaşı	9.4	0.24	4.167	21.2064	3.83
26	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Saraçlar	30	33.77680	41.37298	Alüvyon (Kuvaterner)	1.8	0.3	3.333	0.972	25.00
27	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Saraçlar	31	33.77036	41.37321	Kireçtaşı	1.7	0.25	4.000	0.7225	22.06
28	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Beycelebi	32	33.78256	41.37303	Kireçtaşı	3.6	0.33	3.000	4.32	13.89
29	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Saat Kulesi	33	33.78878	41.37787	Alüvyon	2.8	0.5	2.000	3.92	26.79
							Kireçtaşı	3.4	0.15	6.667	1.734	6.62

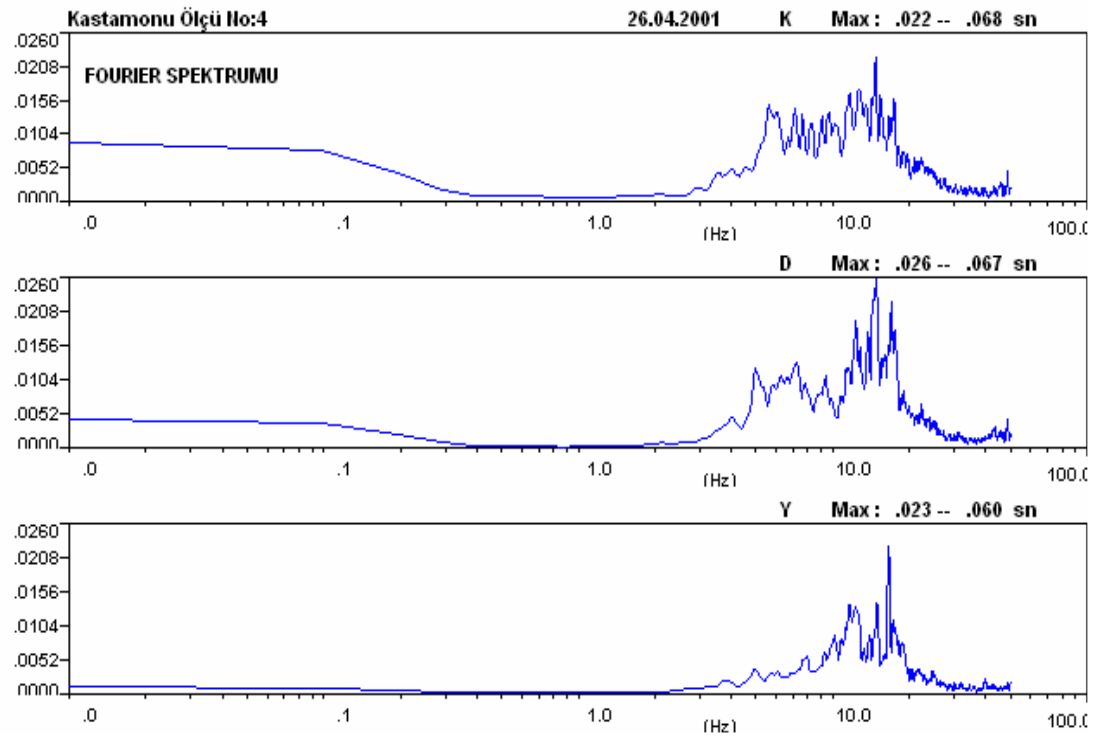
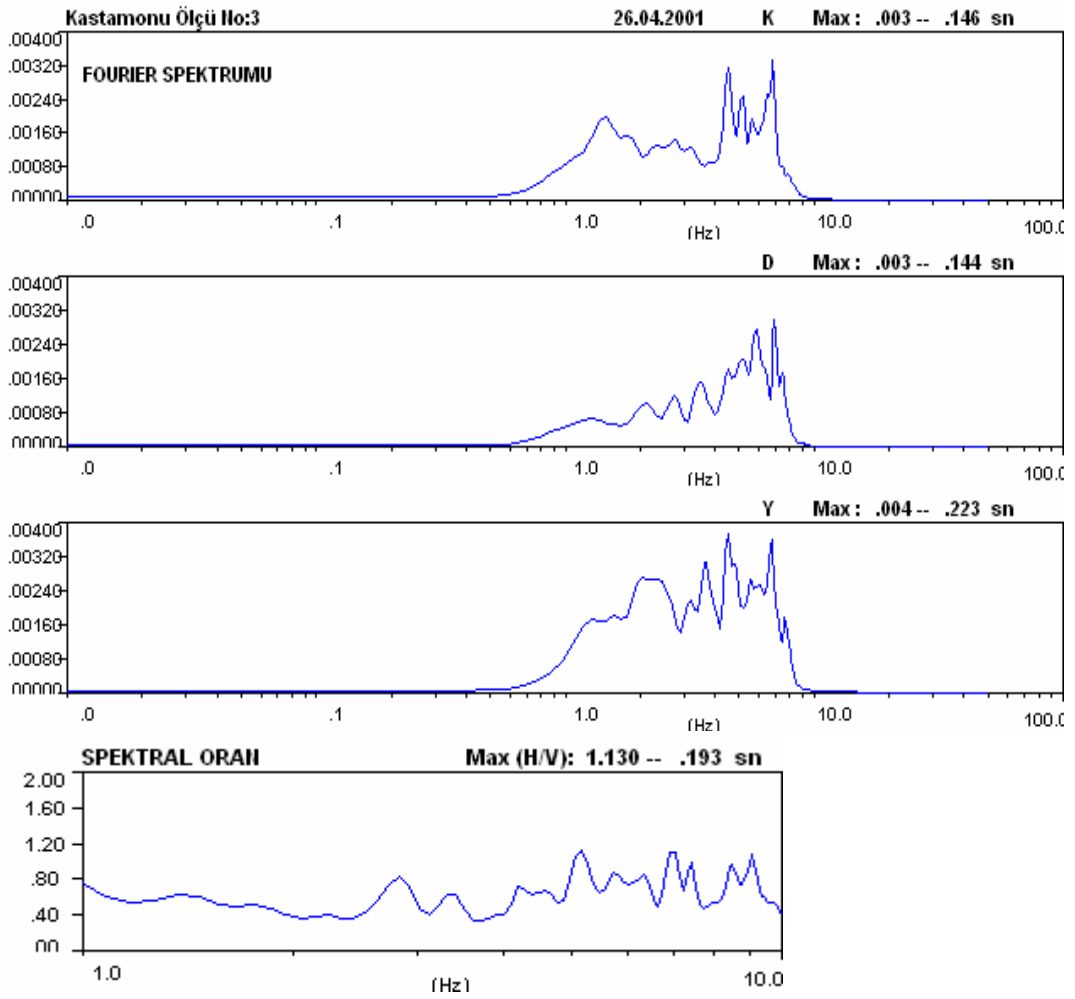
30	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Hepgebirler	34	33.78234	41.37793	Alüvyonlu,kumtaşı,çamurtaşı sınıırında	4.9	0.29	3.448	6.9629	8.88
31	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Hisarardı	35	33.76991	41.37777	Kumtaşı,kireçtaşı,çamurtaşı	1.7	0.18	5.556	0.5202	15.88
32	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kuzeykent	36	33.81376	41.42088	Çakıltaş,kumtaşı,çamurtaşı	3.3	0.17	5.882	1.8513	7.73
33	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	İnönü	37	33.82096	41.42138	Alüvyon	3.3	0.5	2.000	5.445	22.73
34	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	İnönü	38	33.81588	41.41666	Alüvyon	3.1	0.53	1.887	5.0933	25.65
35	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	İnönü	39	33.82732	41.41710	Alüvyon,dere yatağı	3.3	0.68	1.471	7.4052	30.91
36	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	İnönü	40	33.83279	41.42046	Alüvyon	2.4	0.23	4.348	1.3248	14.38
37	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	İnönü	41	33.82172	41.42526	Çakıltaş,kumtaşı,çamurtaşı	5.7	0.41	2.439	13.3209	10.79
38	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kuzeykent	42	33.81444	41.42538	Kireçtaşı,kumtaşı,çakıltaş	1.7	0.37	2.703	1.0693	32.65
39	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Dereköy	43	33.83224	41.42417	Kumtaşı,kireçtaşı,çamurtaşı ardalınamalı	3.4	0.41	2.439	4.7396	18.09
40	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Dereköy	44	33.83568	41.41334	Kumtaşı,kireçtaşı,çamurtaşı	2.5	0.56	1.786	3.5	33.60
41	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	İnebolu	45	33.81938	41.42976	Kireçtaşı,kumtaşı,çakıltaş ardalınaması	4.1	0.256	3.906	4.30336	9.37
42	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Dereköy	46	33.82771	41.42930	Kireçtaşı,kumtaşı,çamurtaşı ardalınamalı	2	0.38	2.632	1.52	28.50
43	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kuzeykent	47	33.81500	41.43023	Çakıltaş,kumtaşı,çamurtaşı ardalınamalı	3.2	0.17	5.882	1.7408	7.97
44	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kuzeykent	48	33.80527	41.42910	Çakıltaş,çamurtaşı,kumtaşı	2.8	0.277	3.610	2.17168	14.84
45	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kuzeykent	49	33.79565	41.42899		4	0.34	2.941	5.44	12.75
46	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kuzeykent	50	33.78890	41.43037	Çamurtaşı,kumtaşı,çakıltaş	1.7	0.12	8.333	0.3468	10.59
47	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kuzeykent	51	33.78322	41.42989	Kumtaşı,çakıltaş,çamurtaşı	1.5	0.44	2.273	0.99	44.00
48	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kuzeykent	52	33.77601	41.42993	Çamurtaşı,kıltaş,kumtaşı	1.5	0.66	1.515	1.485	66.00
49	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kuzeykent	53	33.78451	41.43499		2	0.19	5.263	0.76	14.25
50	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kuzeykent	54	33.79444	41.43453		1.1	0.17	5.882	0.2057	23.18
51	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kuzeykent	55	33.80102	41.41987	Kumtaşı,çakıltaş ardalınamalı	3.2	0.3	3.333	3.072	14.06
52	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kuzeykent	56	33.79481	41.42124	Kireçtaşı	2.1	0.34	2.941	1.4994	24.29
53	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kuzeykent	57	33.80088	41.43566	Kumtaşı,çakıltaş,çamurtaşı,kireçtaşı	3.2	0.4	2.500	4.096	18.75
54	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kuzeykent	58	33.80786	41.43440	Kumtaşı,çakıltaş,çamurtaşı	2.1	0.66	1.515	2.9106	47.14
55	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kuzeykent	59	33.81339	41.43393	Çakıltaş,kumtaşı,çamurtaşı	1.8	0.42	2.381	1.3608	35.00
56	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	M.Akif Ersoy	61	33.82019	41.41101	Alüvyon	1.7	0.7	1.429	2.023	61.76
57	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Hacıbey Köyü	62	33.82649	41.41060	Alüvyon	1.7	0.34	2.941	0.9826	30.00
58	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	M.Akif Ersoy	63	33.81397	41.40691	Çakıltaş,kumtaşı,çamurtaşı	1.18	0.31	3.226	0.431644	39.41
59	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	M.Akif Ersoy	64	33.80700	41.40589	Kıltaş,çamurtaşı	1.65	0.2	5.000	0.5445	18.18
60	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	İnönü	66	33.81428	41.41119	Alüvyon	4.4	0.3	3.333	5.808	10.23
61	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Taşköprü Yolu	67	33.80139	41.40675	Alüvyonal Dolgu	3.6	0.25	4.000	3.24	10.42
62	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Bahçeli	69	33.78858	41.40591	Kumtaşı,çakıltaş, bozuşmuş ve ayrılmış öryolitik yapı şistli metamorfik	2.4	0.5	2.000	2.88	31.25
63	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Candaroğulları	70	33.78721	41.40153	Kumlu killi kireçtaşı, çamurtaşı	2.6	0.4	2.500	2.704	23.08

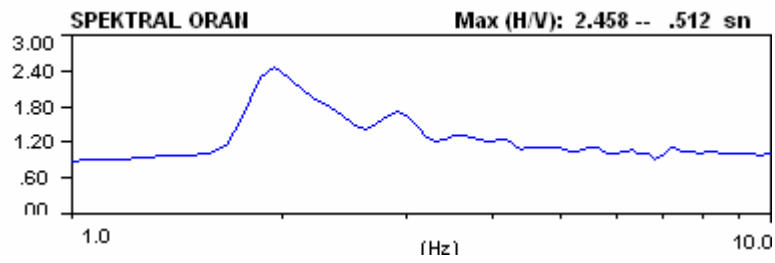
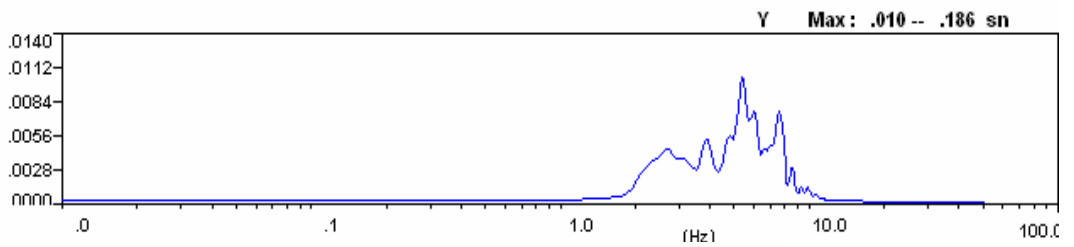
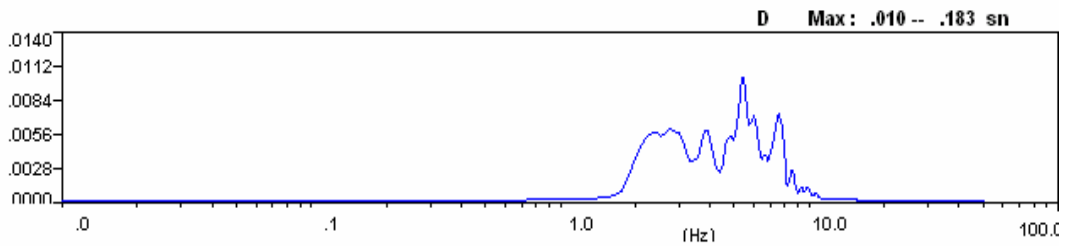
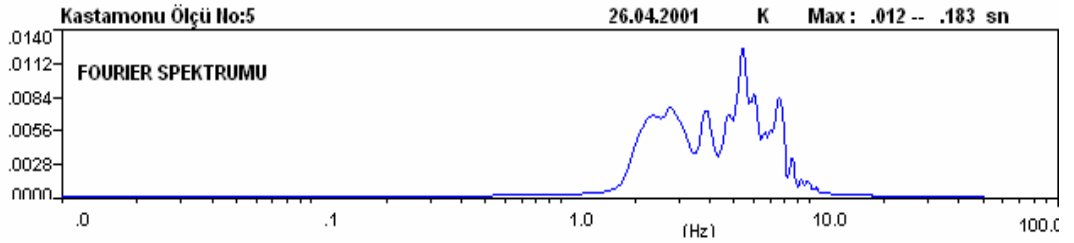
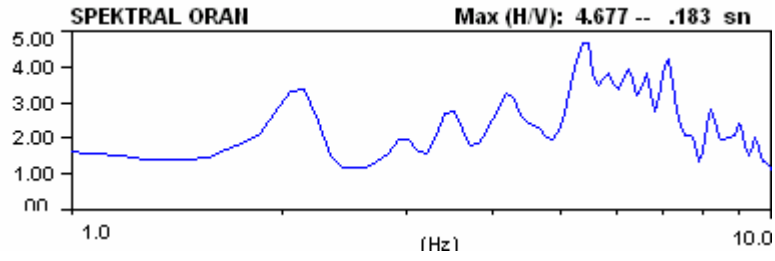
64	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	M.Akif Ersoy	71	33.80146	41.40151	Killi kireçtaşı altere olmuş	2.5	0.58	1.724	3.625	34.80
65	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	M.Akif Ersoy	72	33.80737	41.39637	Kireçtaşı	2	0.19	5.263	0.76	14.25
66	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	M.Akif Ersoy	73	33.81715	41.39465	Çakıtaşı,kumtaşı,çamurtaşı	2.4	0.35	2.857	2.016	21.88
67	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	M.Akif Ersoy	74	33.80737	41.39221	Kireçtaşı	1.4	0.26	3.846	0.5096	27.86
68	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	M.Akif Ersoy	75	33.80017	41.39222	Killi kumlu kireçtaşı,çamurtaşı,kilitaşı	1.4	0.28	3.571	0.5488	30.00
69	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	M.Akif Ersoy	76	33.80123	41.39678	Kireçtaşı,kilitaşı,kumtaşı ardalınamalı çakıtaşı	1.7	0.3	3.333	0.867	26.47
70	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	İnönü	78	33.78584	41.39577	Kireçtaşı,kumtaşı,metamorfik ayrıışmış bozuşmuş şistli metamorfik zemin	2.3	0.25	4.000	1.3225	16.30
71	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	İnönü	79	33.78599	41.39195	Kireçtaşı,kırmızı renkli killi kumlu birim	3.3	0.22	4.545	2.3958	10.00
72	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	M.Akif Ersoy	80	33.79448	41.38989	Kıvrımlı kireçtaşı	2.6	0.13	7.692	0.8788	7.50
73	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Esentepe	81	33.80418	41.38811	Kireçtaşı,kumtaşı ardalınamalı	2.3	0.11	9.091	0.5819	7.17
74	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Esentepe	82	33.81646	41.38912	Kireçtaşı	3	0.15	6.667	1.35	7.50
75	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Esentepe	83	33.80789	41.38463	Kireçtaşı	2	0.18	5.556	0.72	13.50
76	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Kırkçeşme	84	33.80008	41.38310	Kireçtaşı	2.4	0.14	7.143	0.8064	8.75
77	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	İsvandiyar	85	33.79826	41.37606	Kireçtaşı	1.8	0.25	4.000	0.81	20.83
78	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Cebrail	86	33.78879	41.38208	Alüvyon	6	0.34	2.941	12.24	8.50
79	Kastamonu İl Merkezi	Kastamonu	Akmescit	87	33.77514	41.38170	Metamelanj	2.6	0.27	3.704	1.8252	15.58

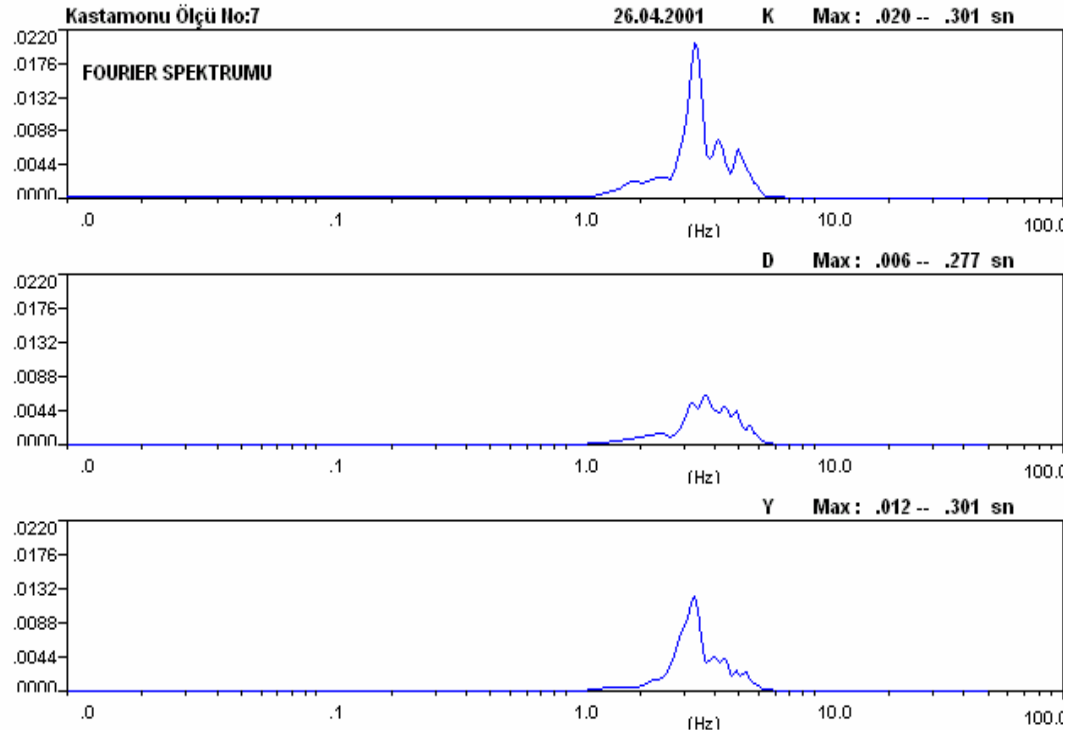
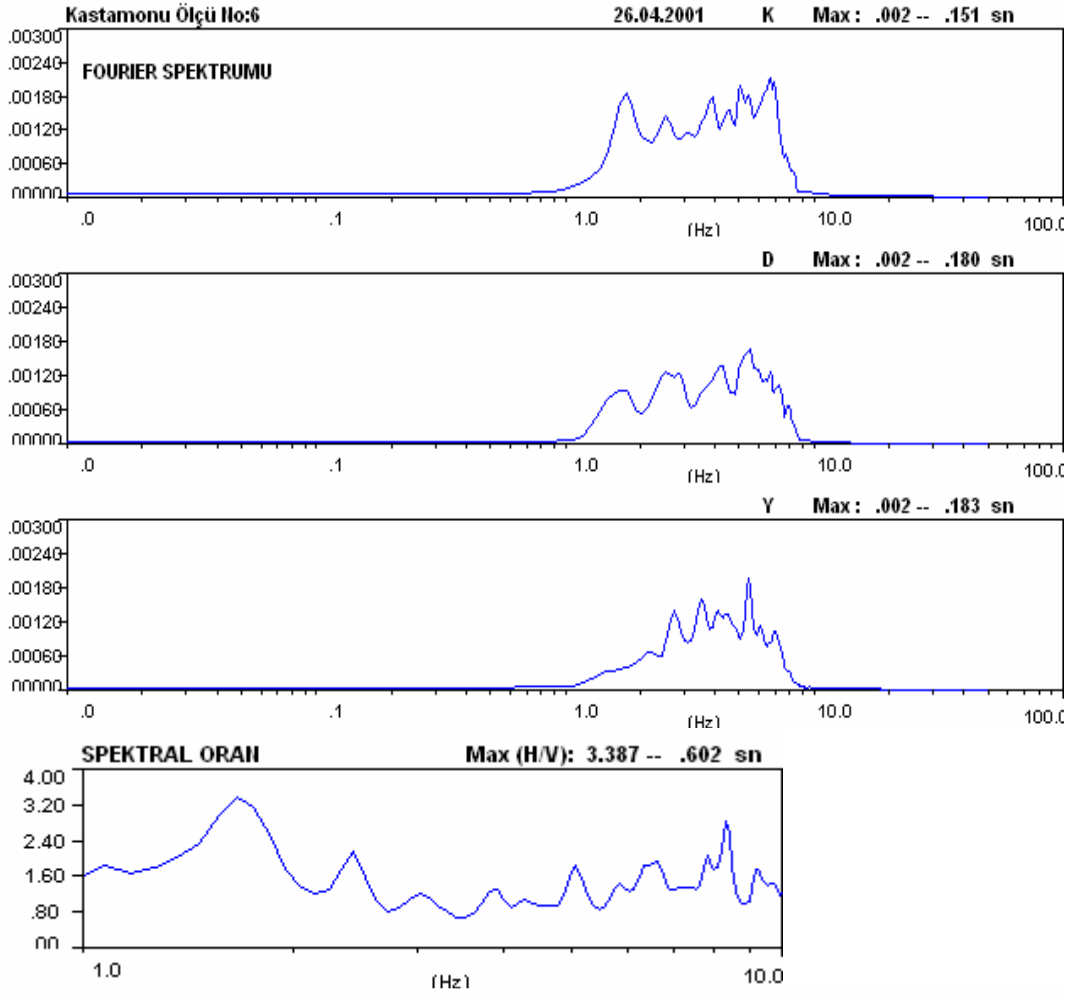
* 1,12,20,21,60,65,68,77,88 nolu kayıtlar değerlendirilmedi.

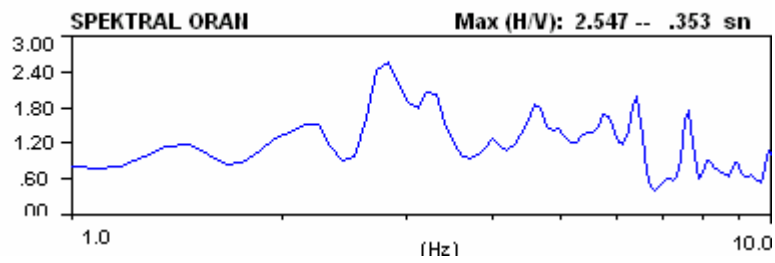
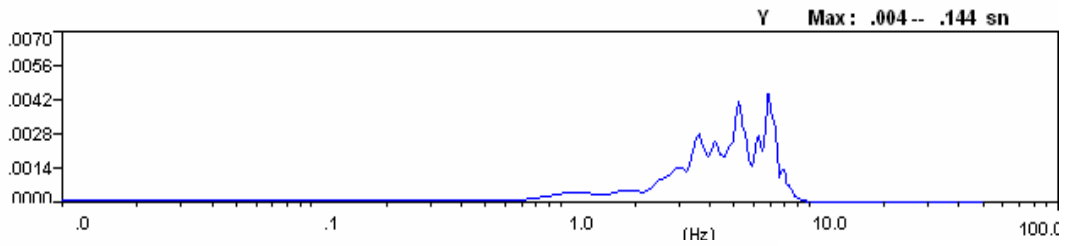
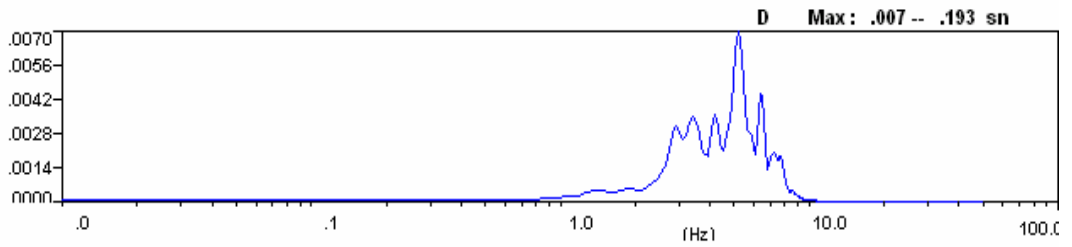
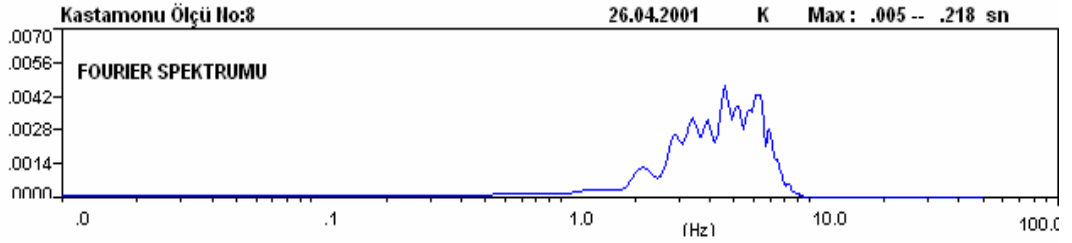
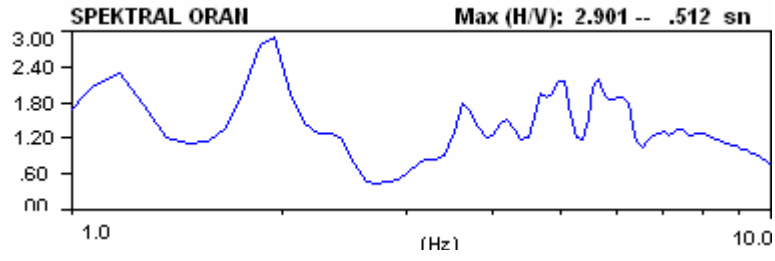
EK-2 : Ölçü Noktalarının Spektral Oranları ve Fourier Spektrumları

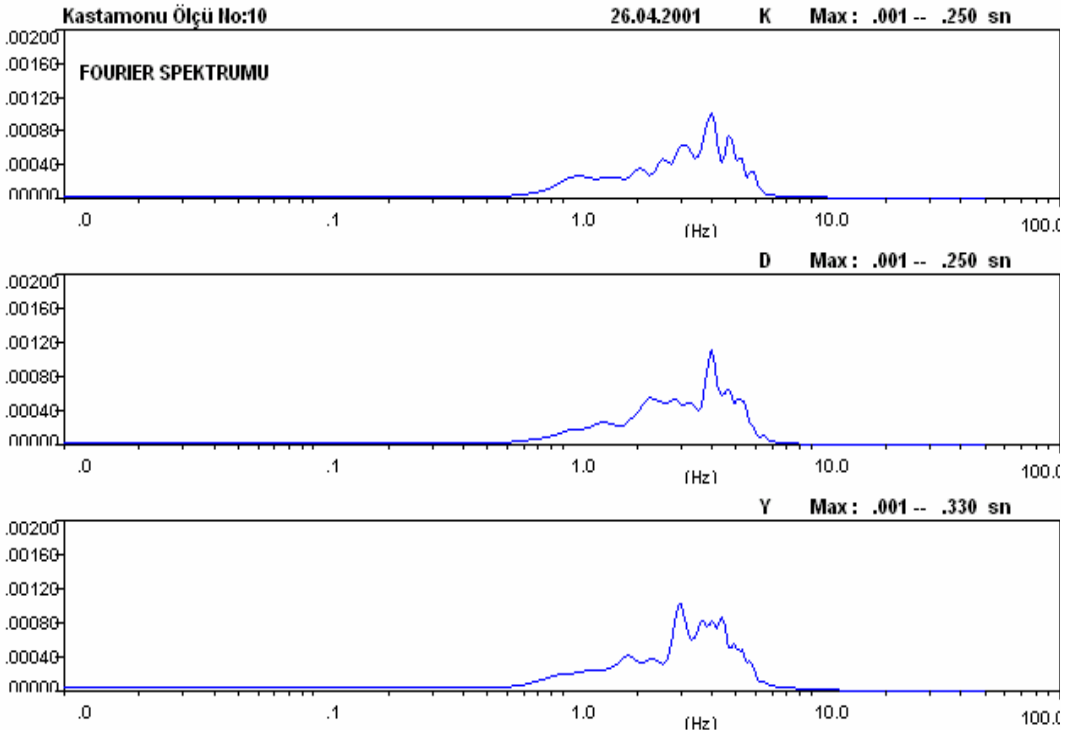
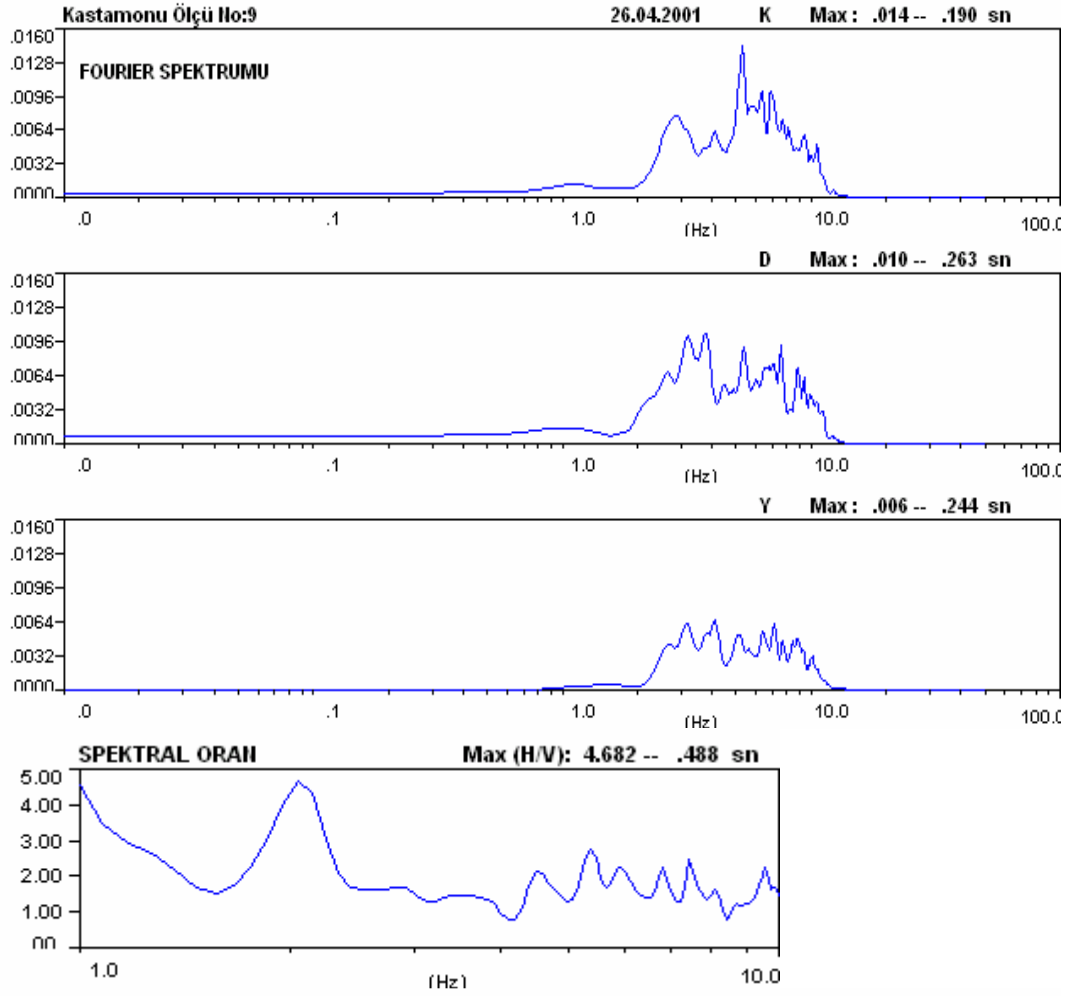


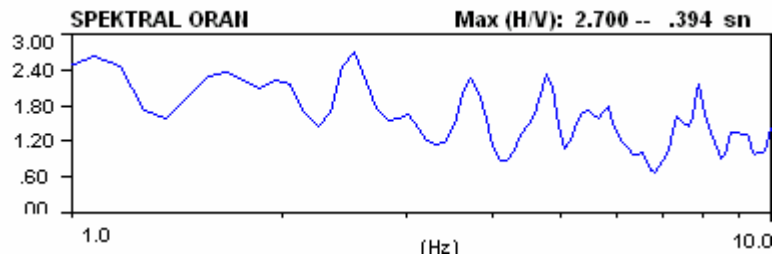
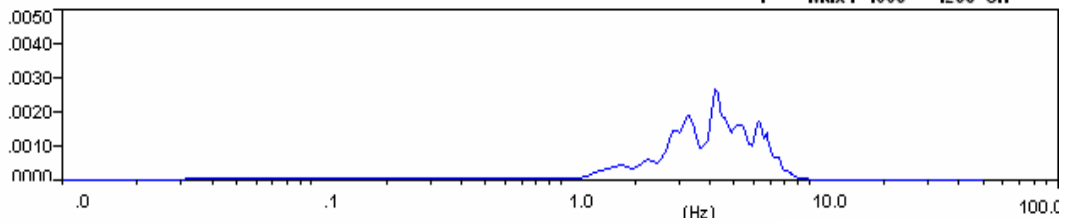
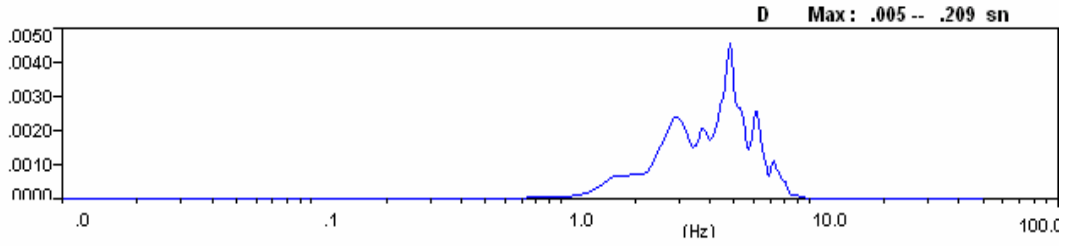
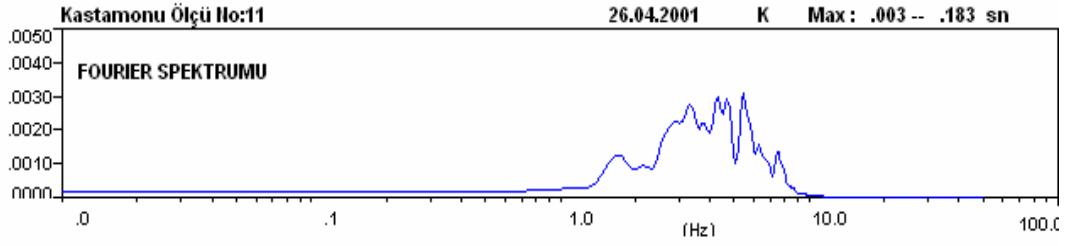
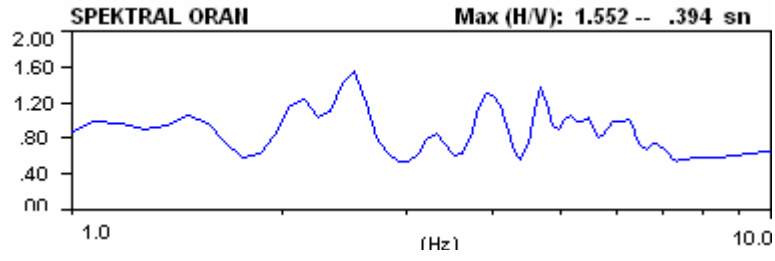


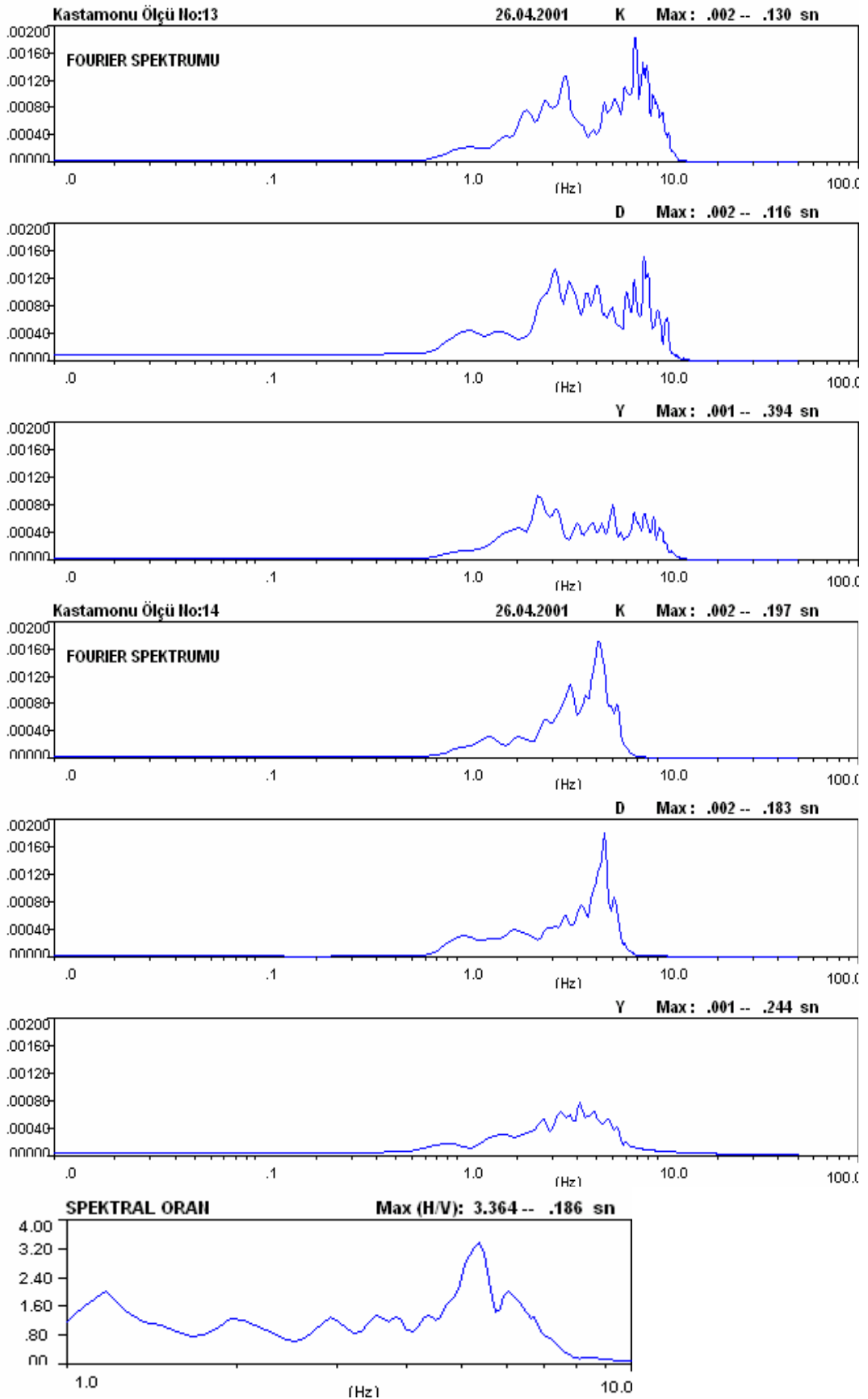


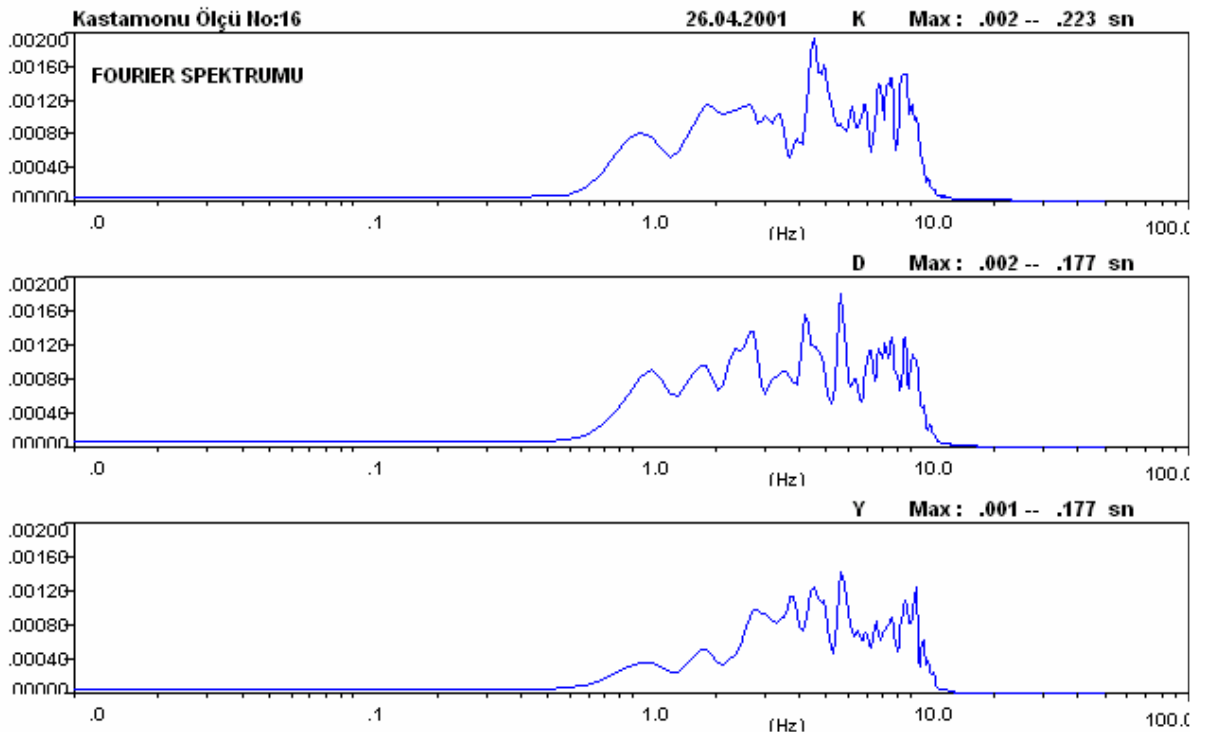
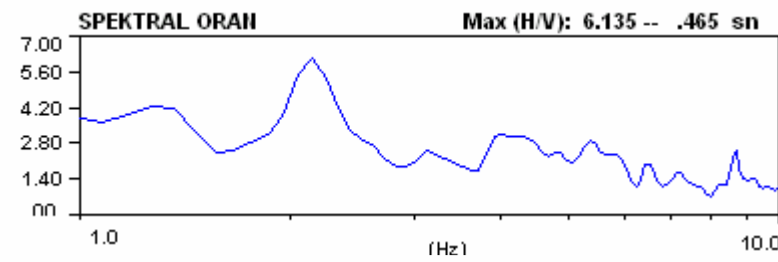
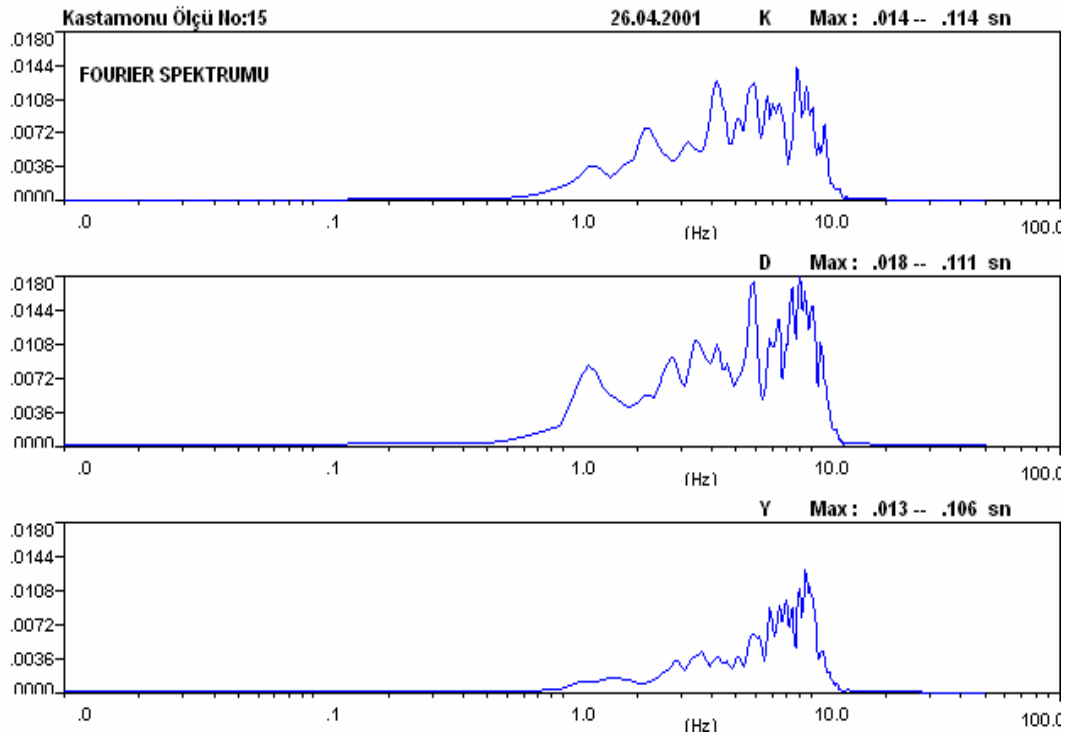


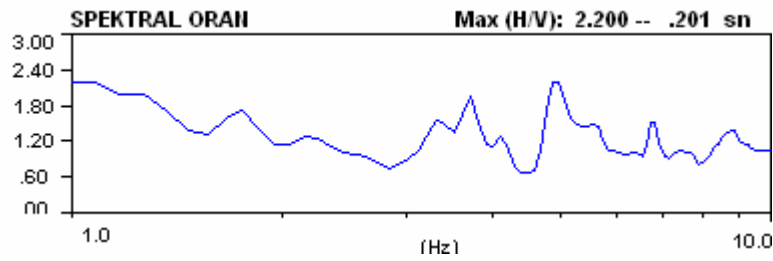
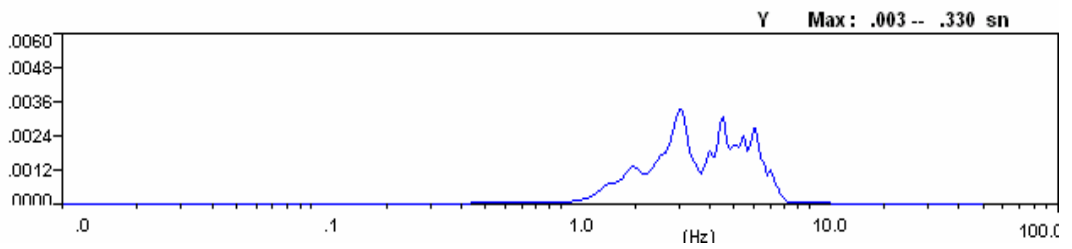
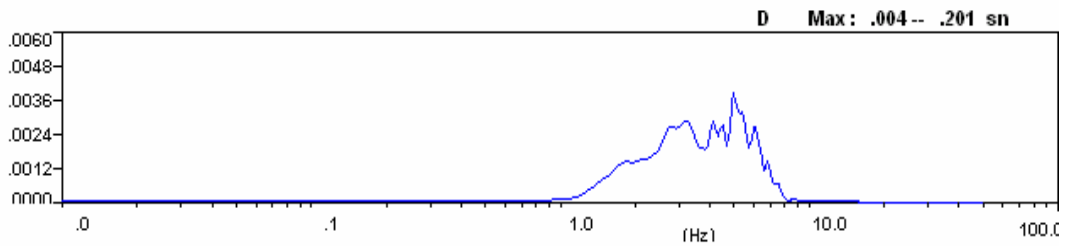
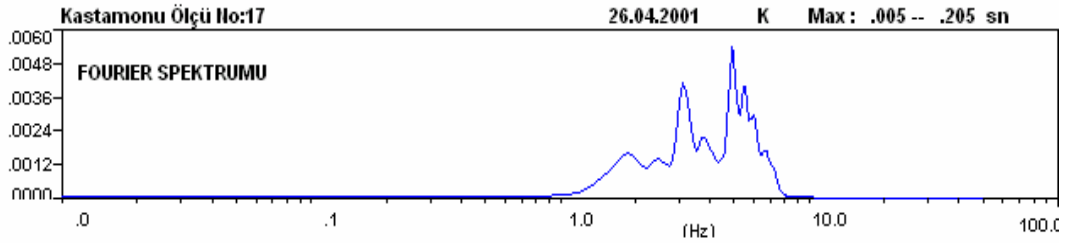
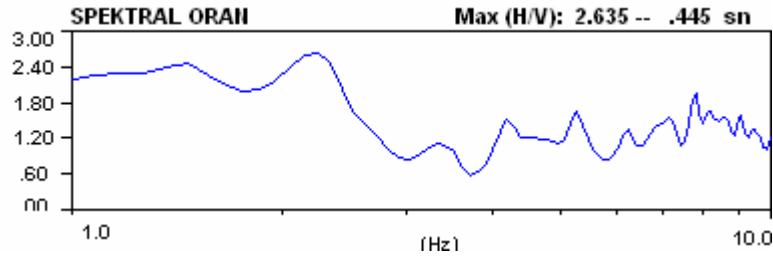


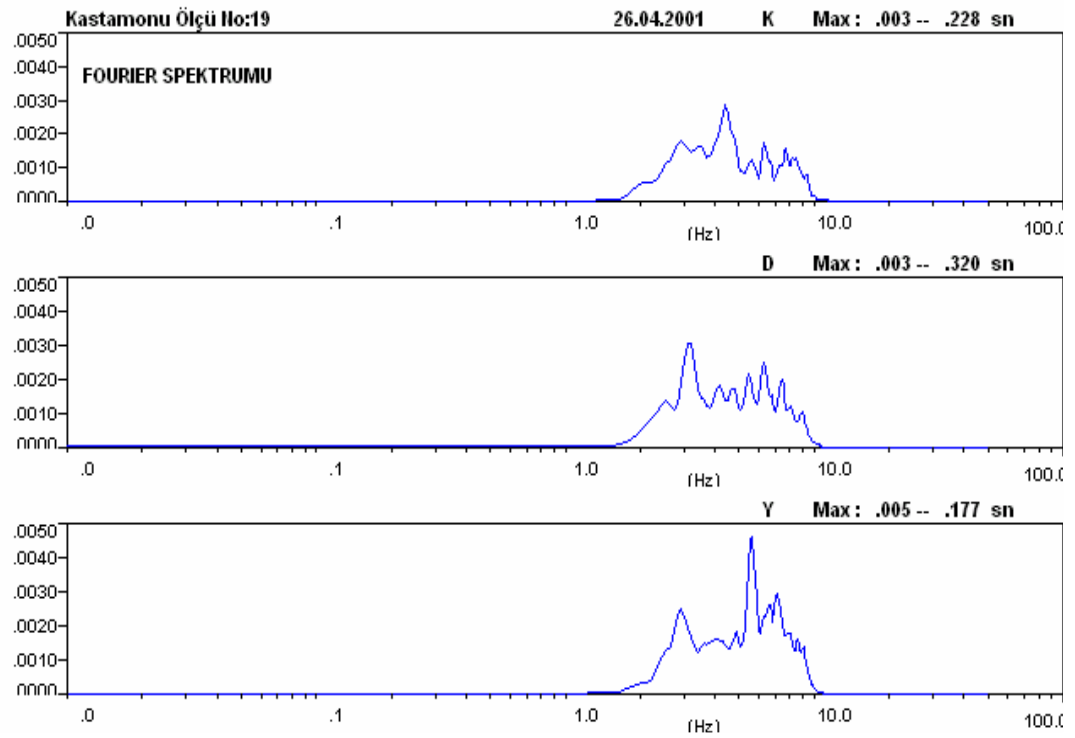
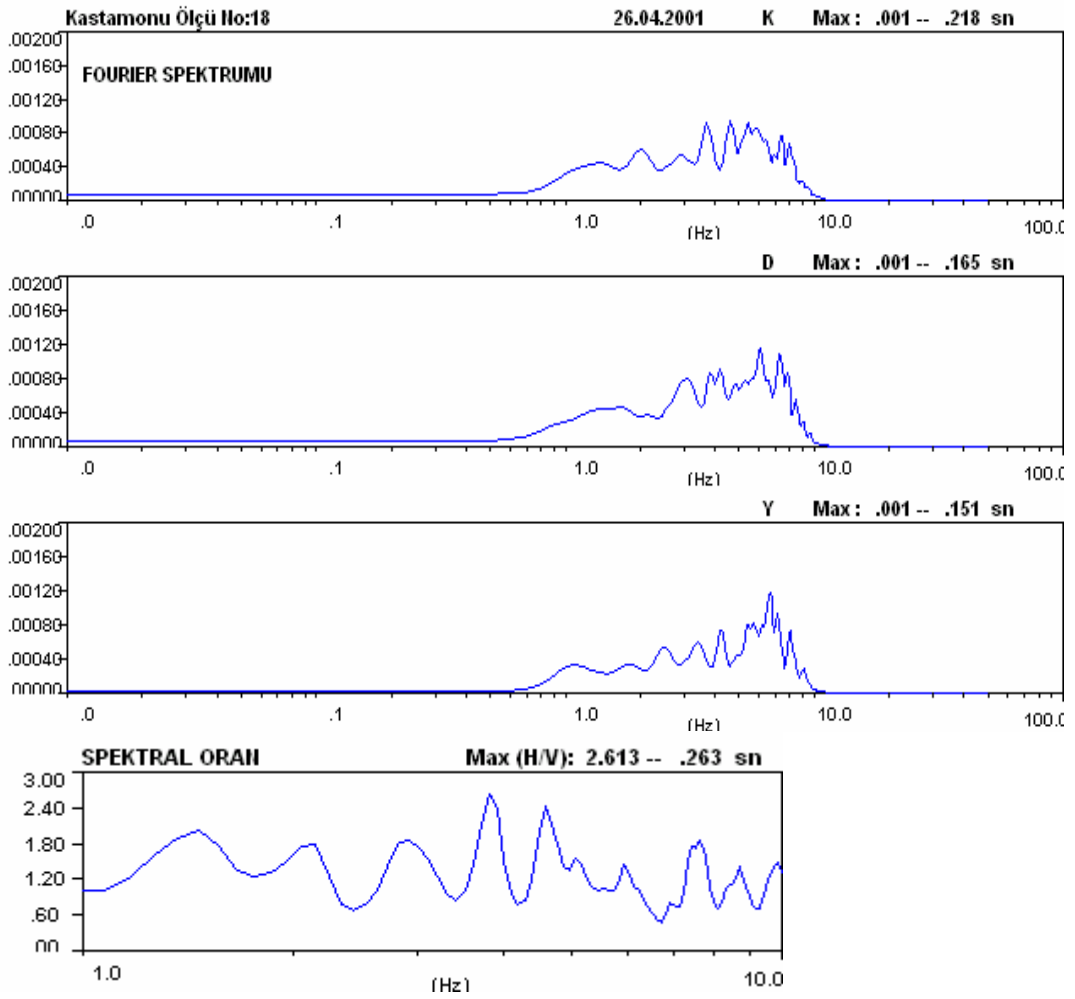


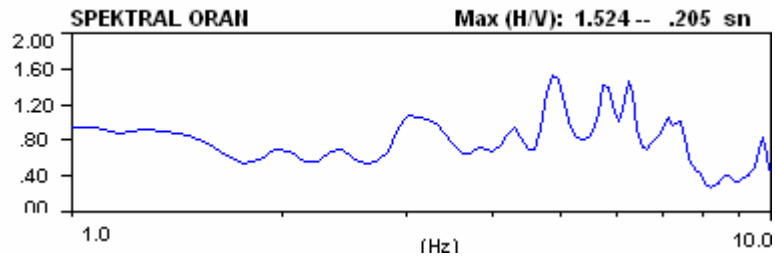
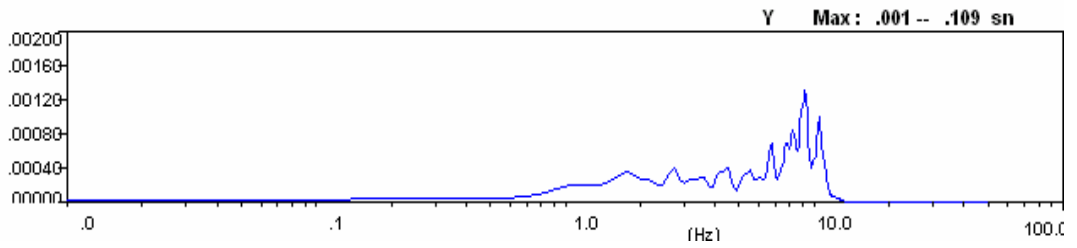
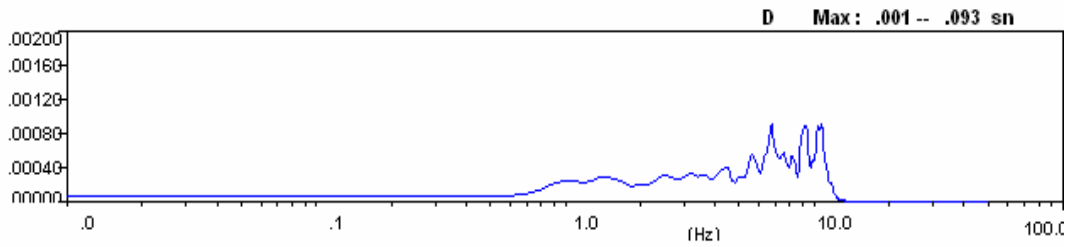
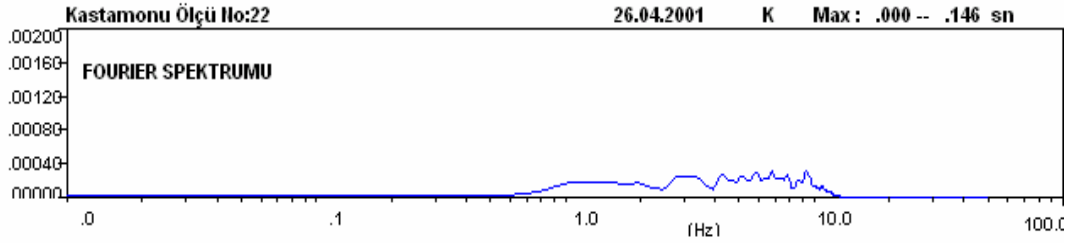
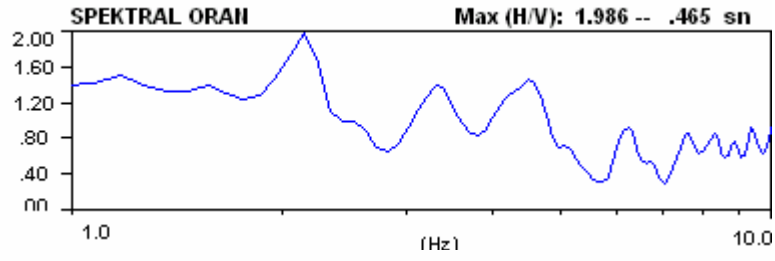


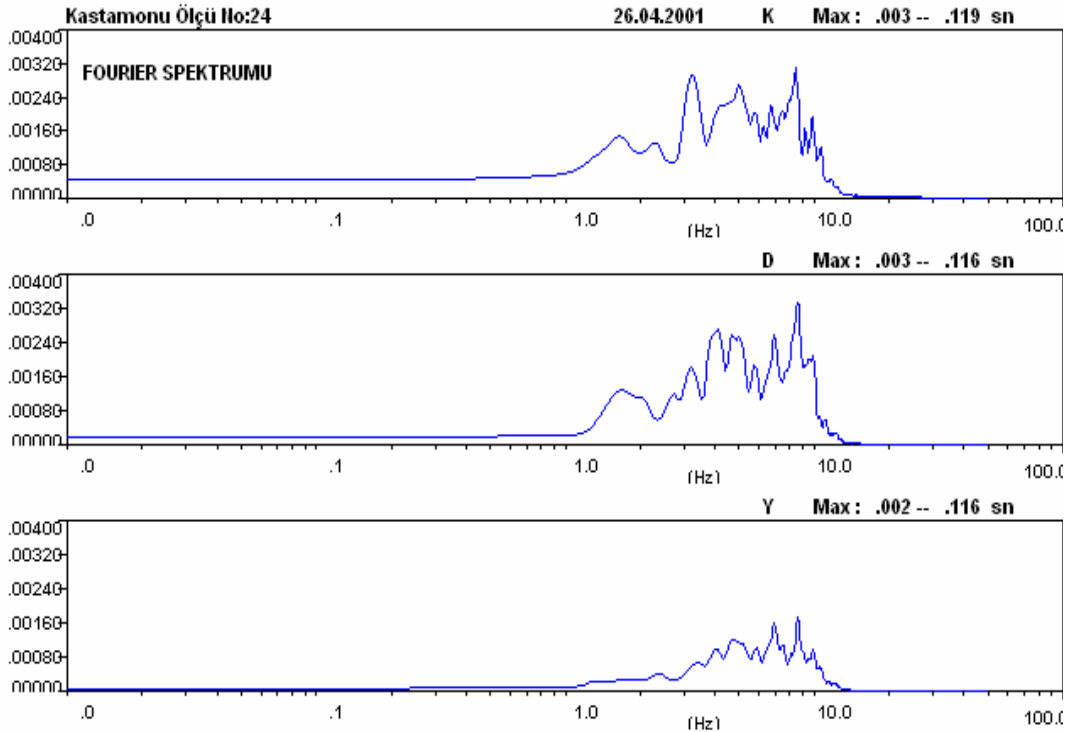
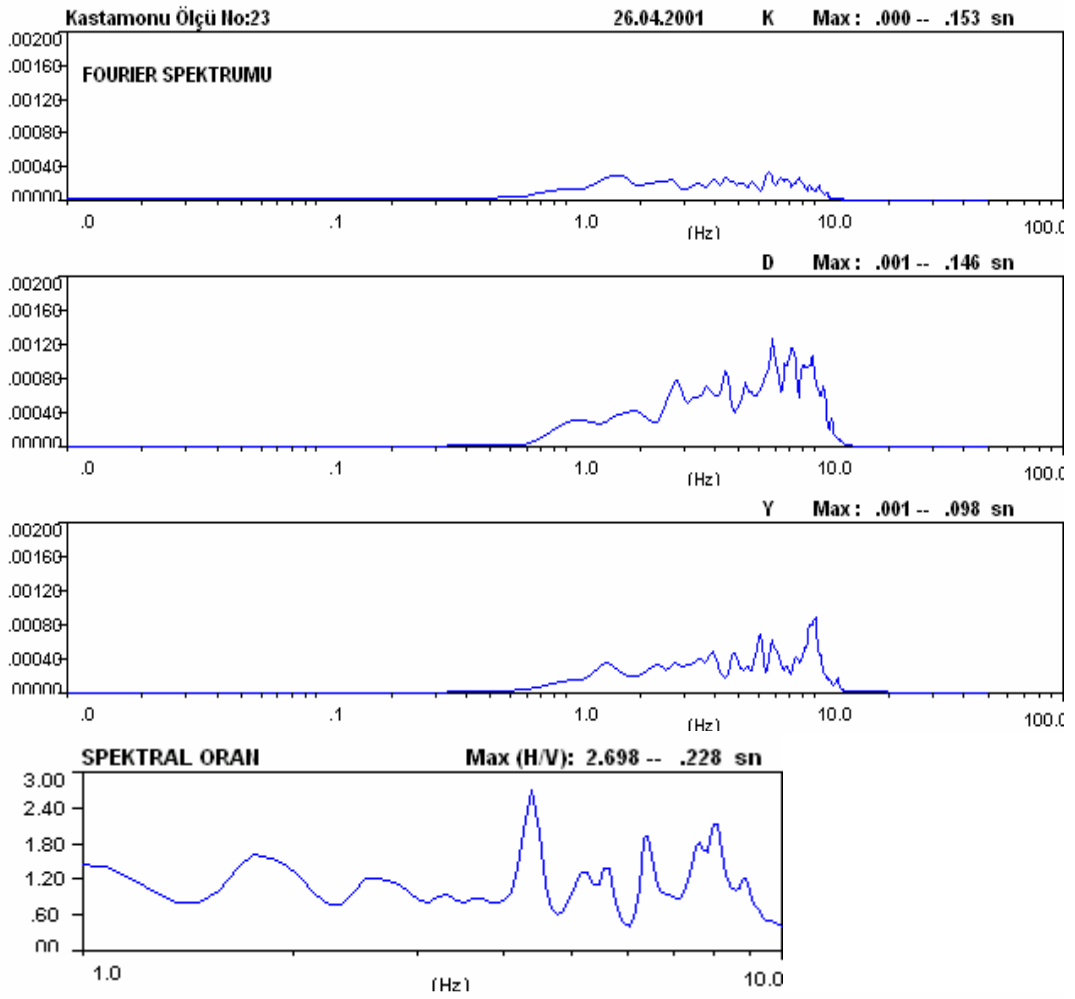


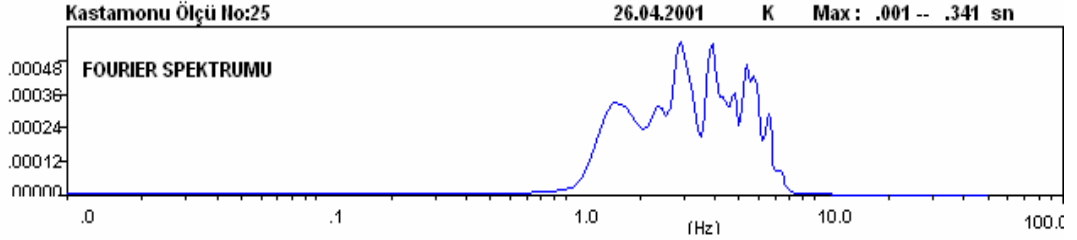
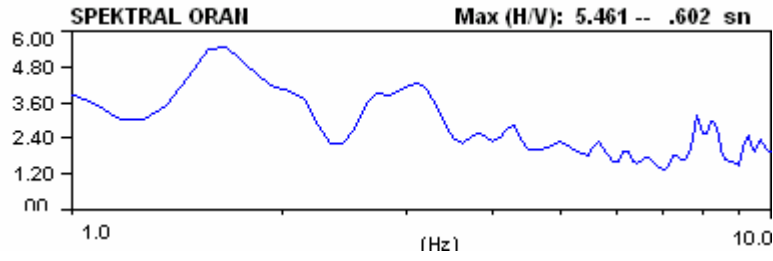




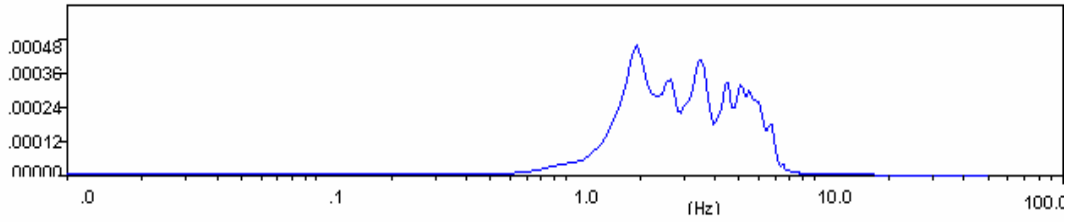




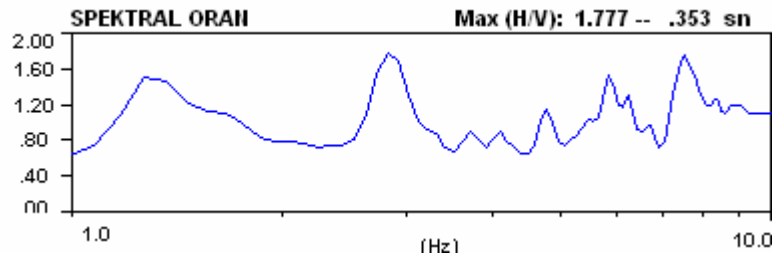
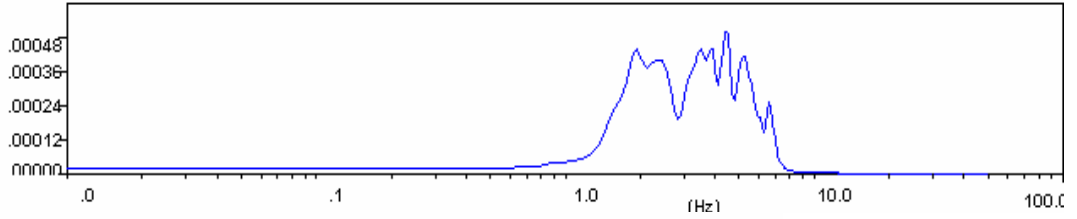


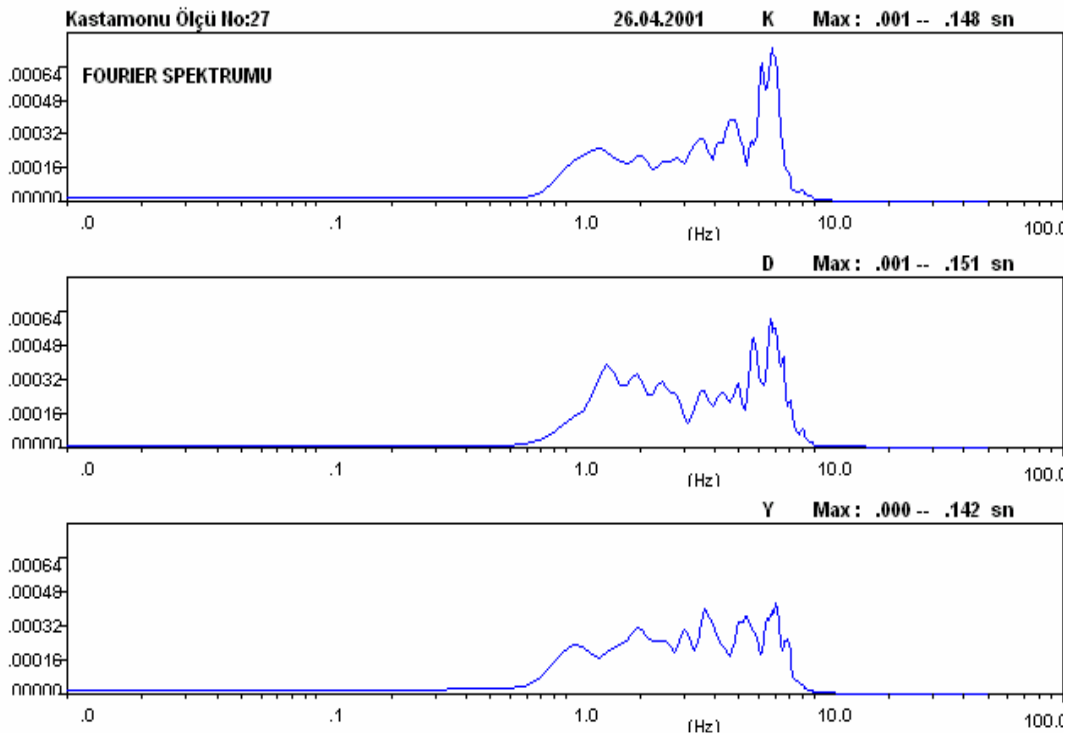
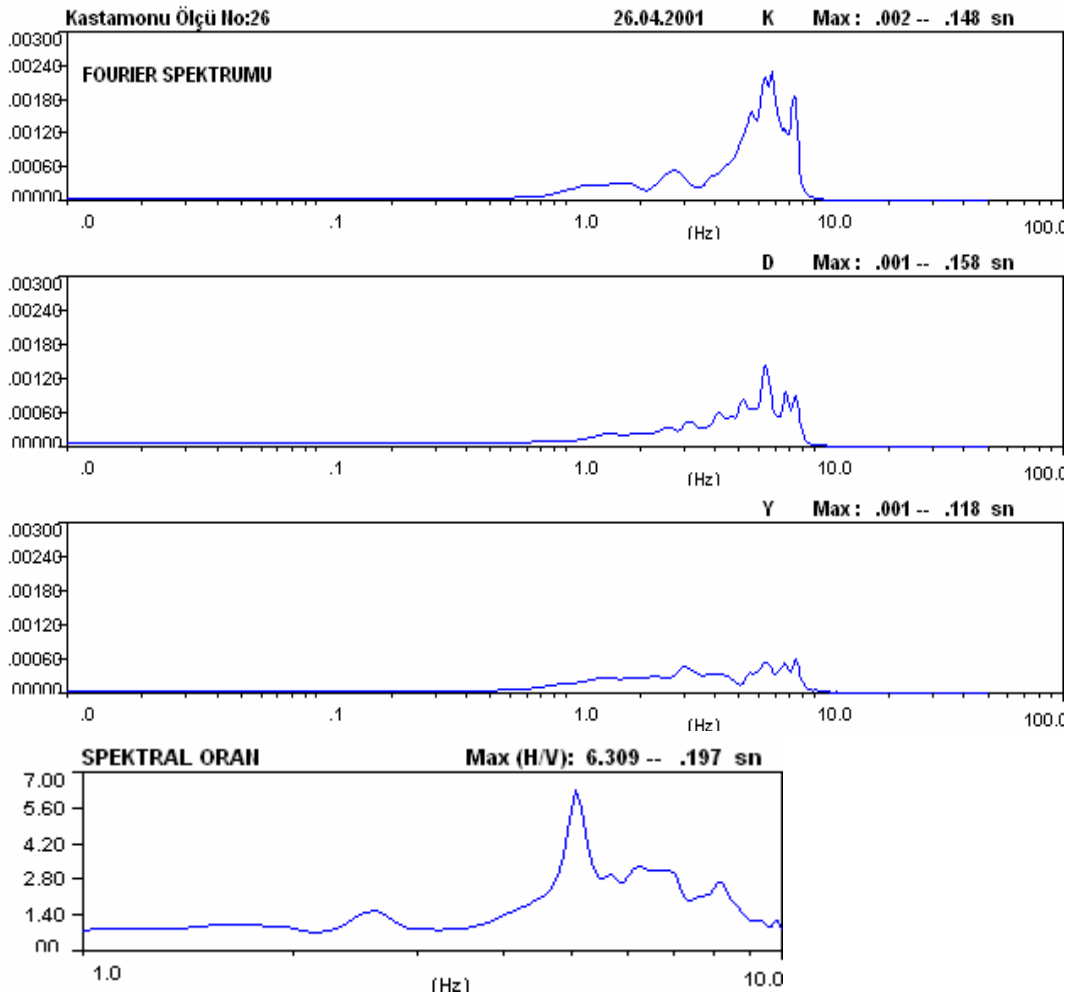


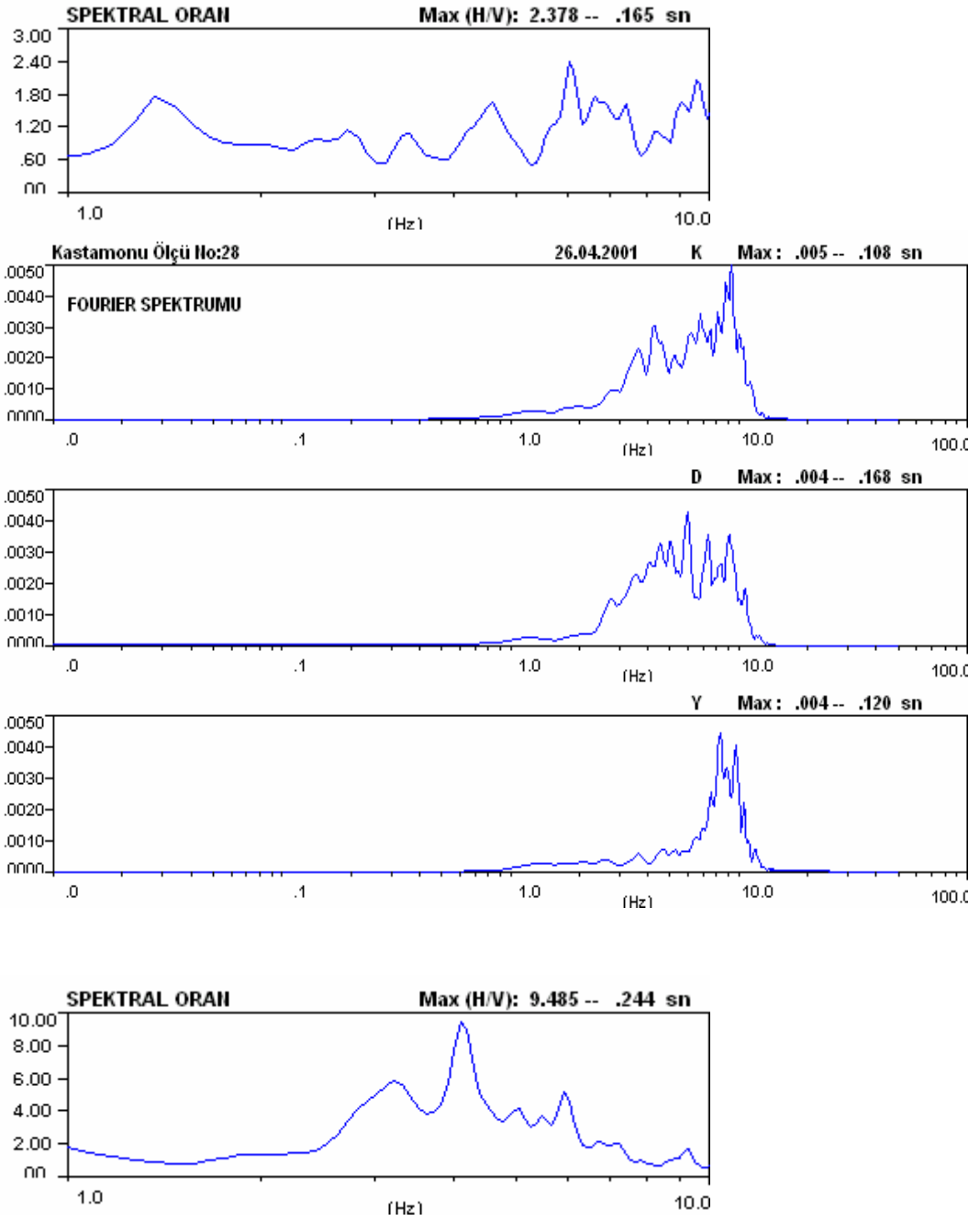
D **Max: .000 -- .512 sn**

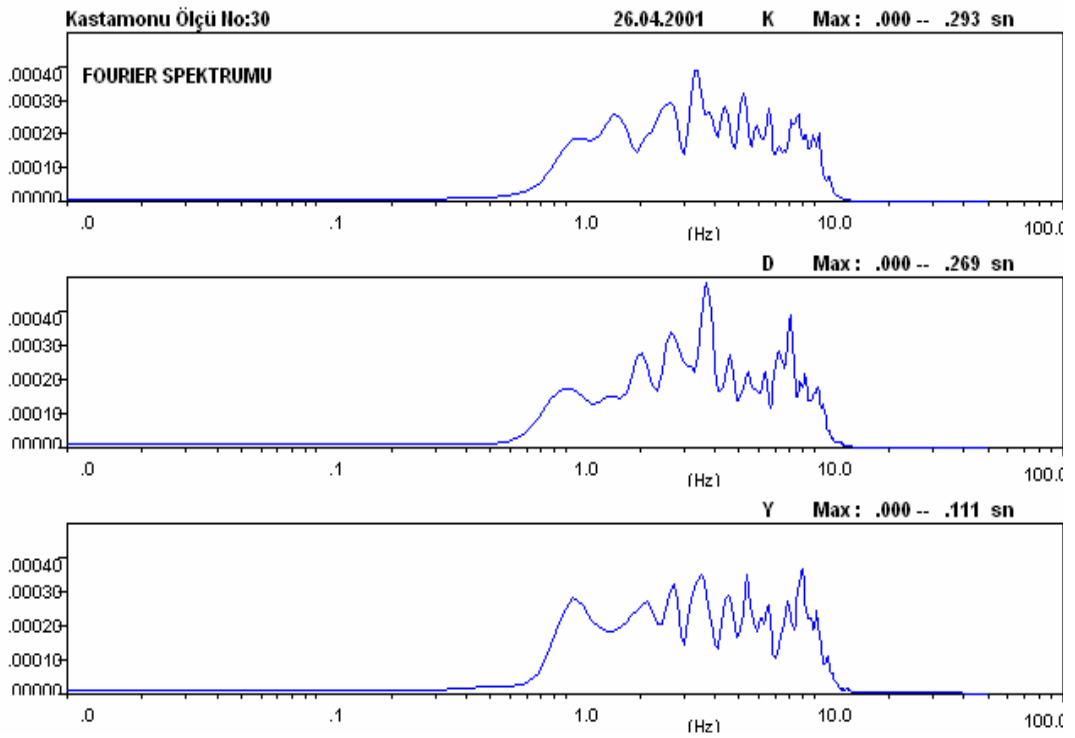
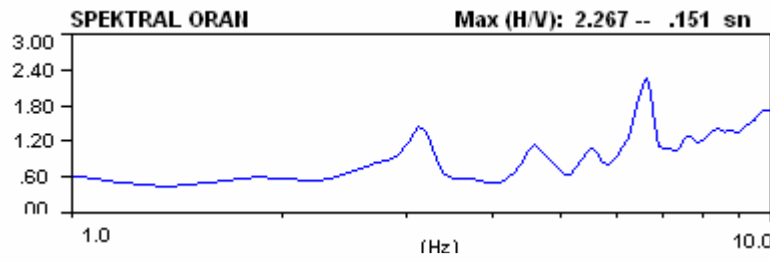
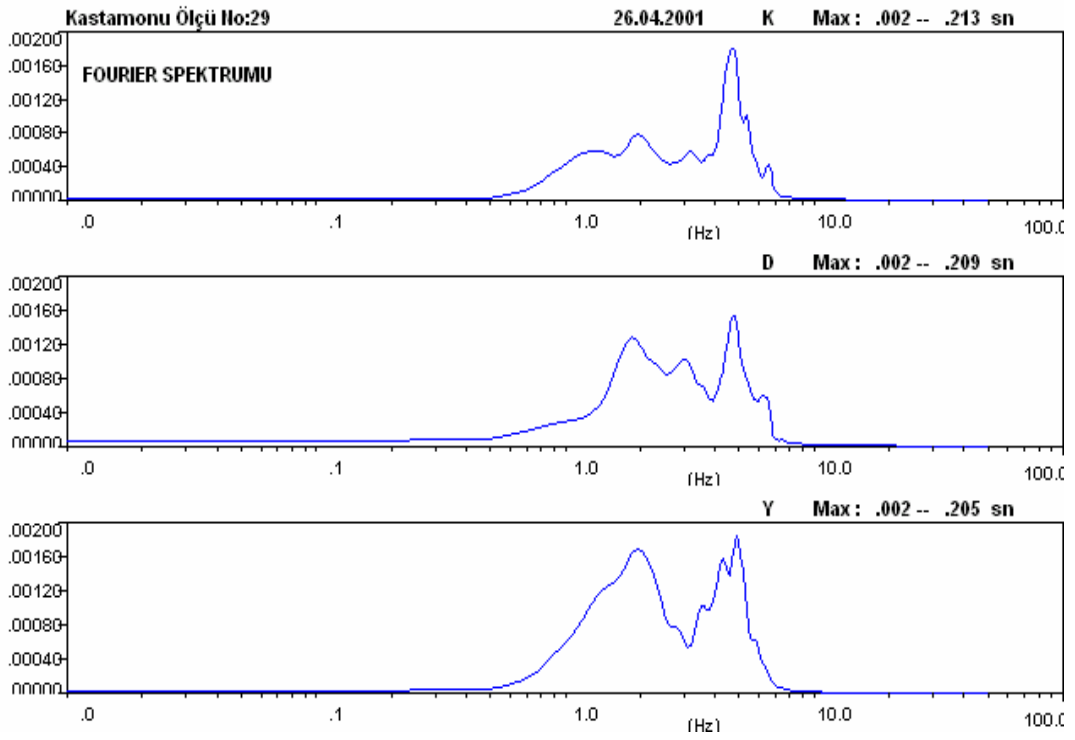


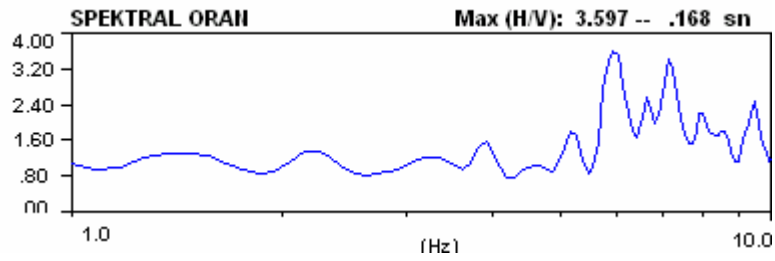
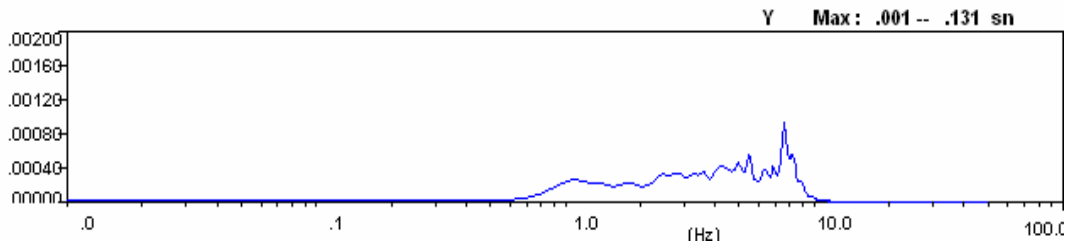
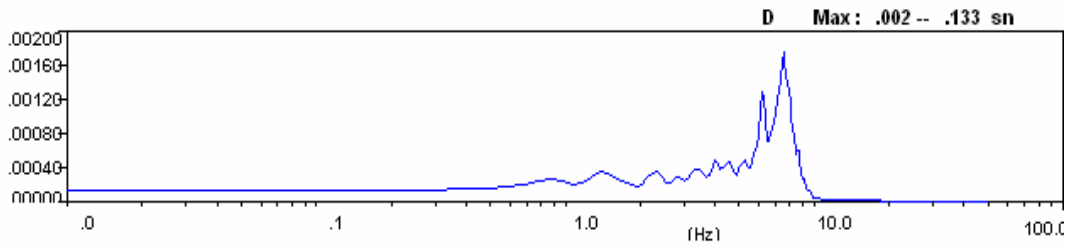
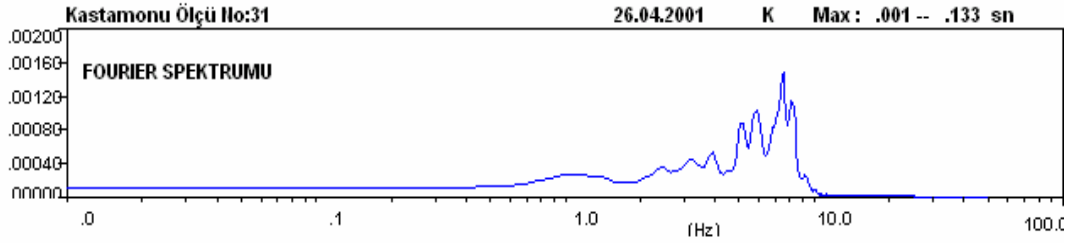
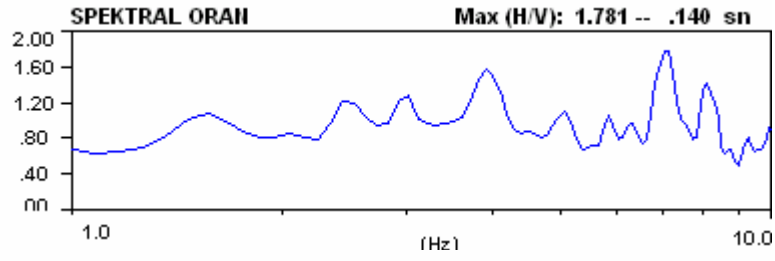
Y **Max: .000 -- .228 sn**

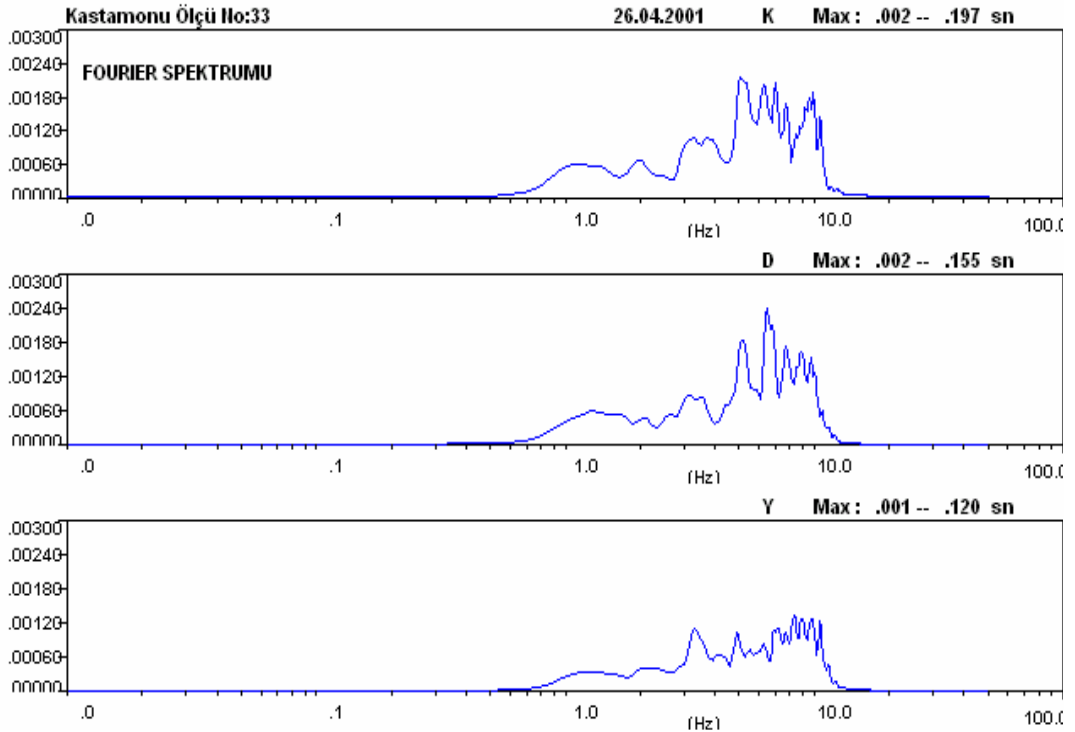
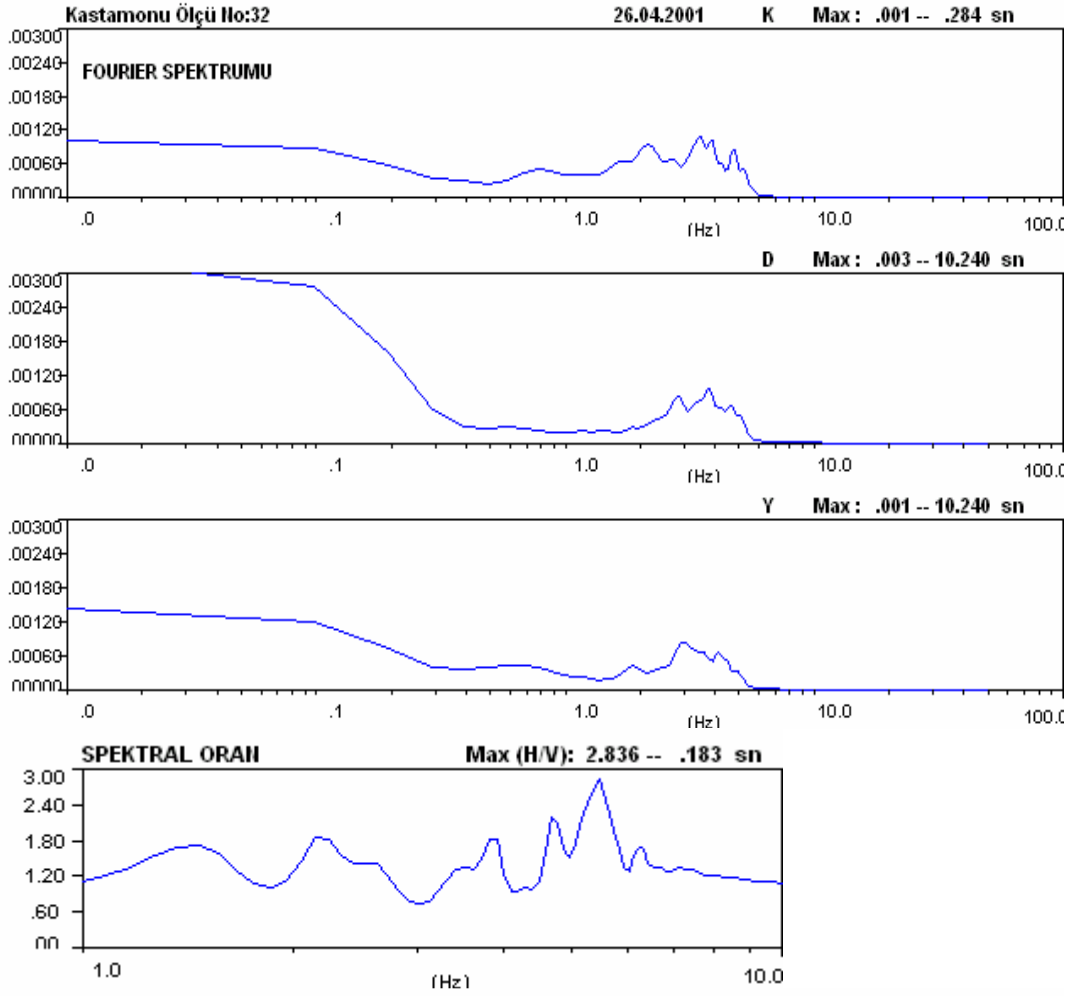


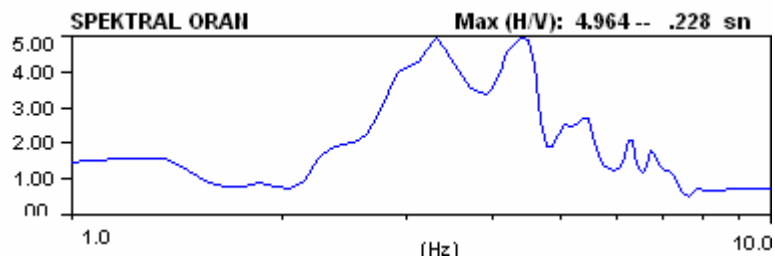
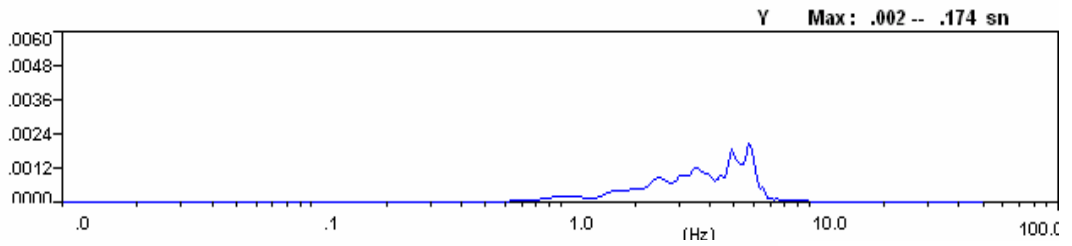
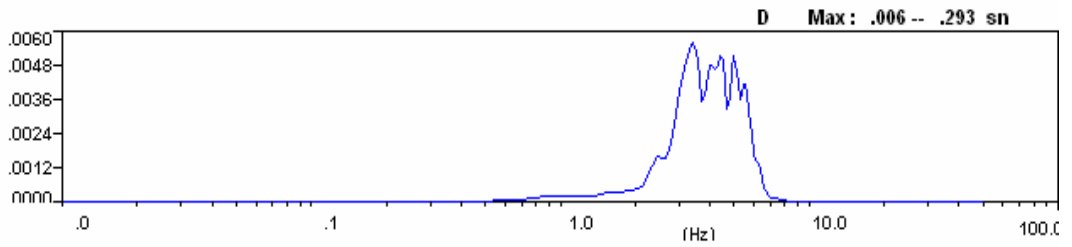
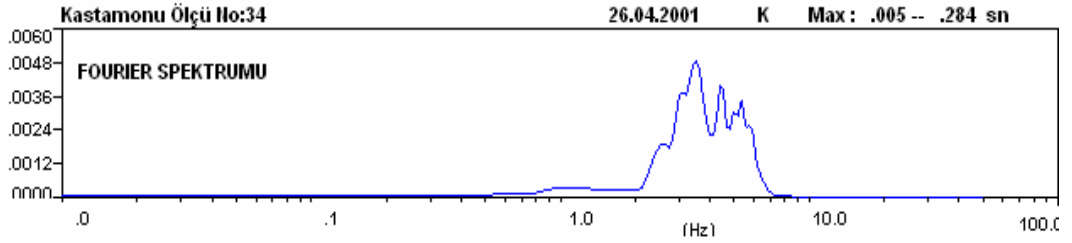
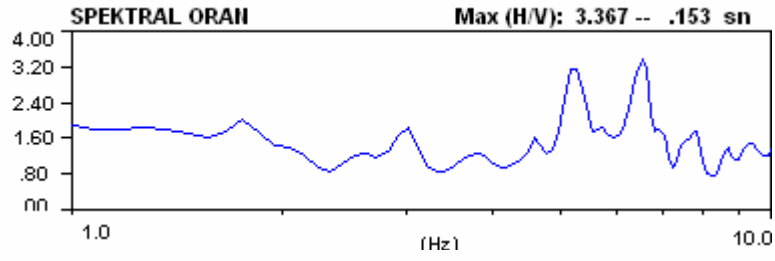


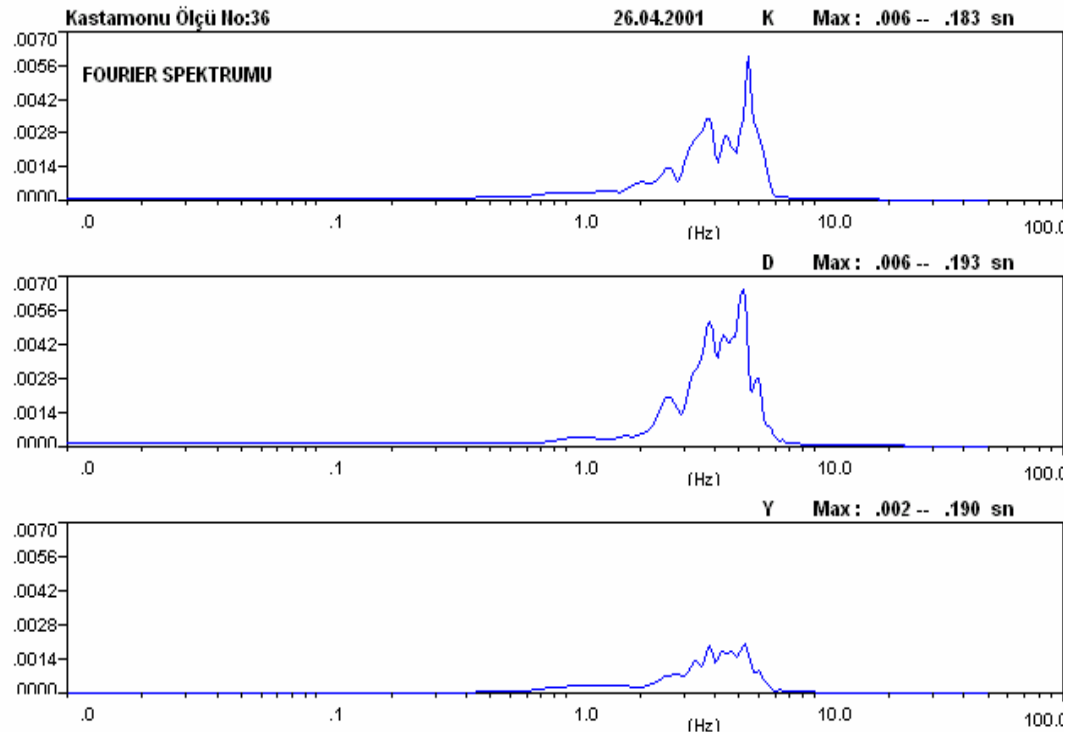
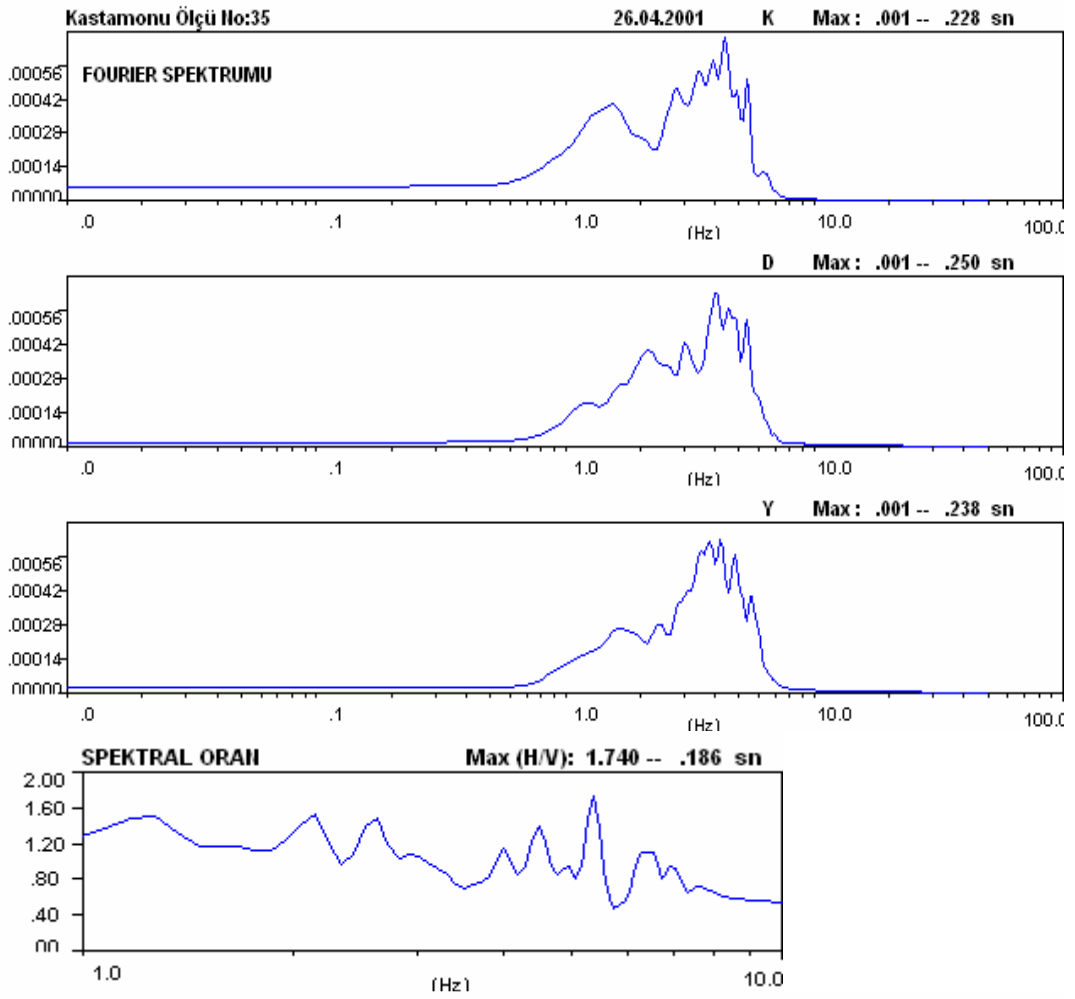


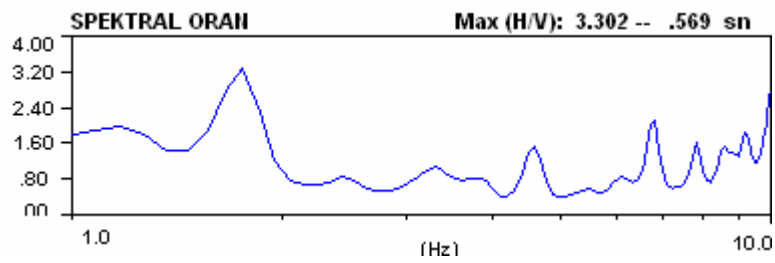
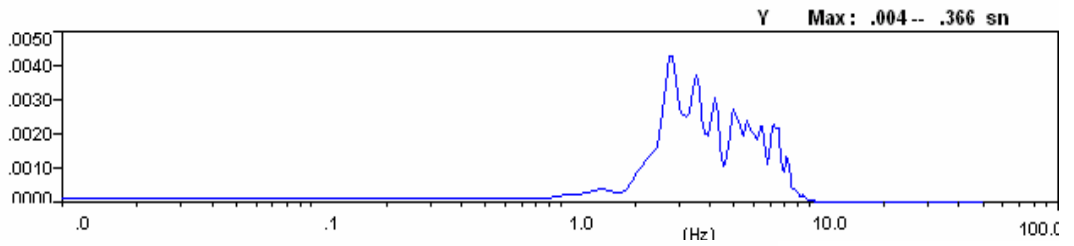
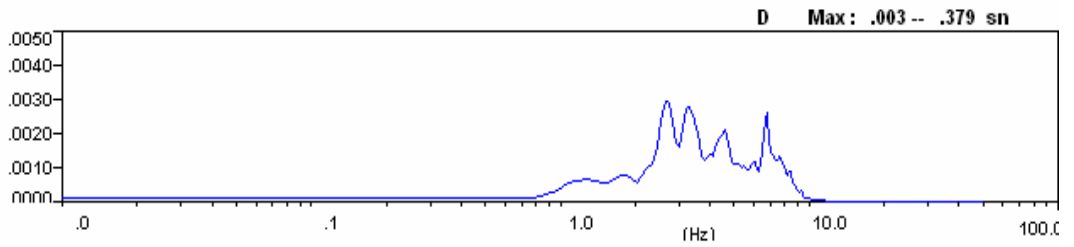
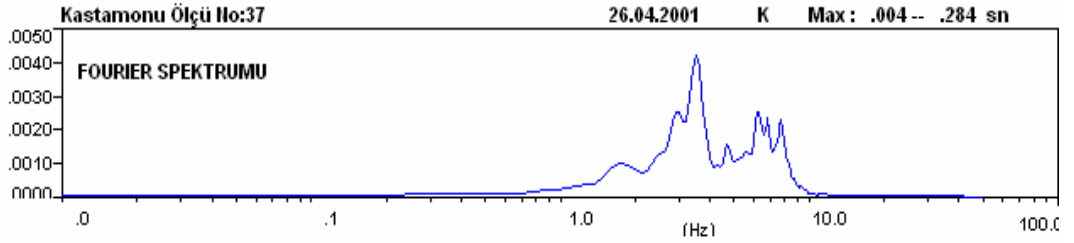
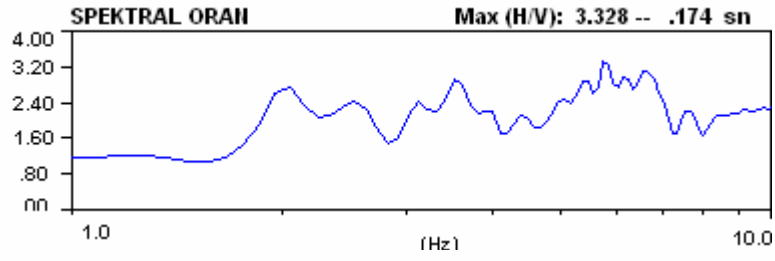


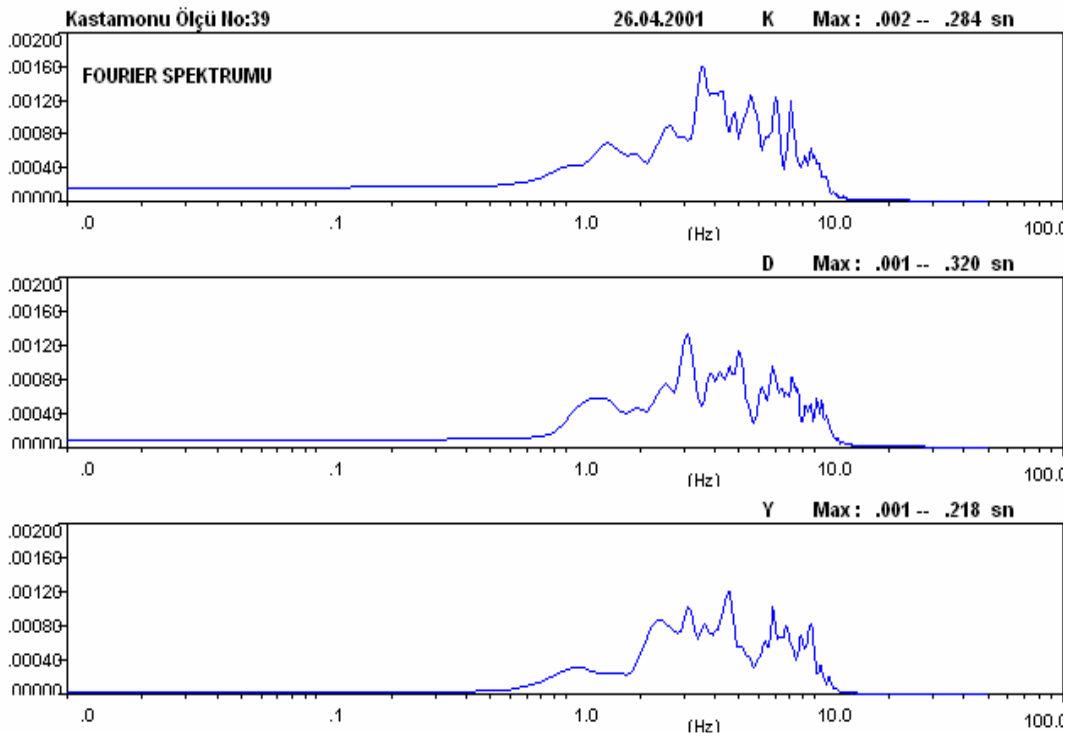
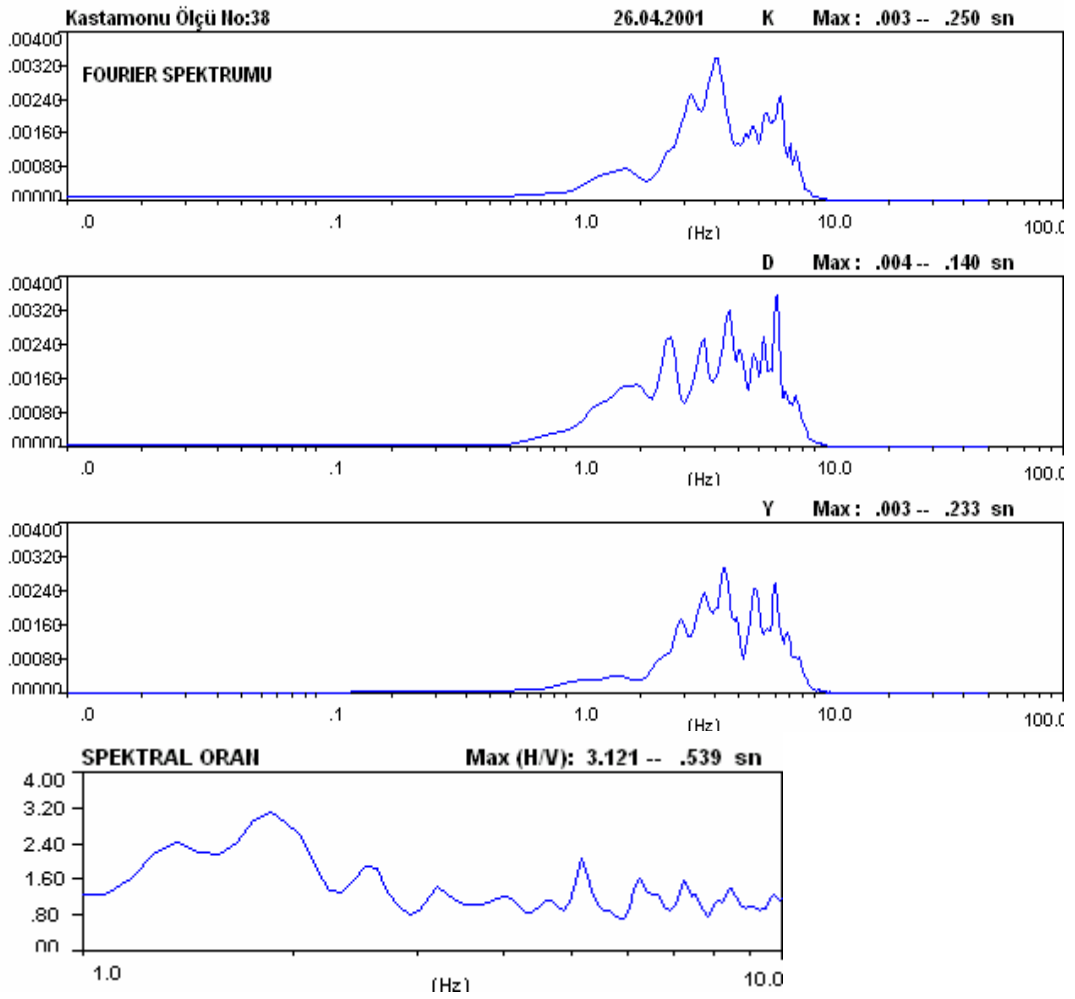


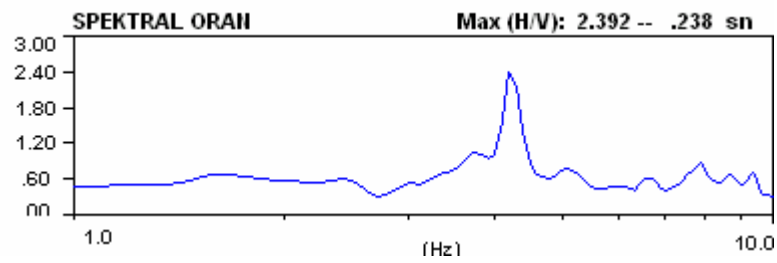
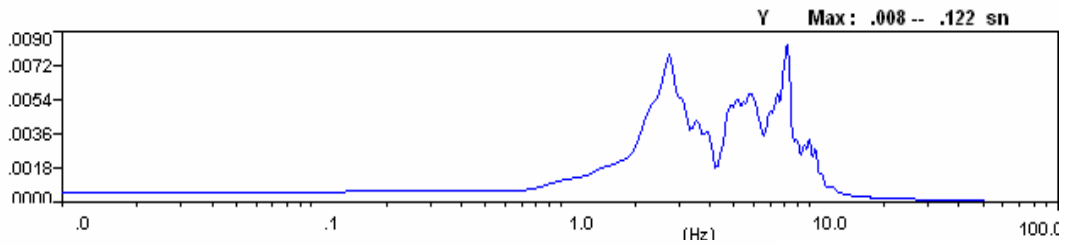
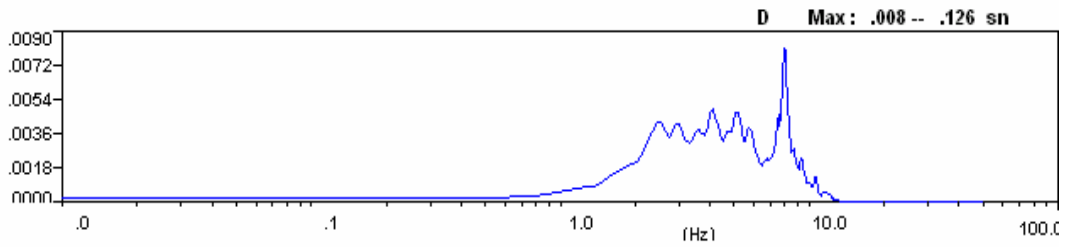
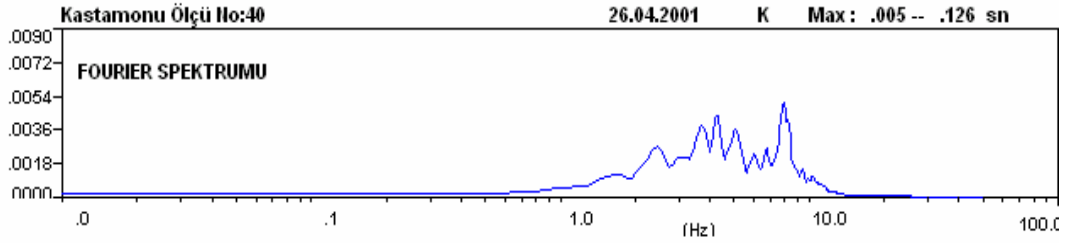
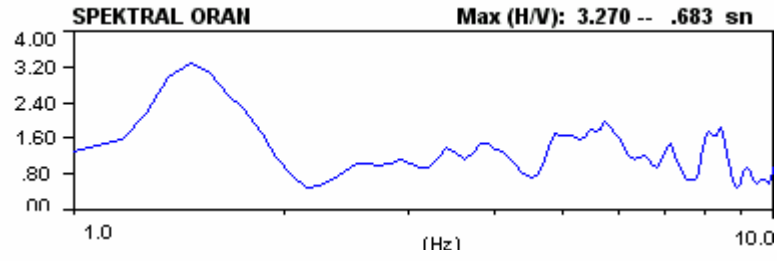


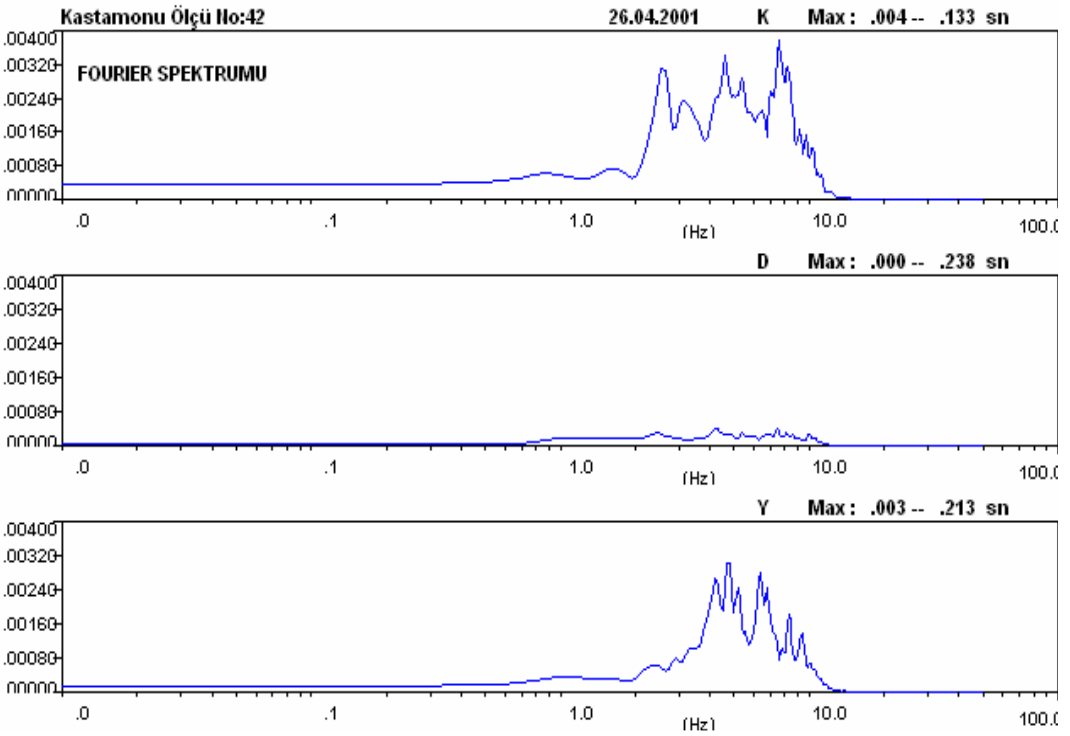
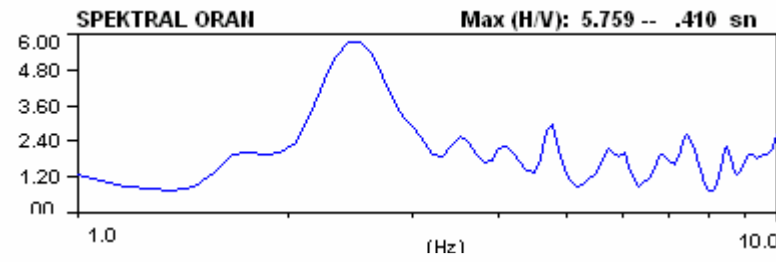
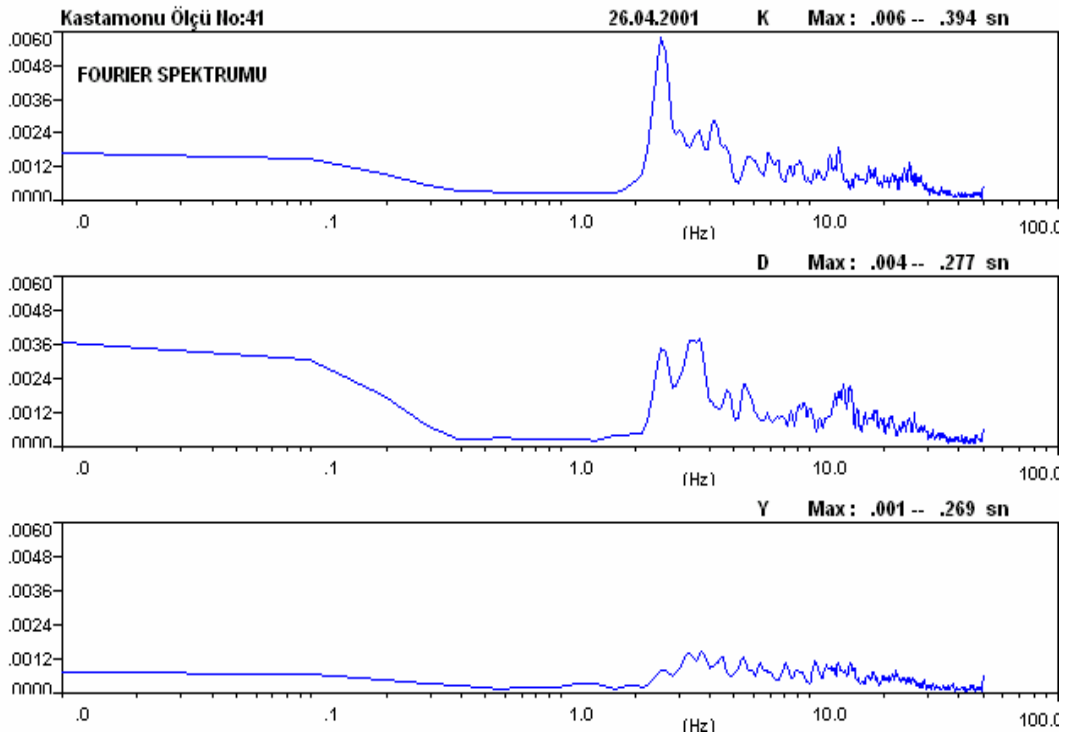


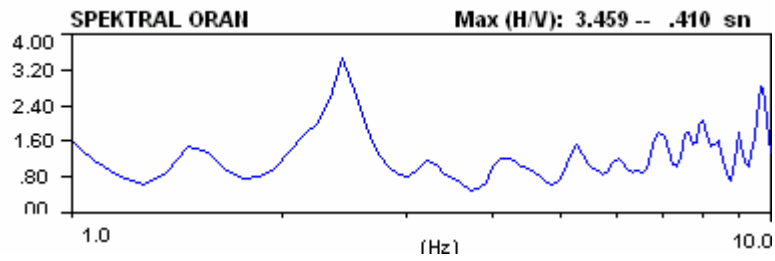
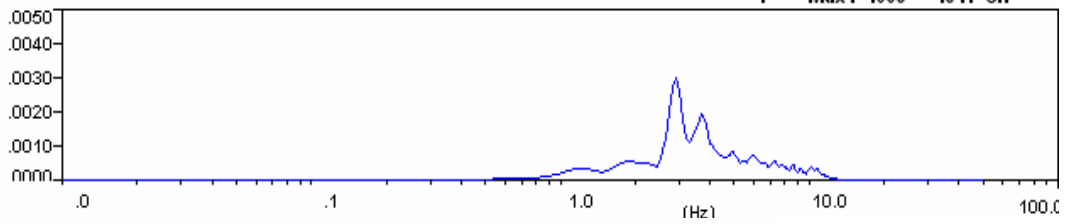
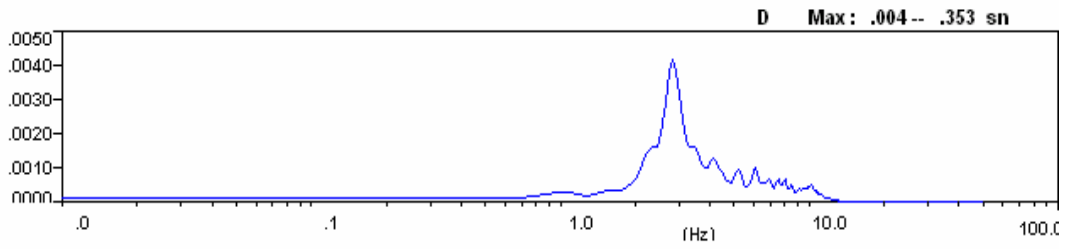
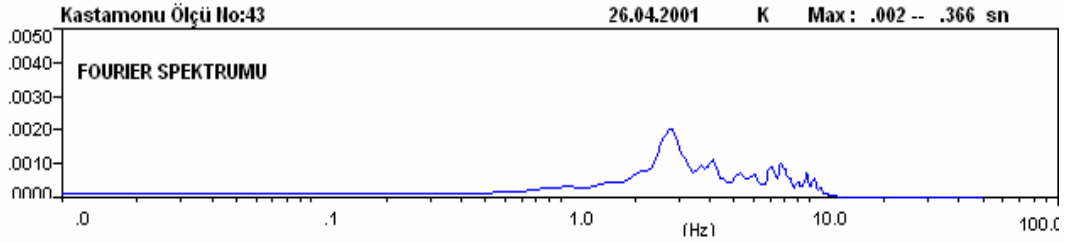
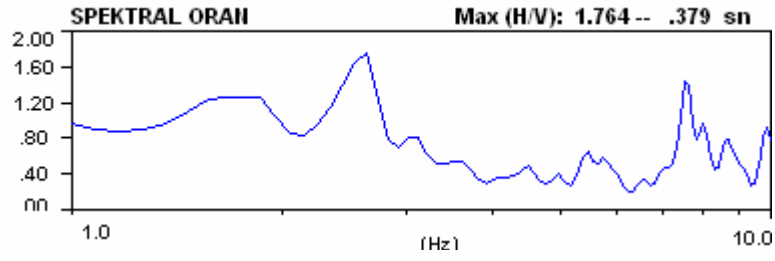


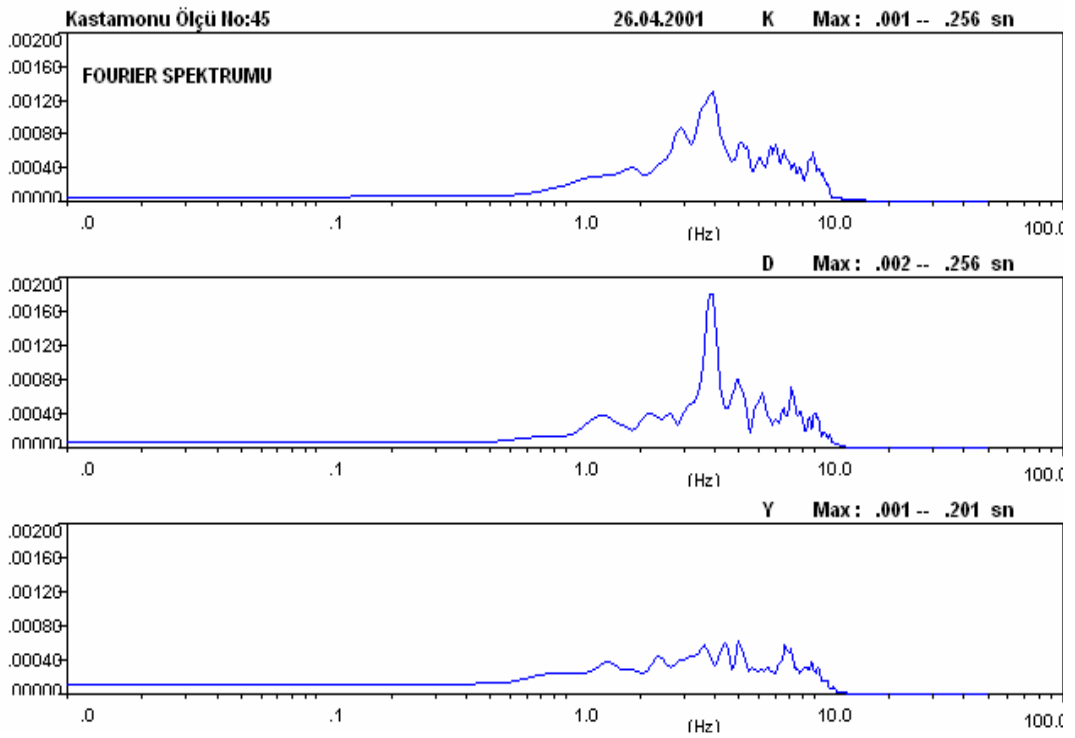
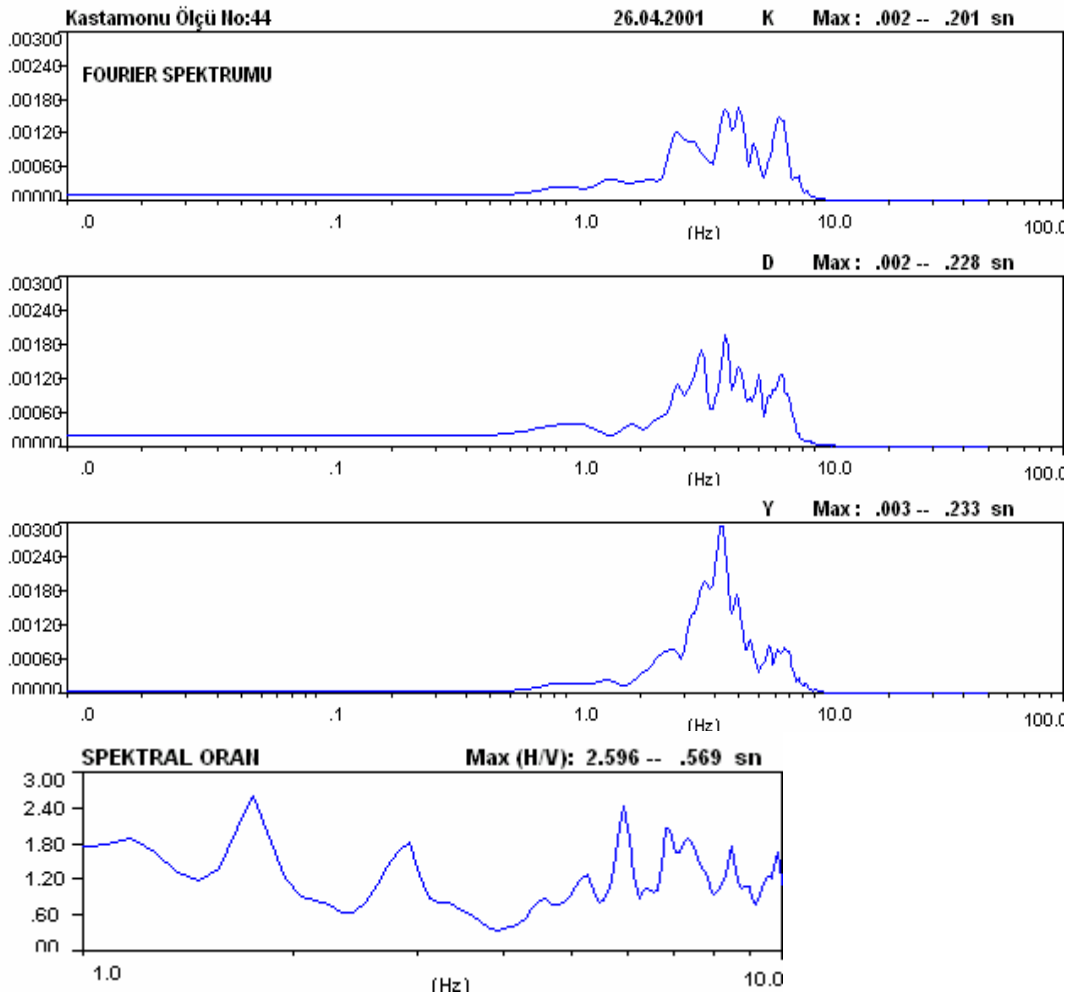


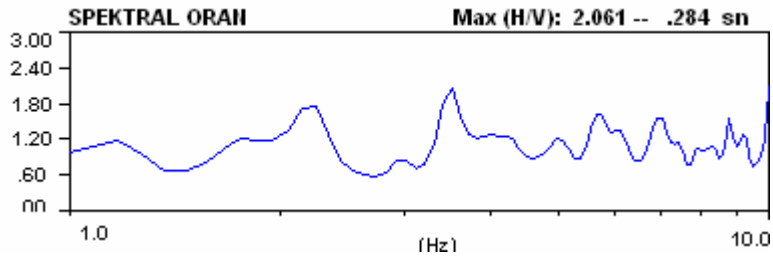
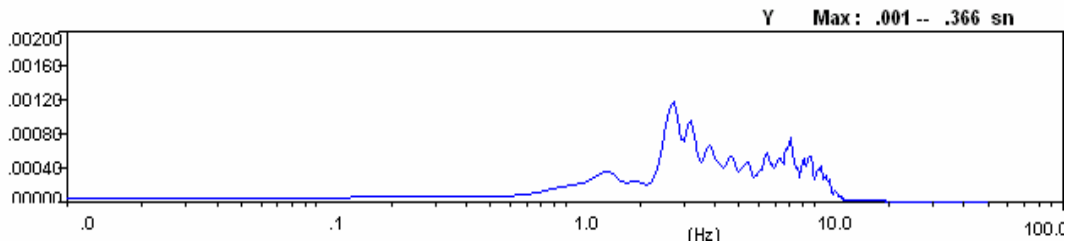
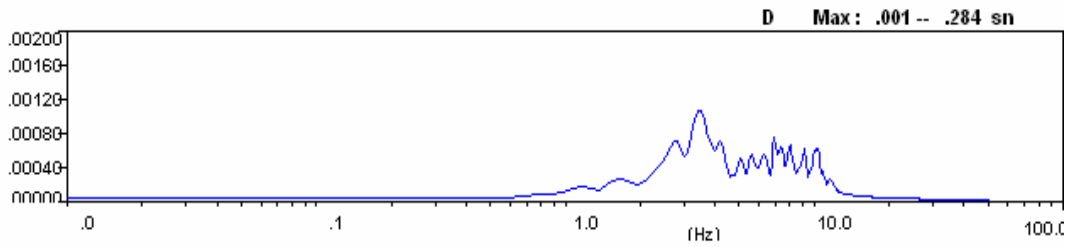
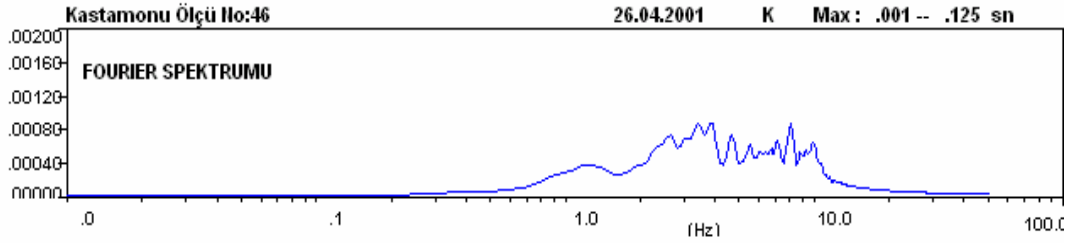
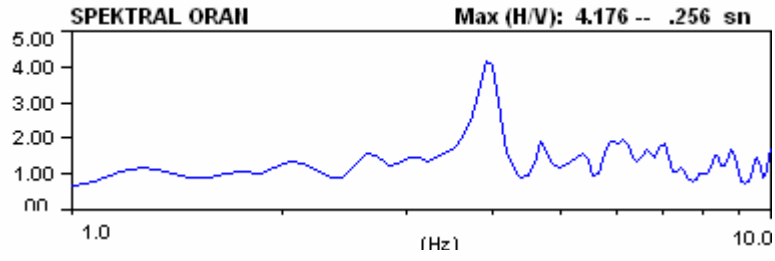


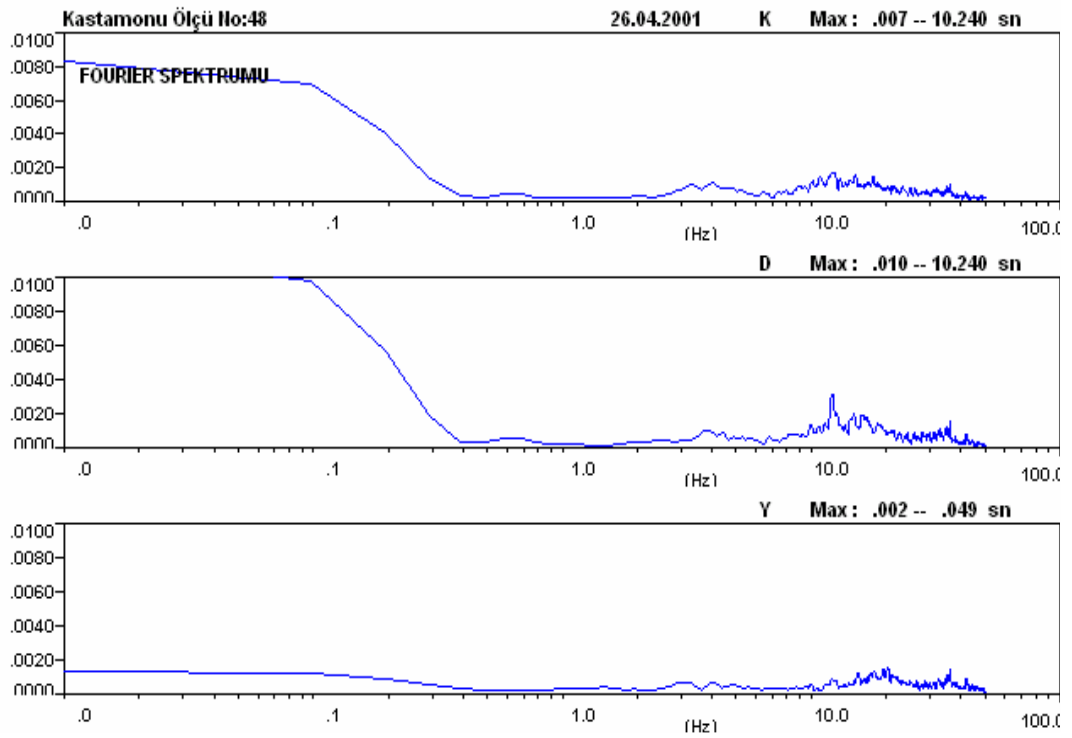
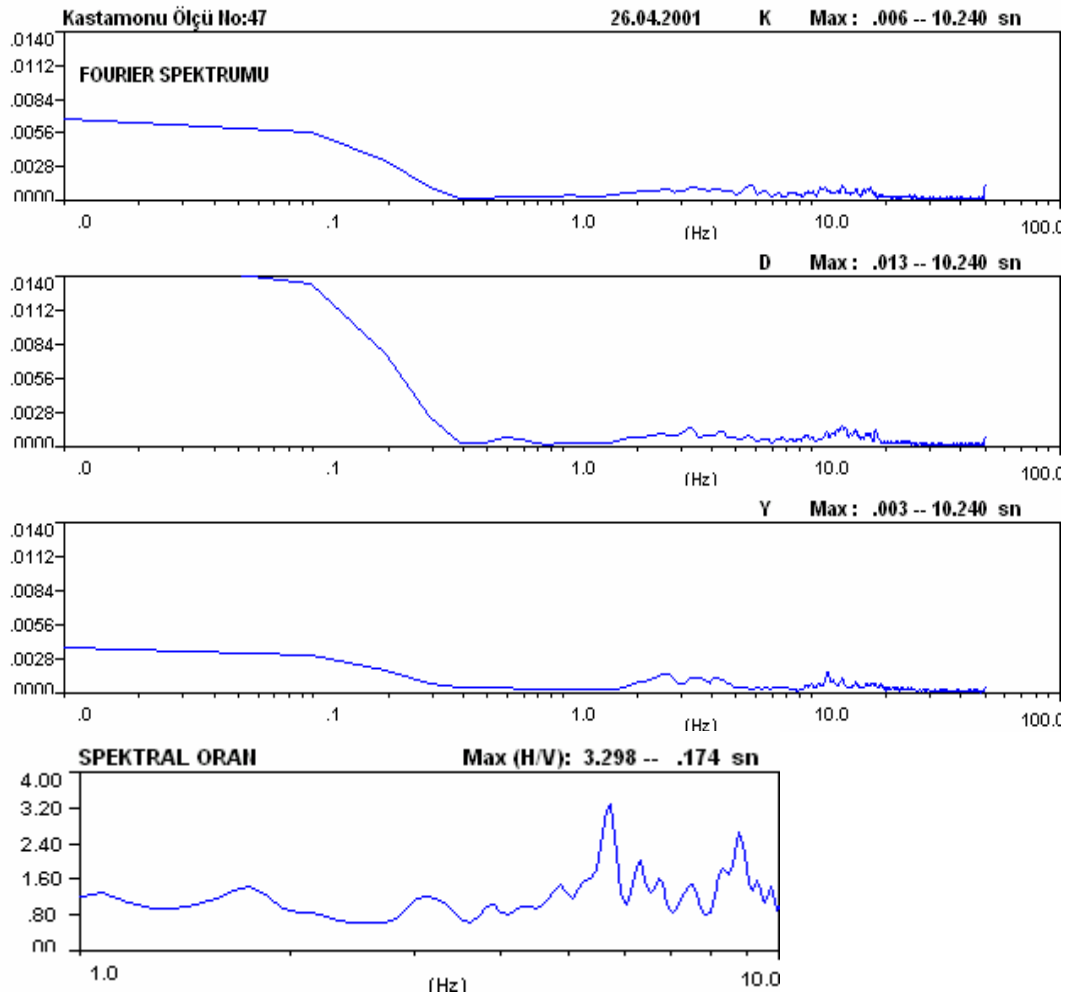


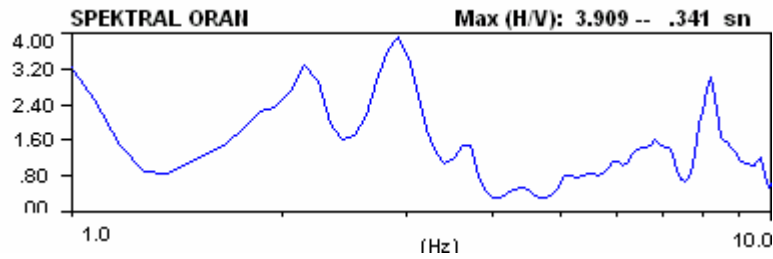
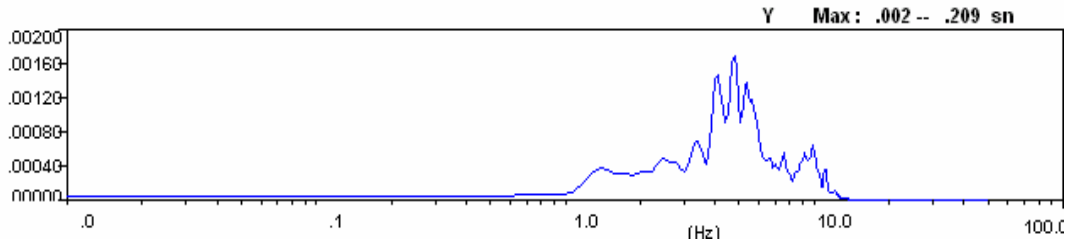
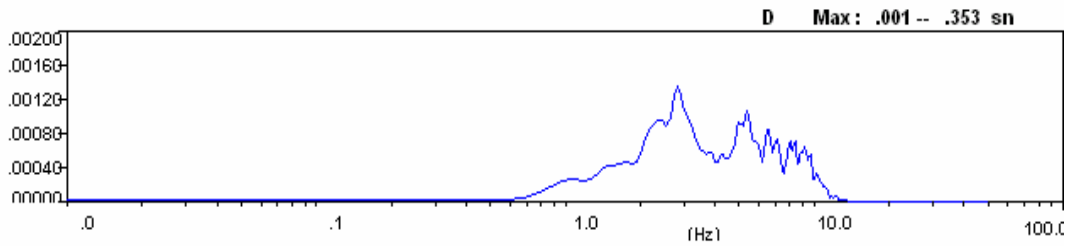
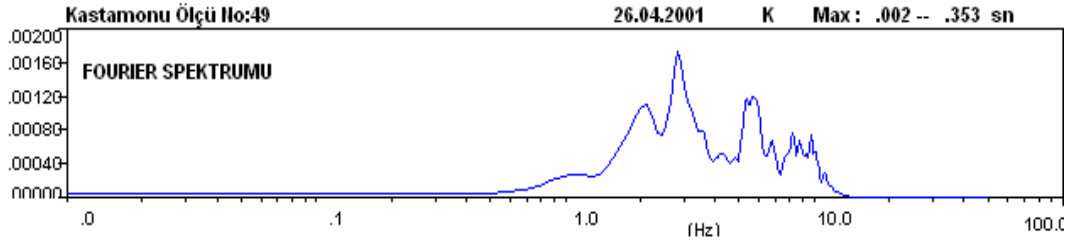
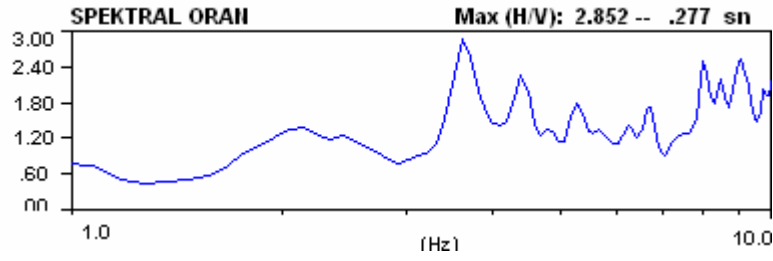


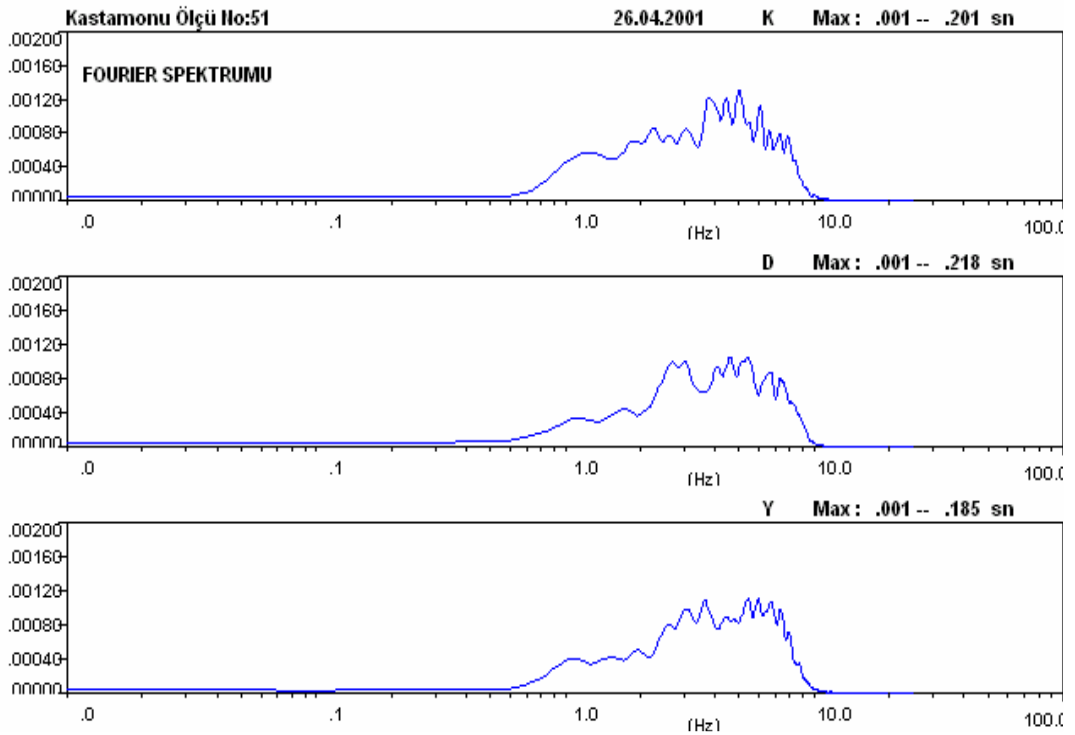
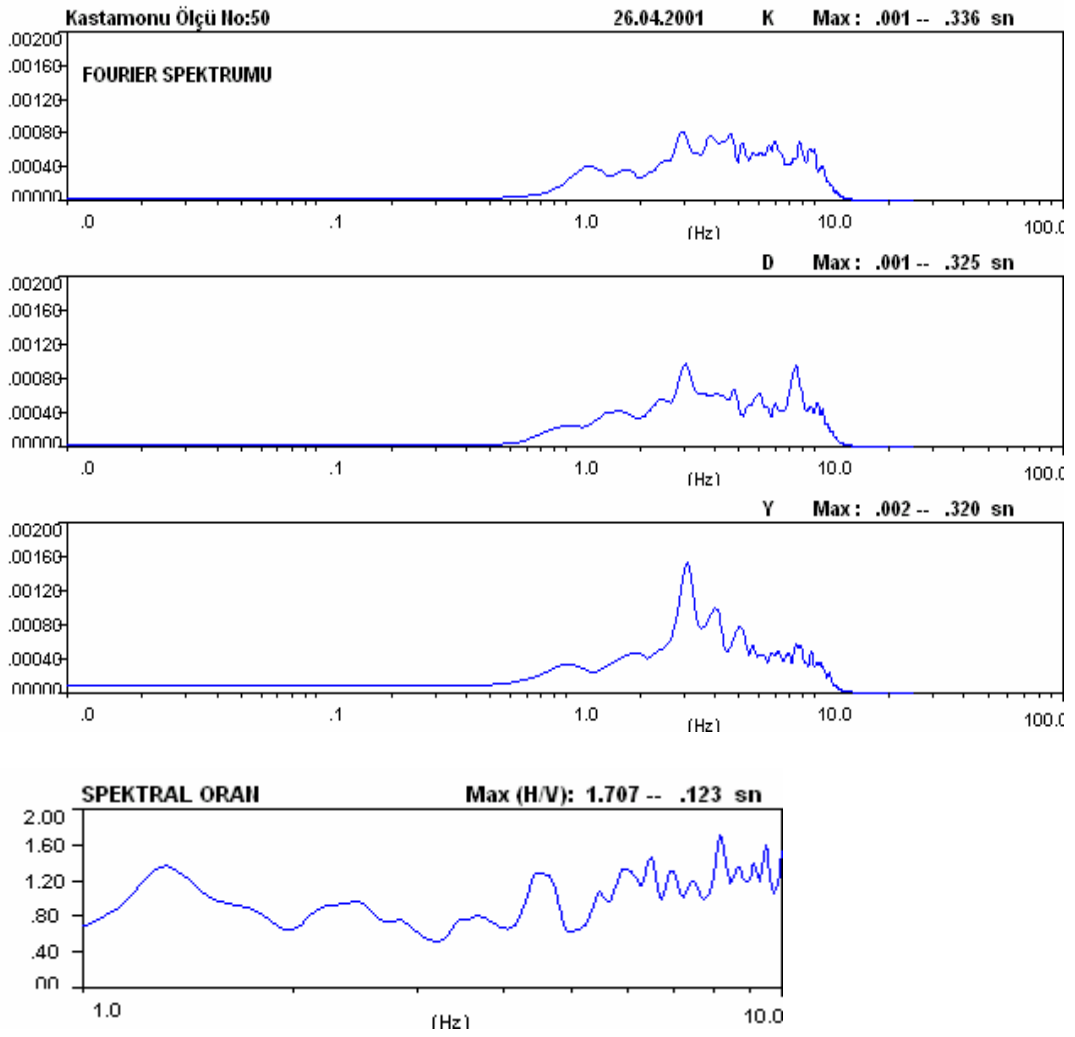


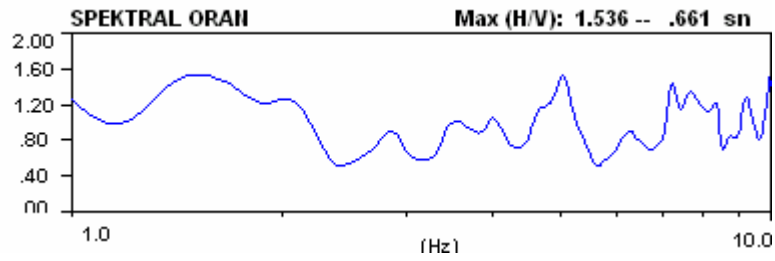
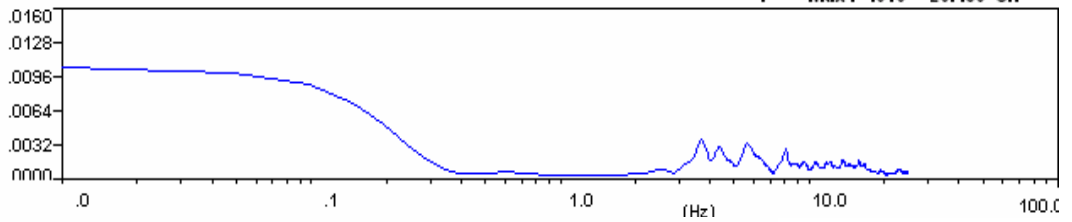
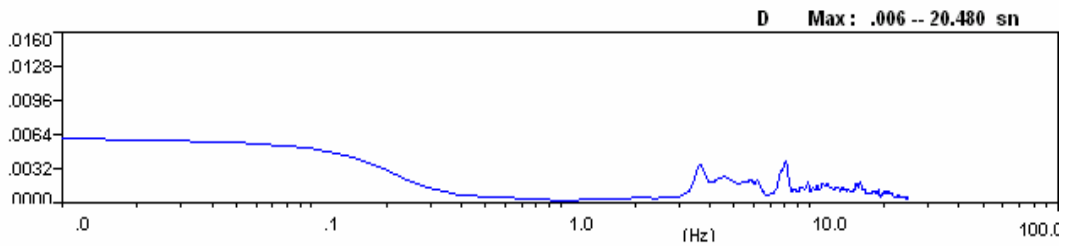
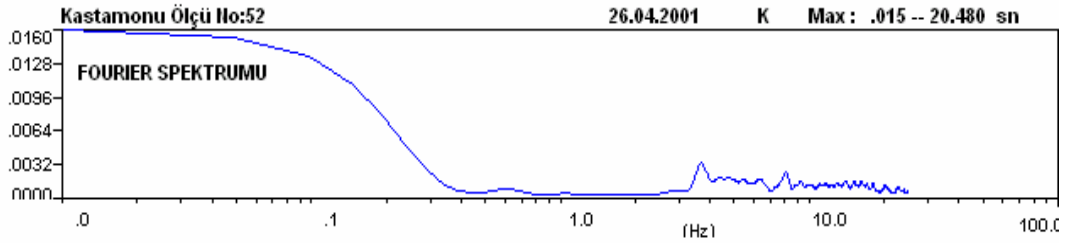
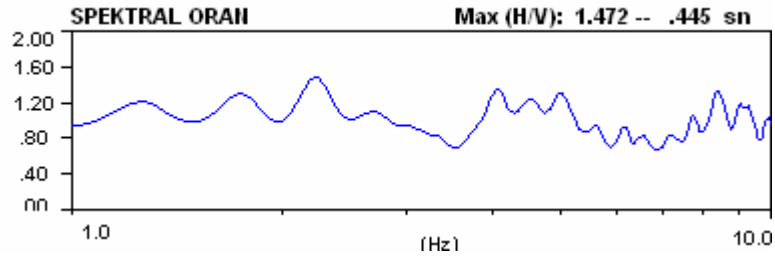


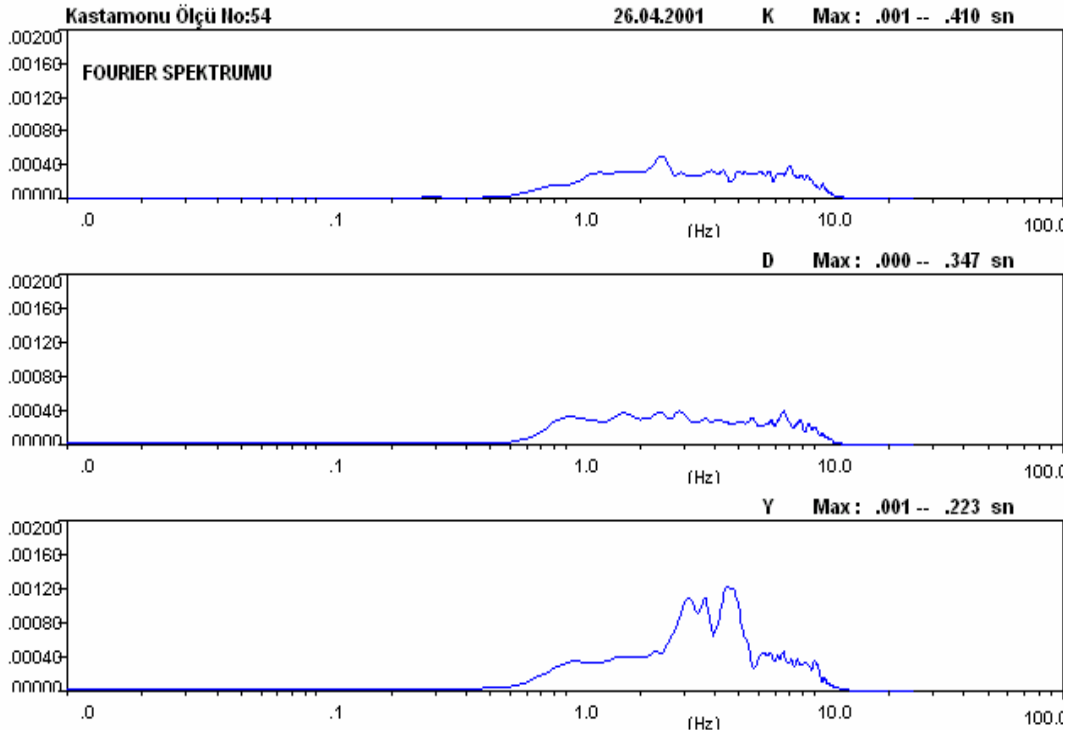
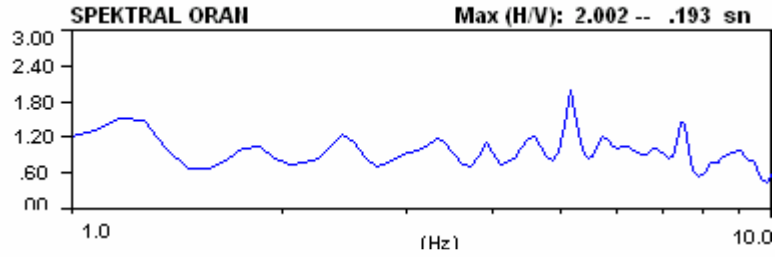
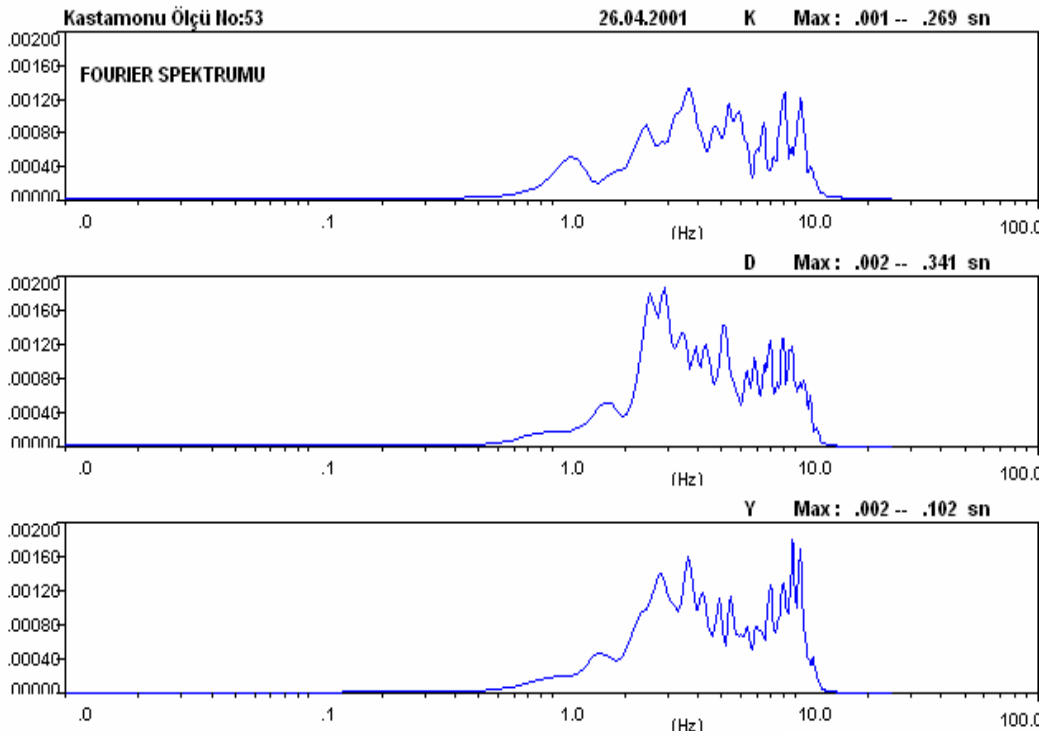


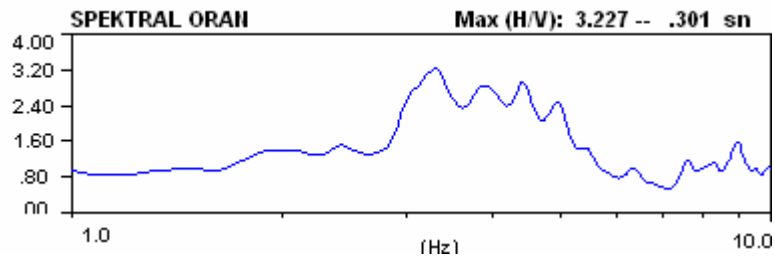
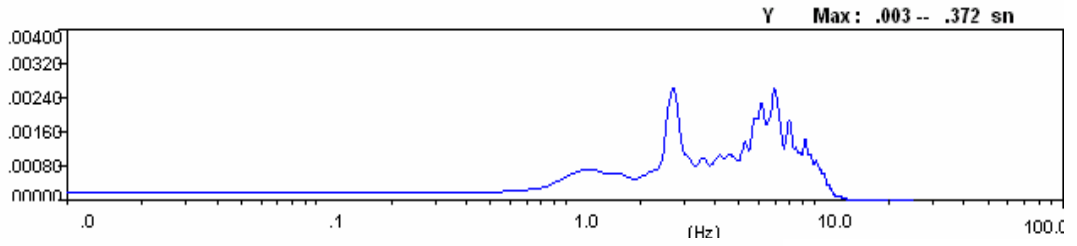
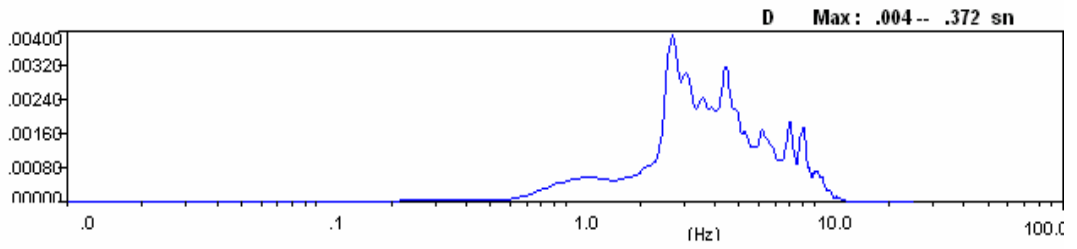
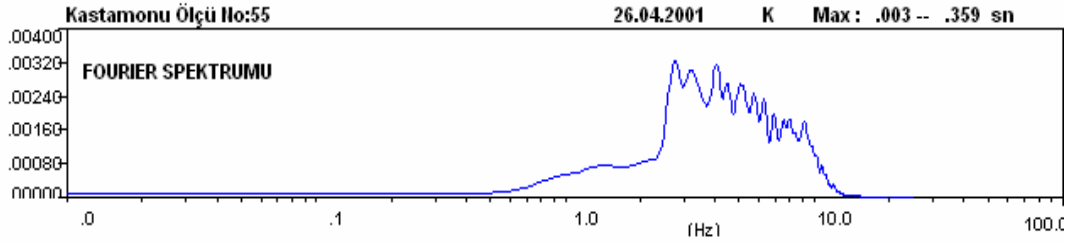
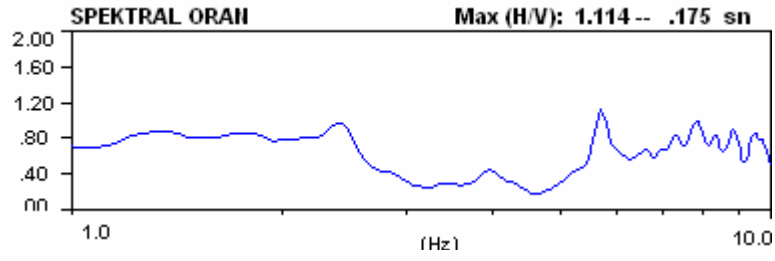


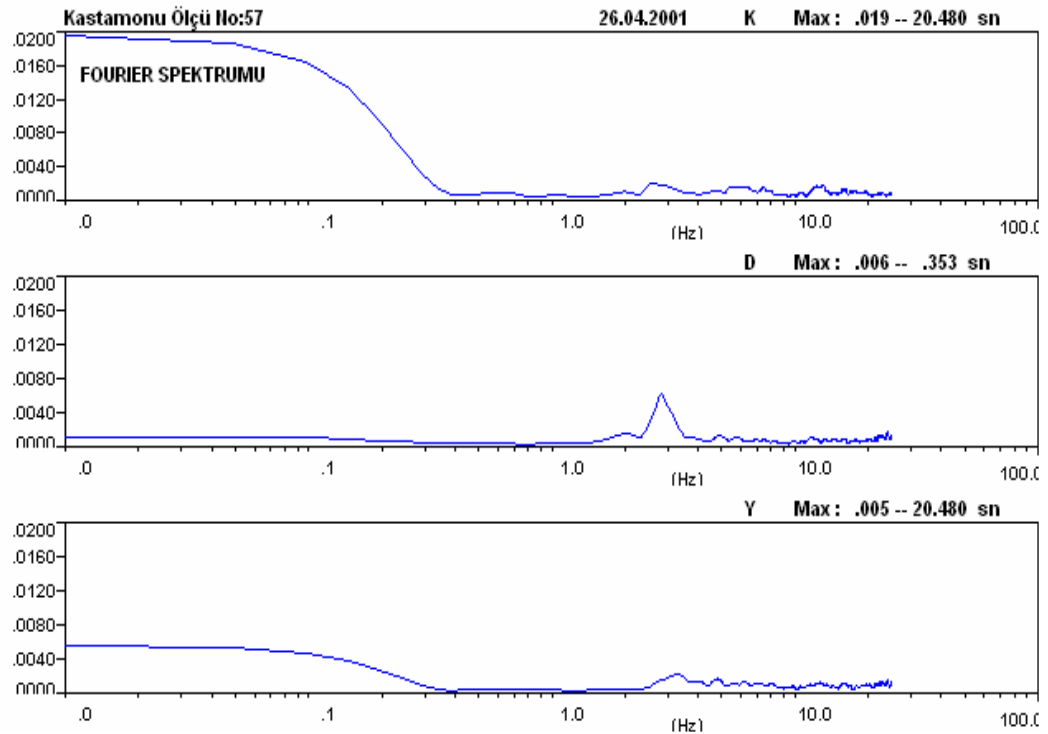
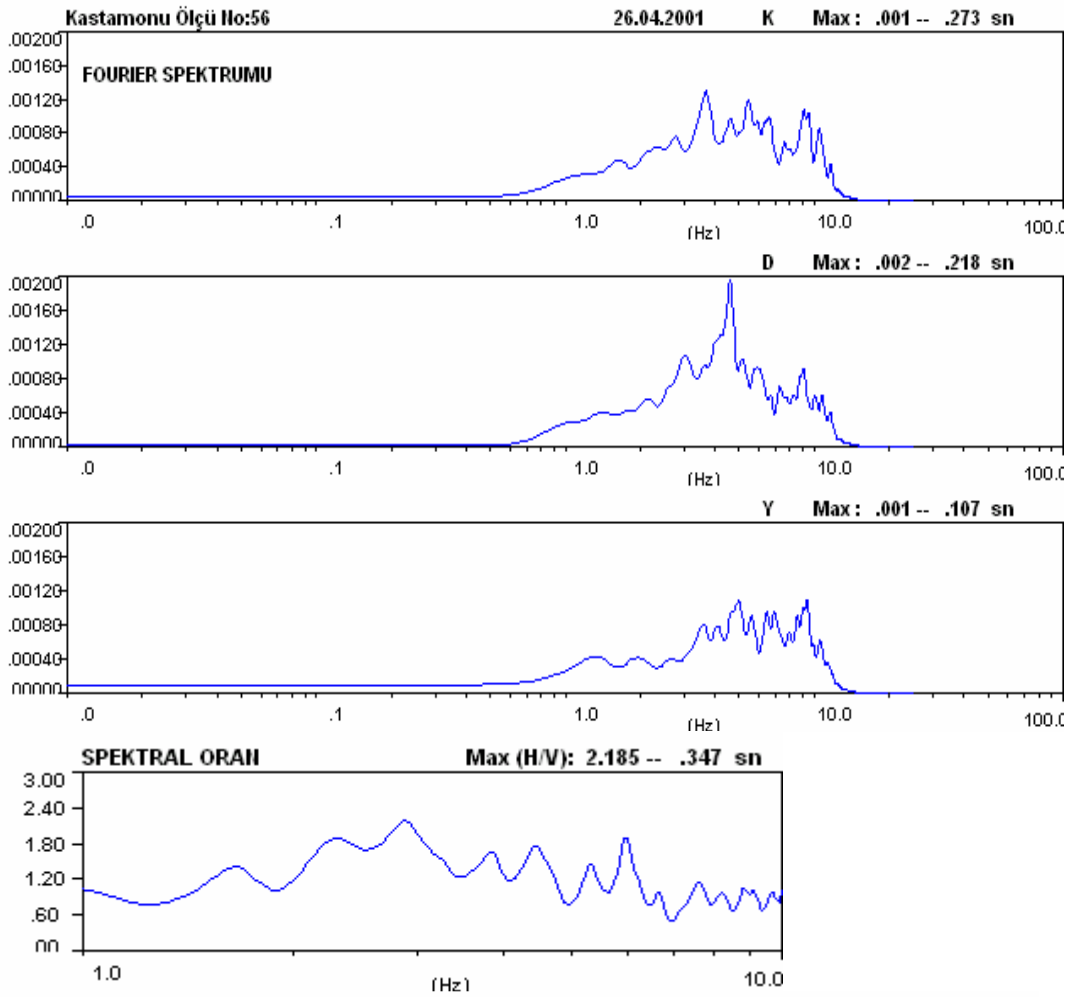


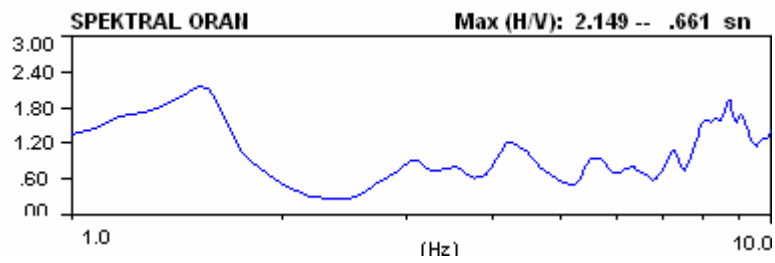
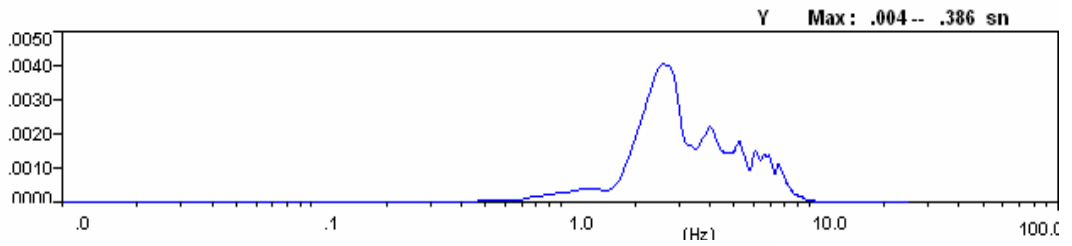
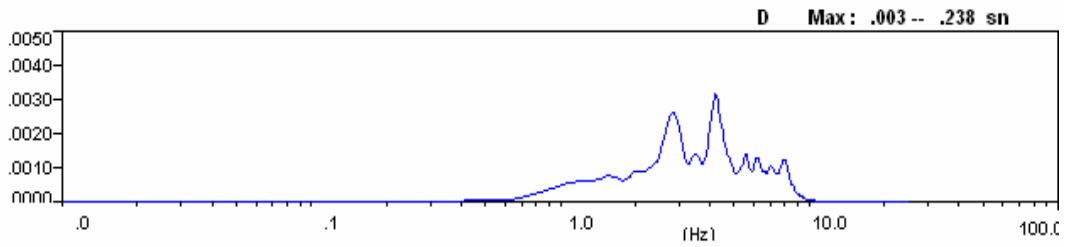
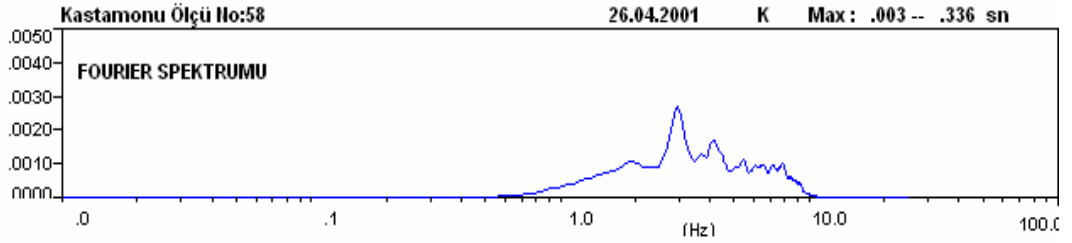
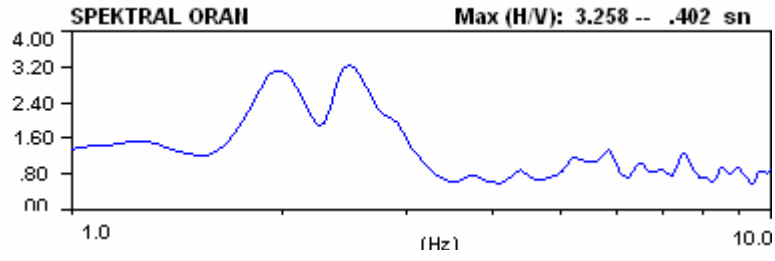


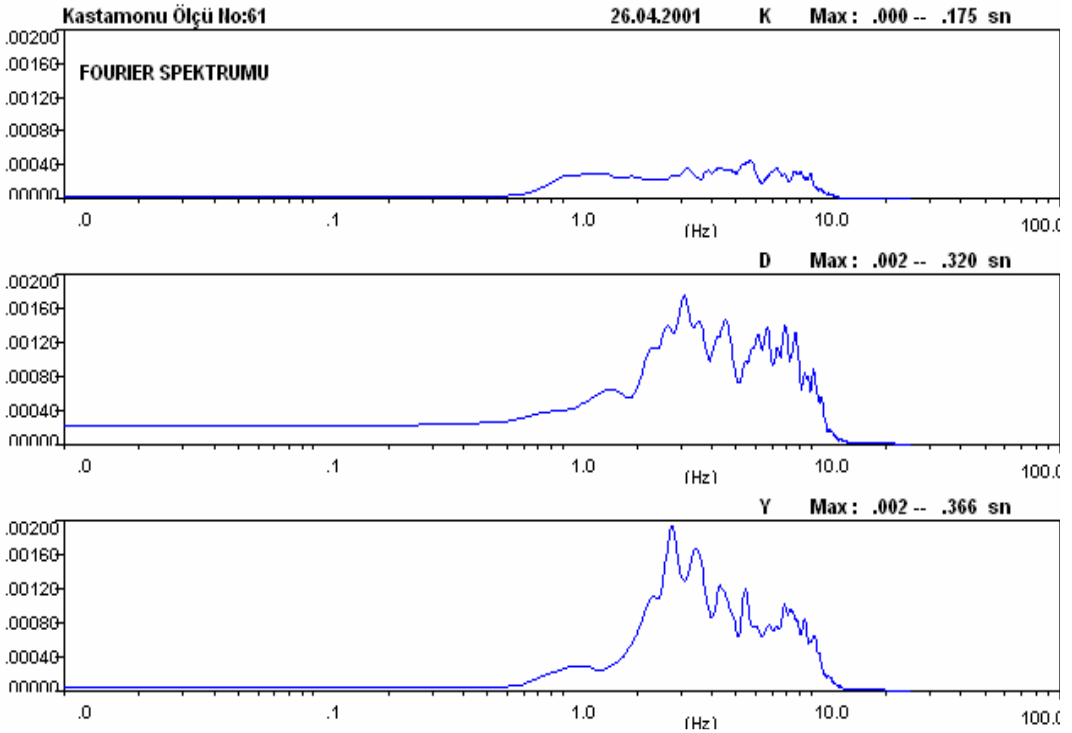
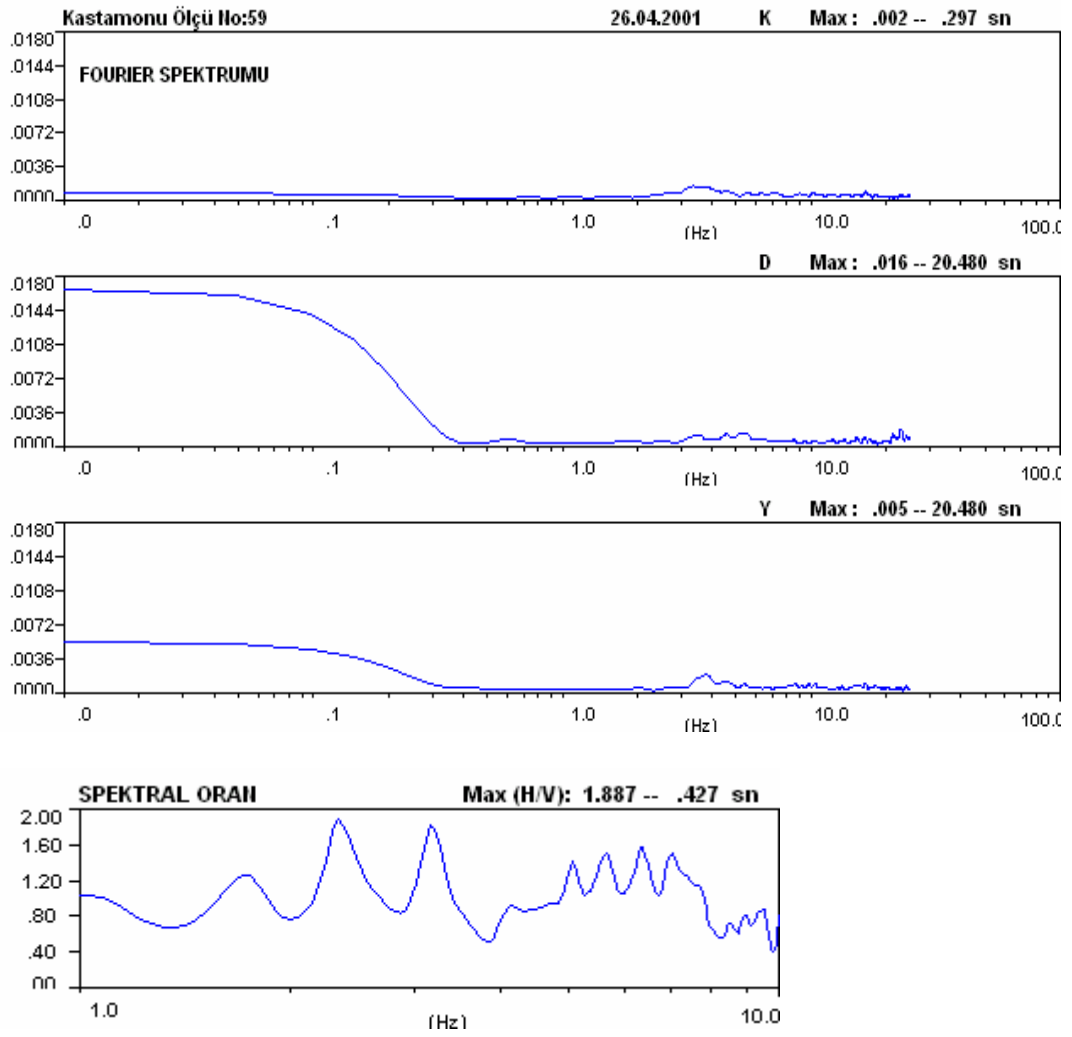


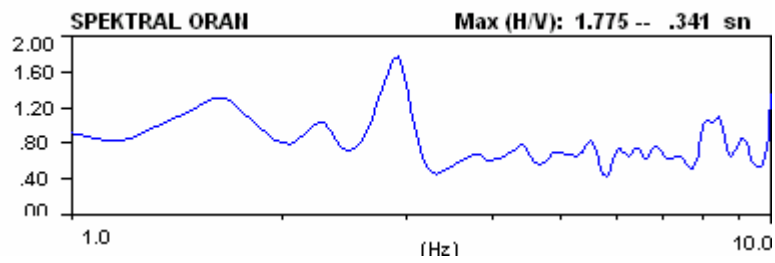
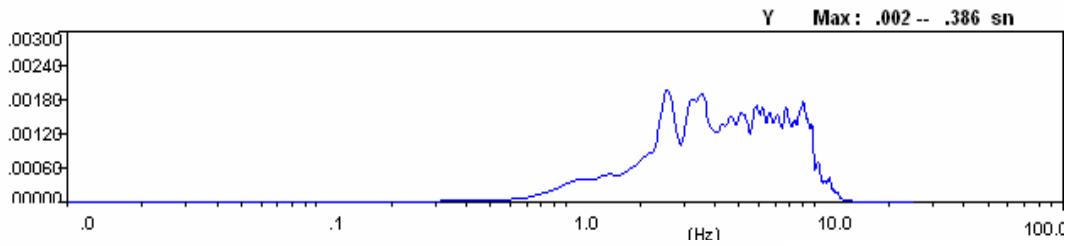
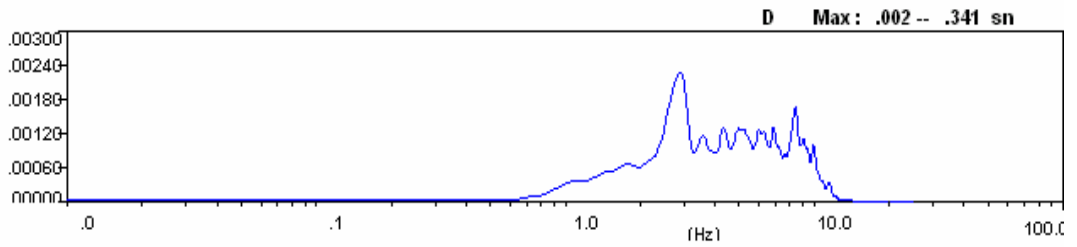
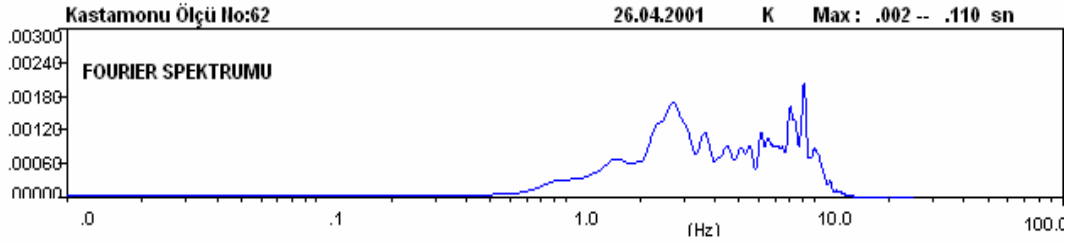
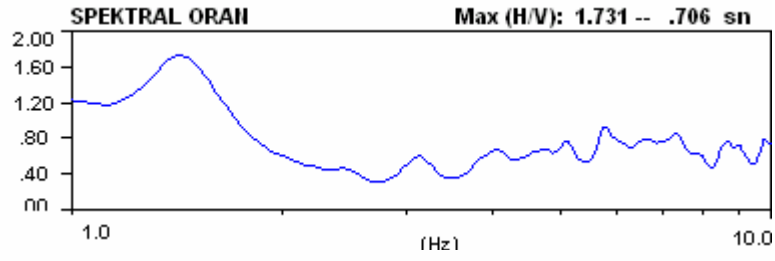


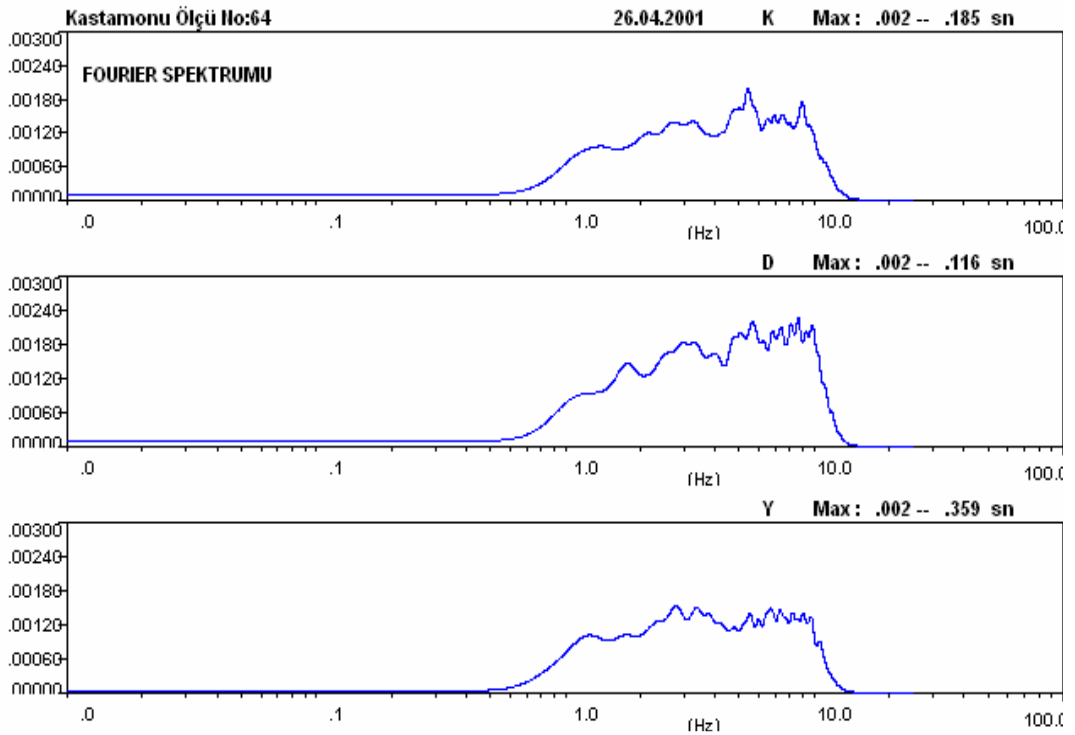
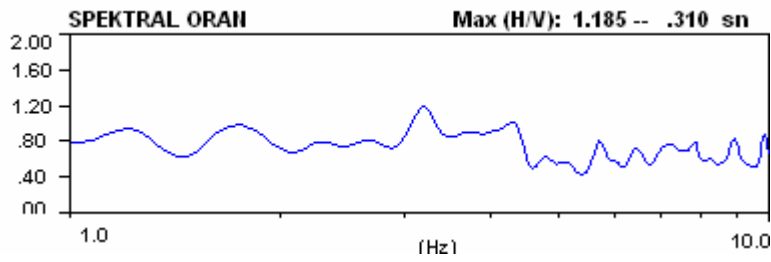
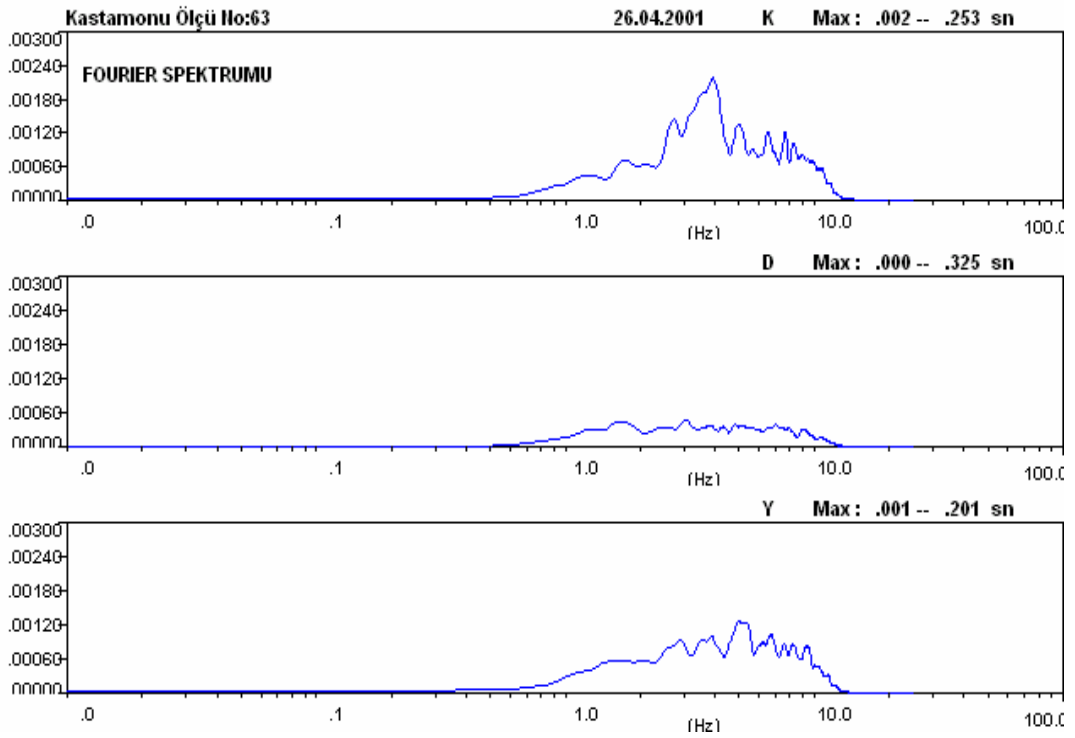


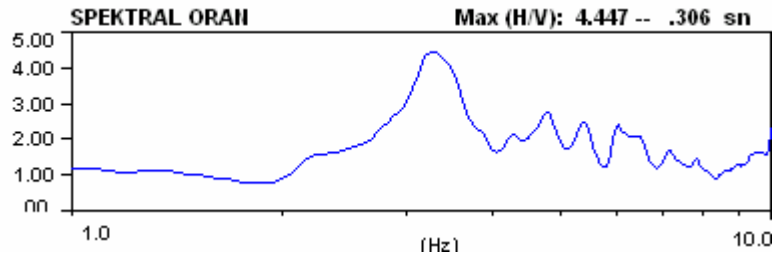
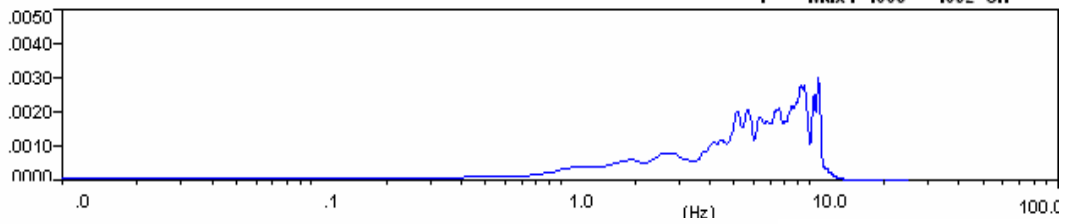
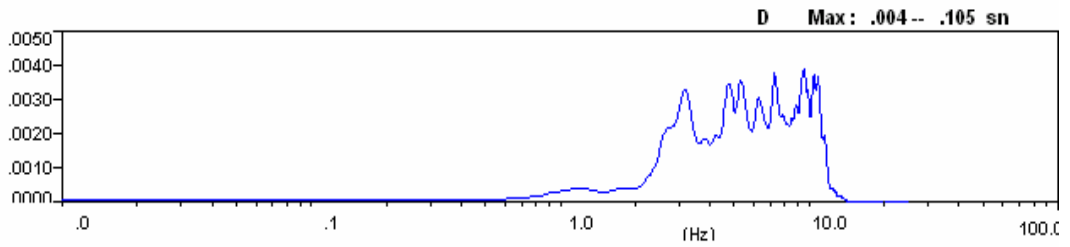
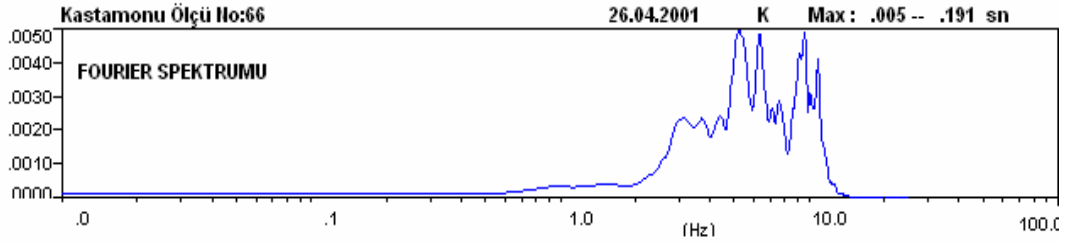
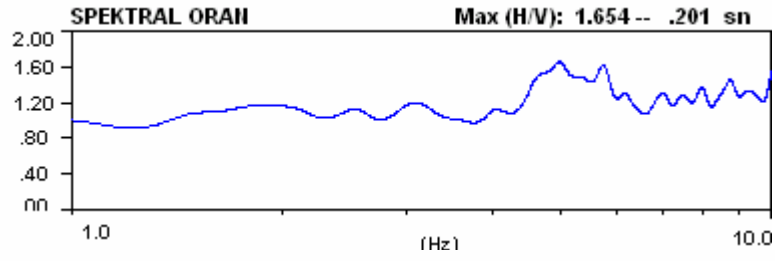


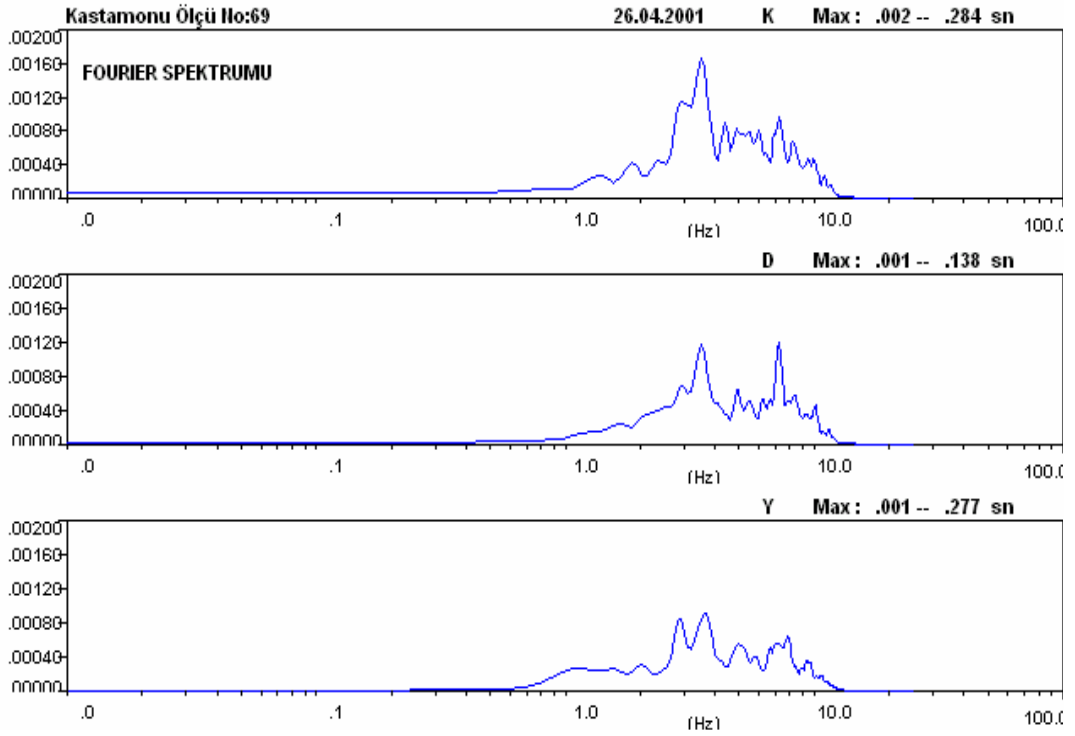
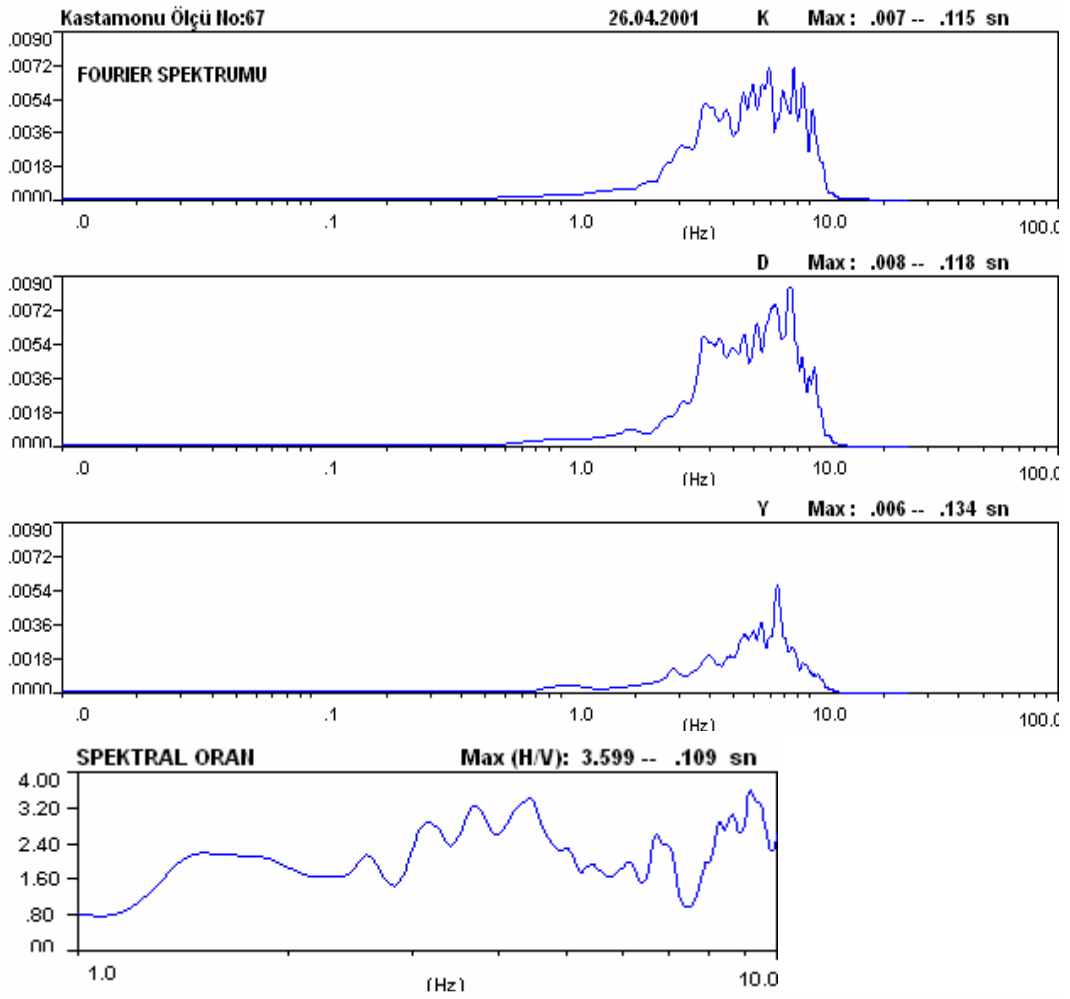


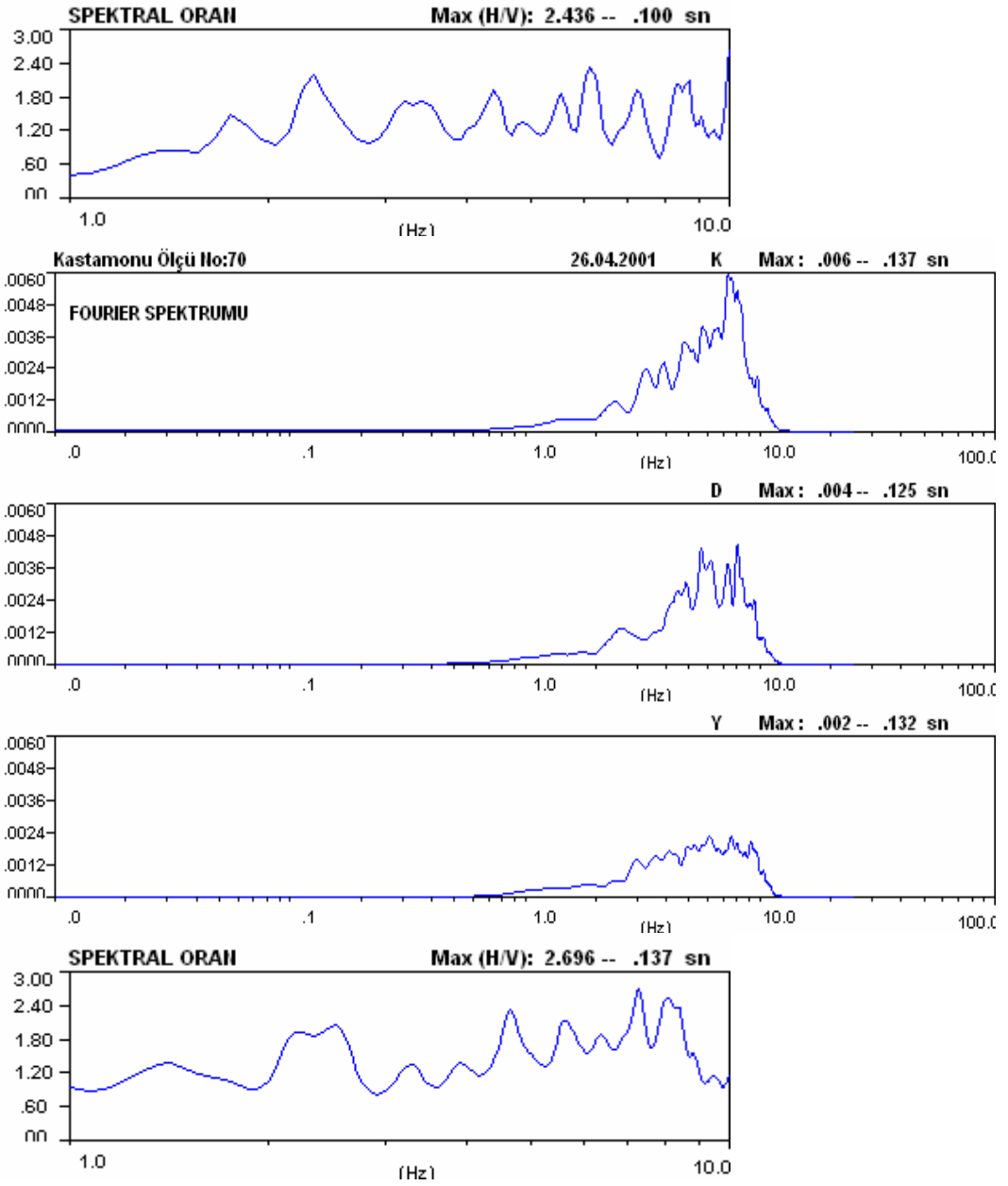


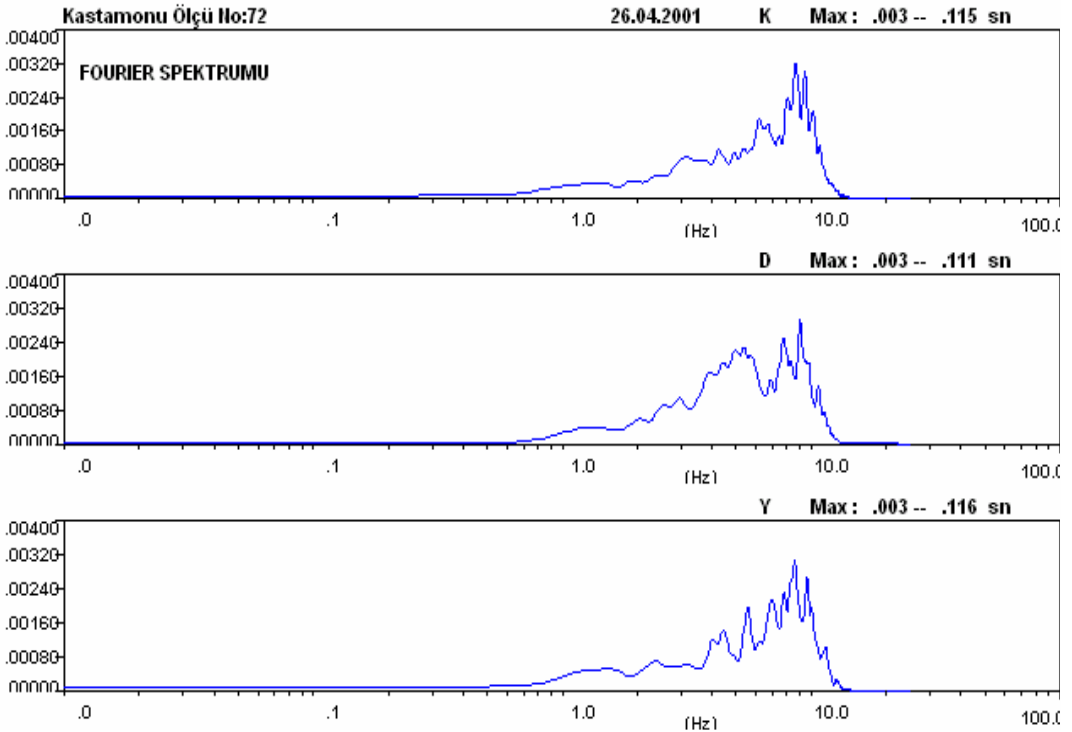
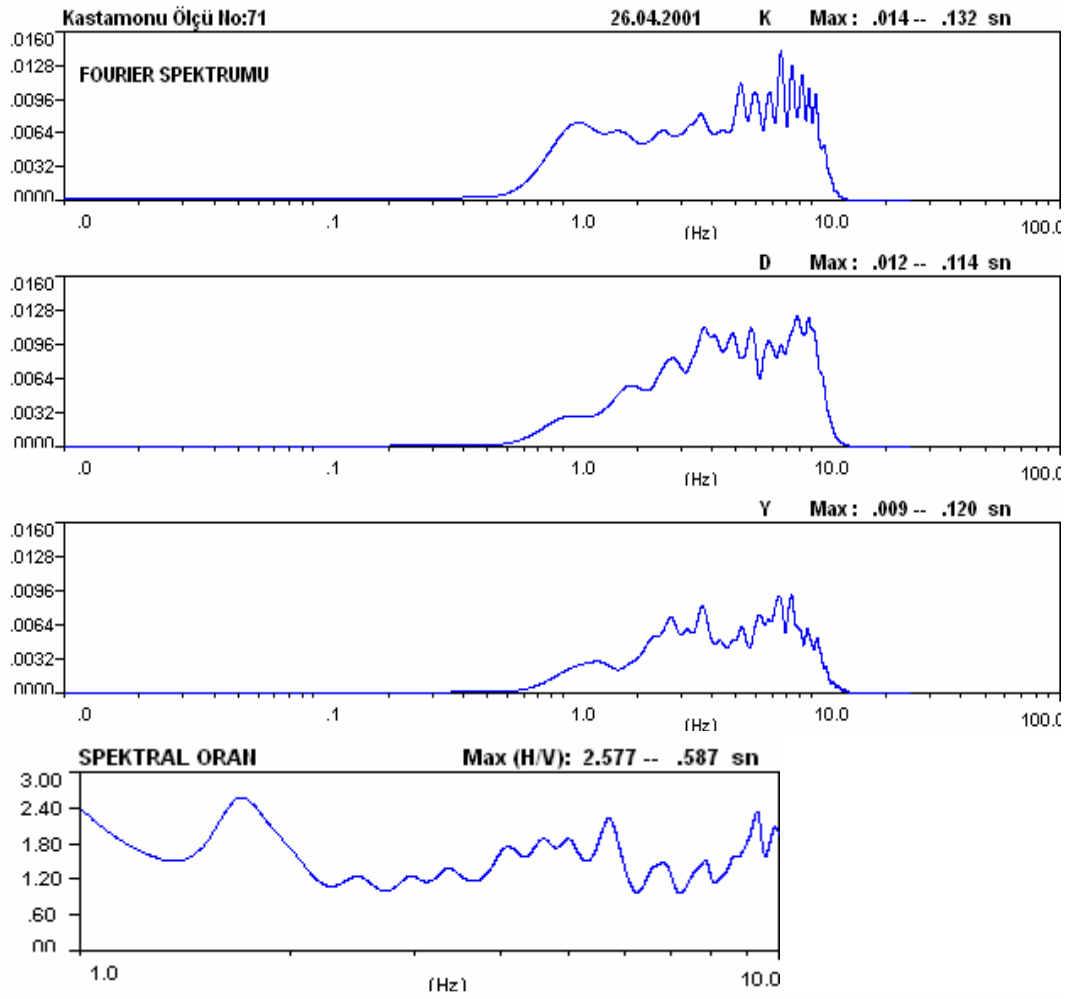


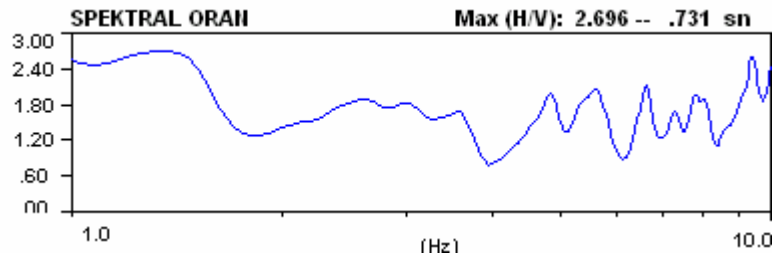
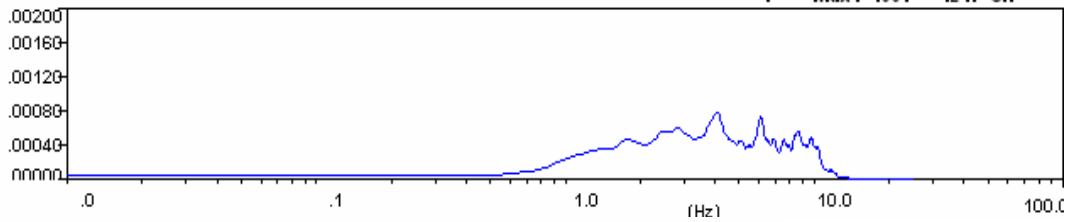
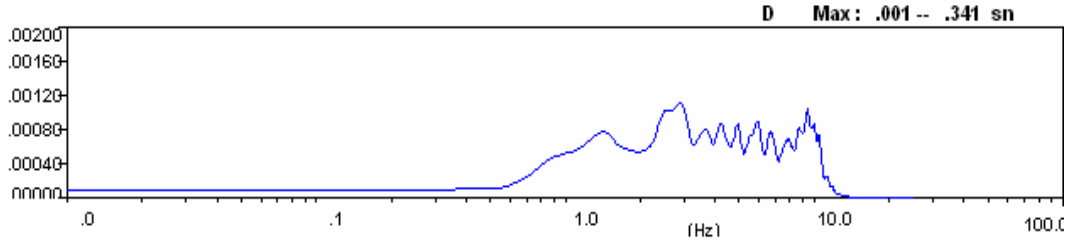
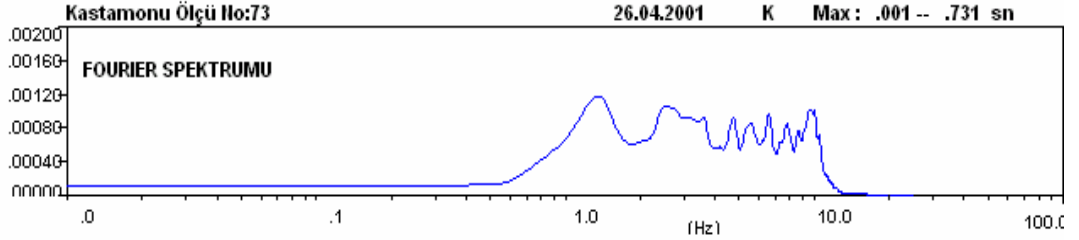
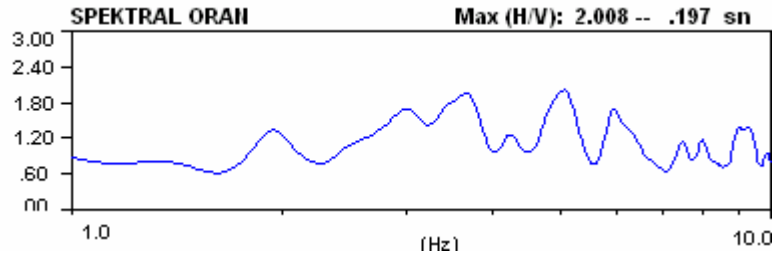


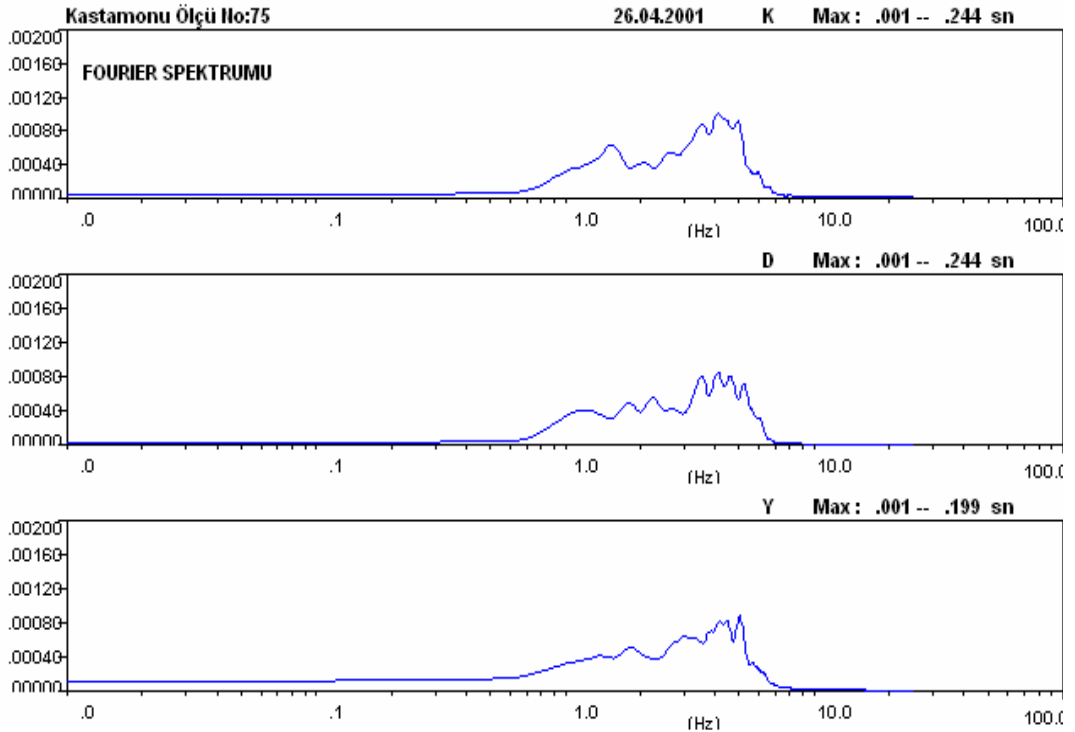
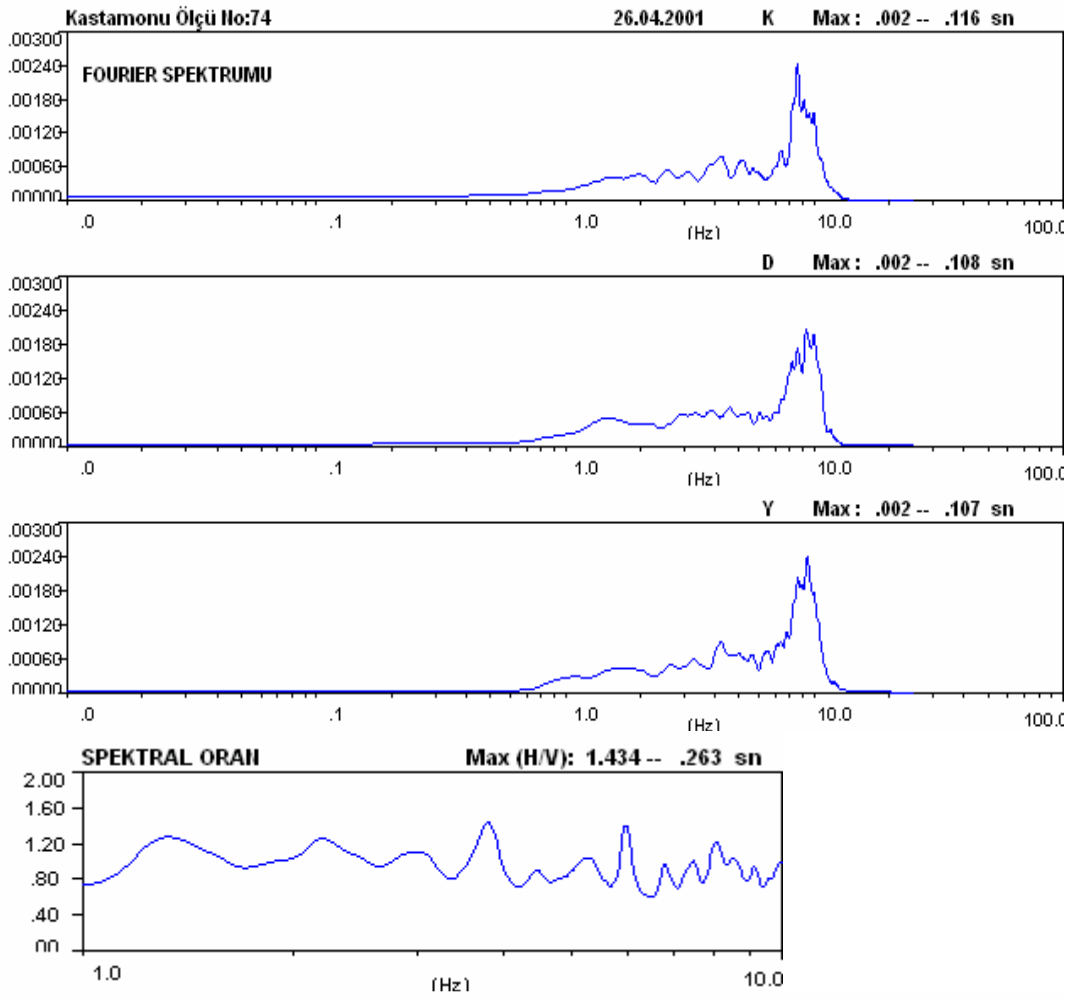


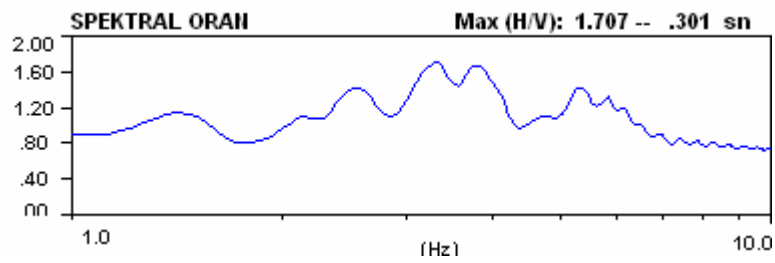
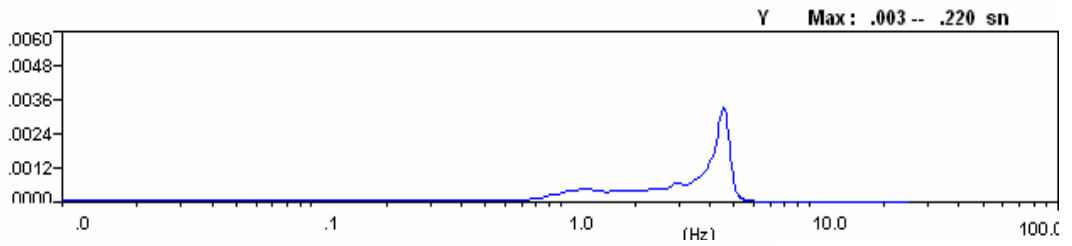
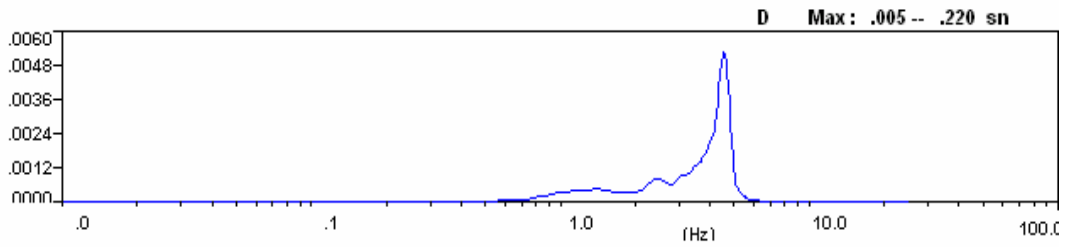
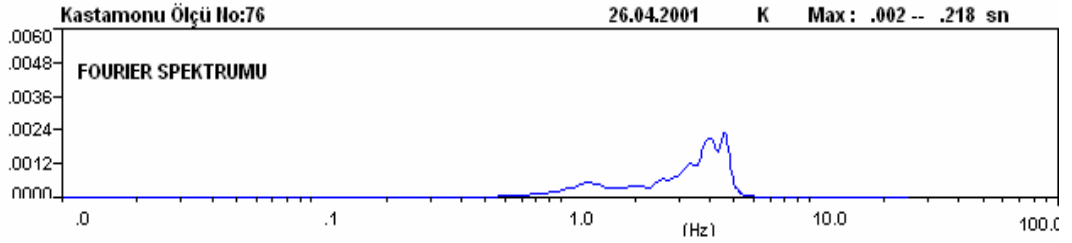
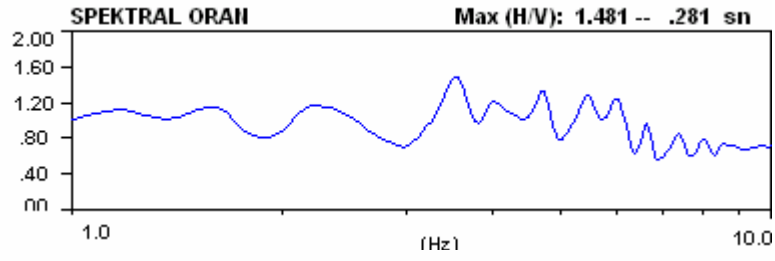


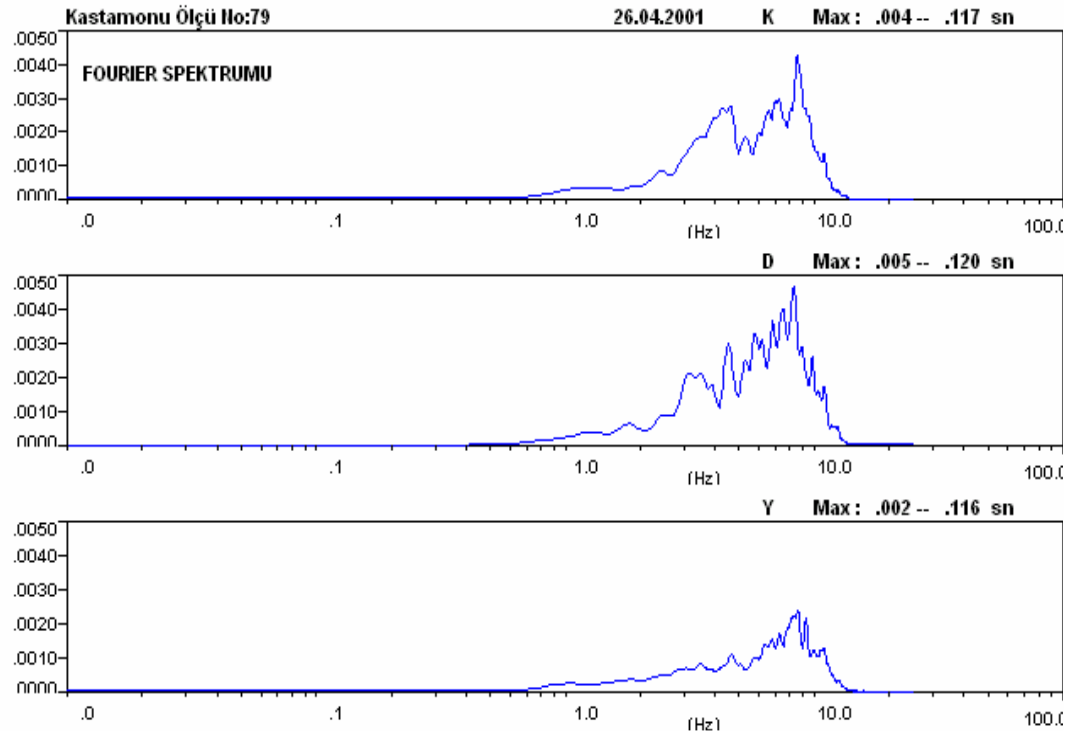
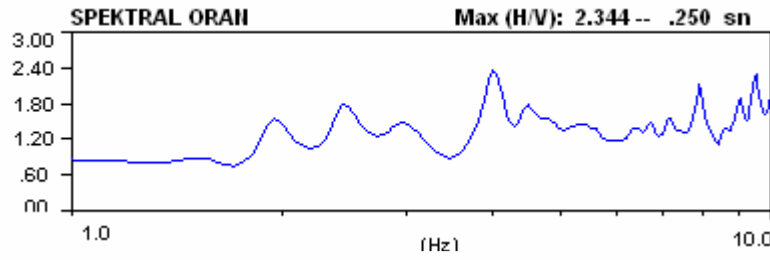
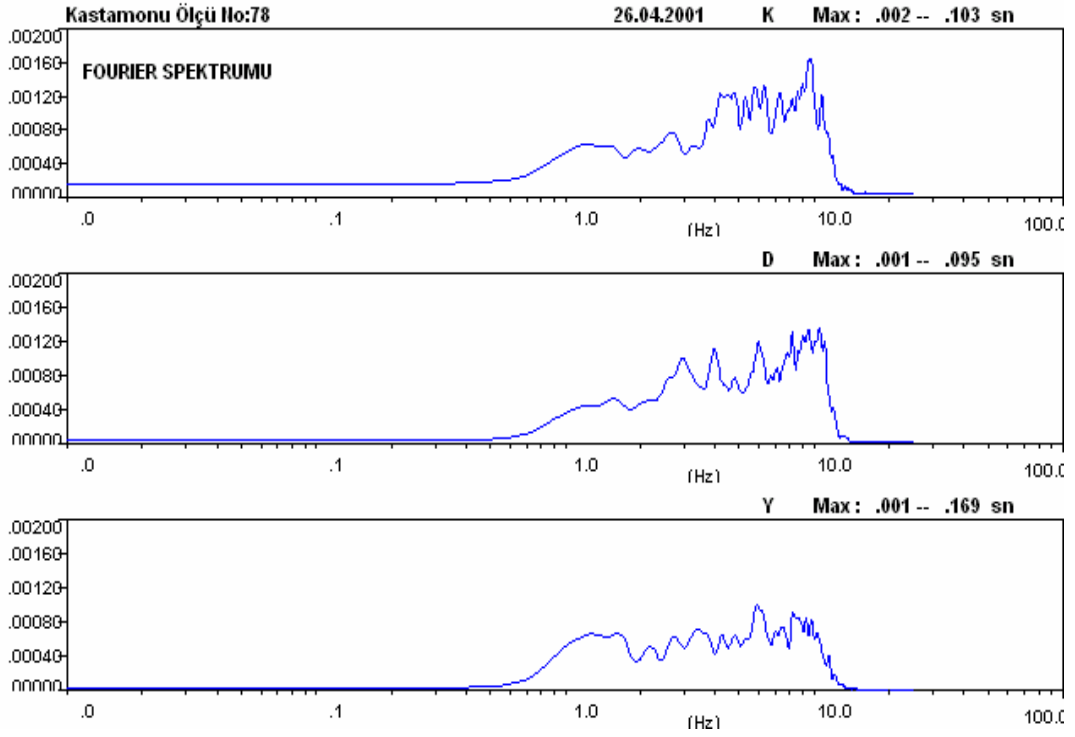


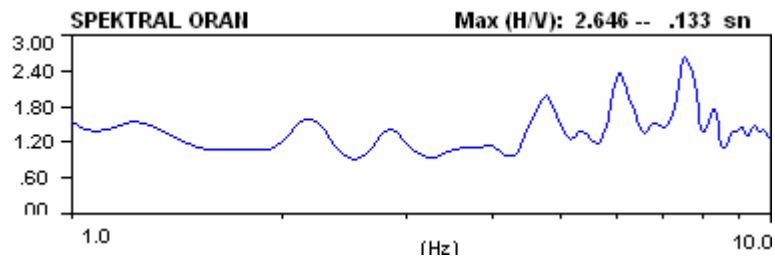
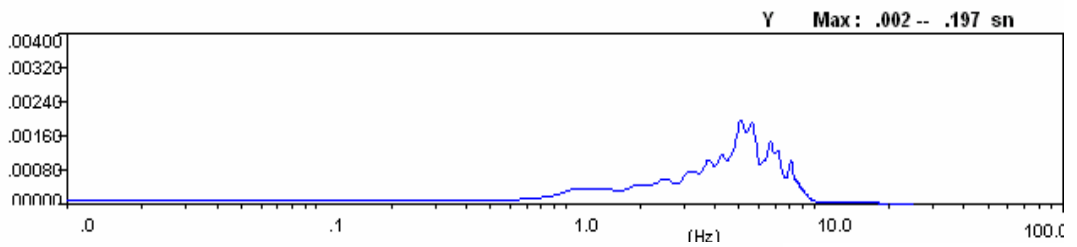
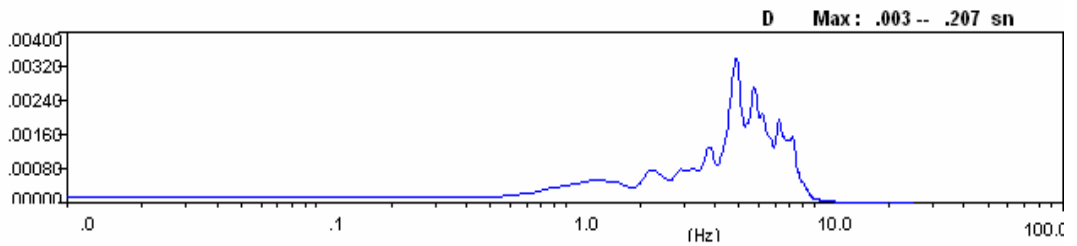
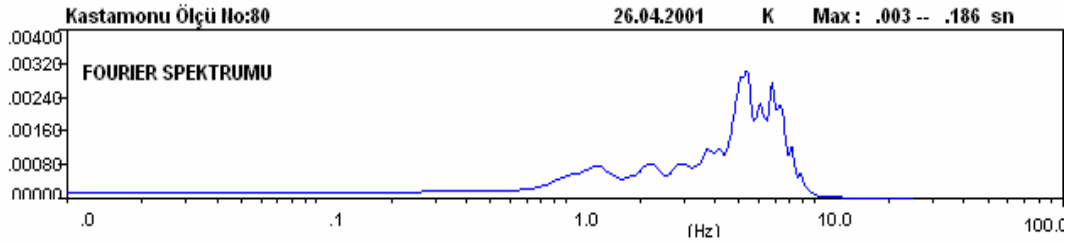
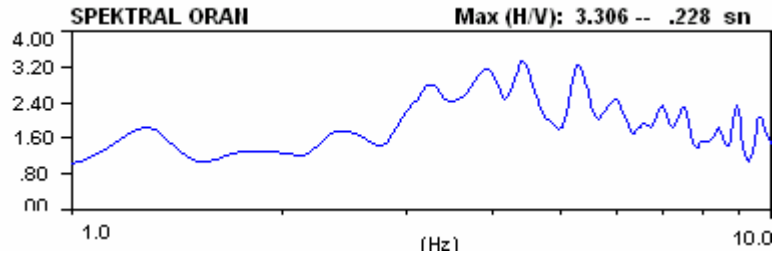


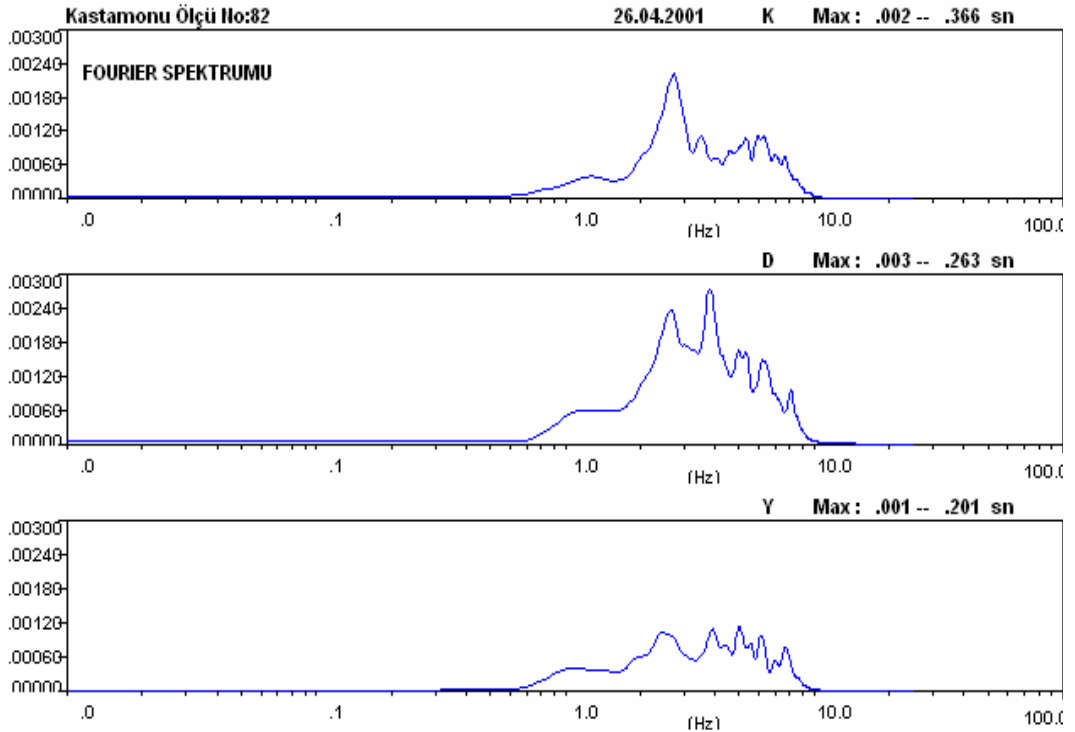
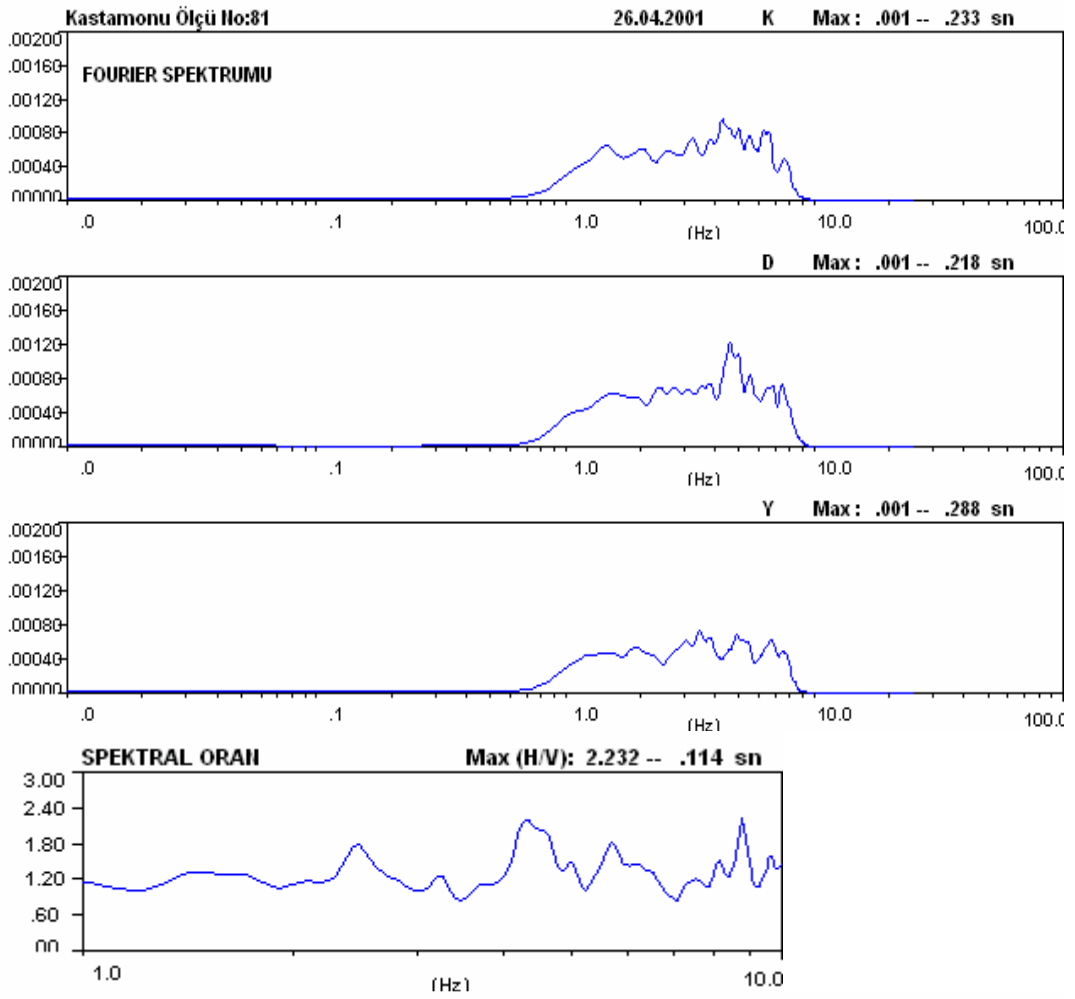


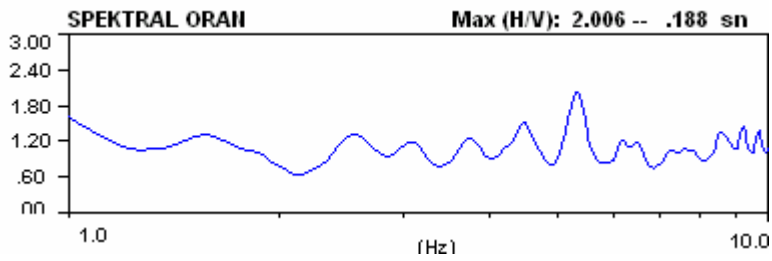
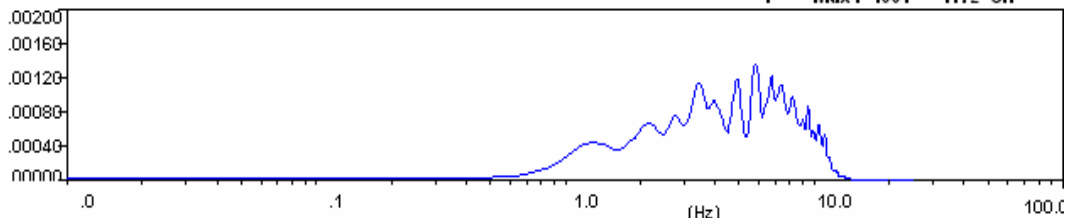
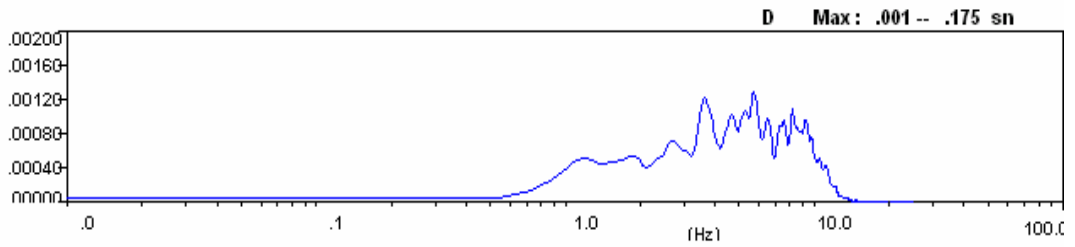
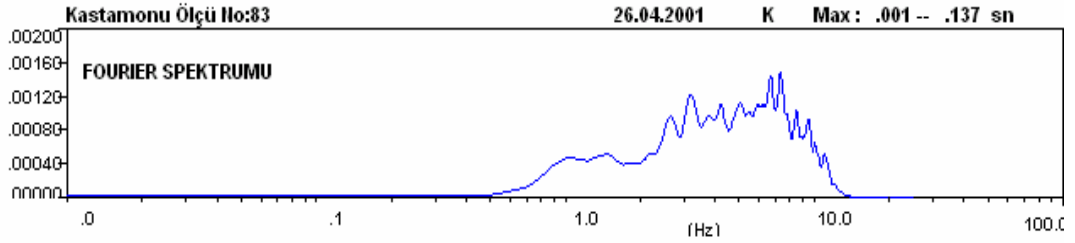
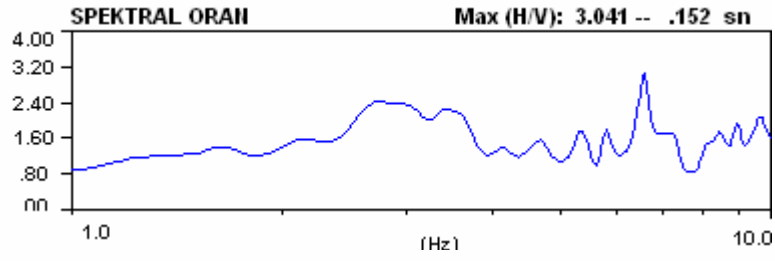












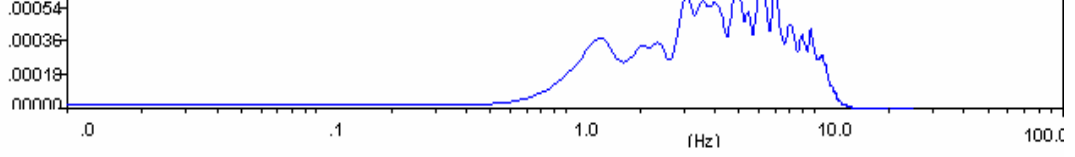
Kastamonu Ölçü No:84

26.04.2001

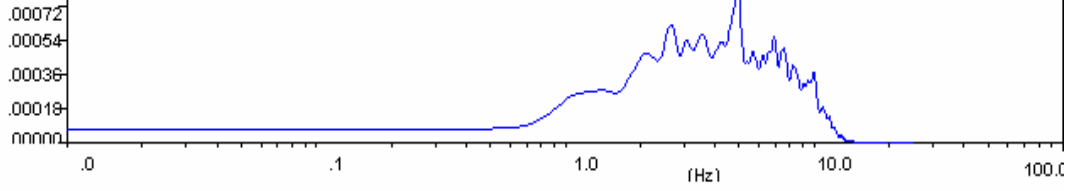
K

Max: .001 -- .203 sn

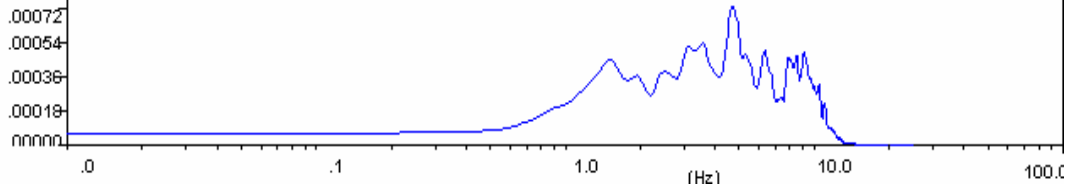
FOURIER SPEKTRUMU



D Max: .001 -- .203 sn

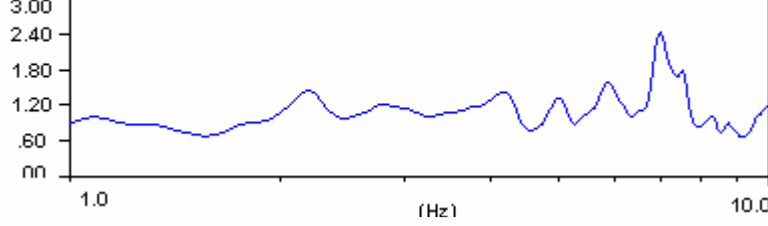


Y Max: .001 -- .213 sn



SPEKTRAL ORAN

Max (H/V): 2.434 -- .143 sn



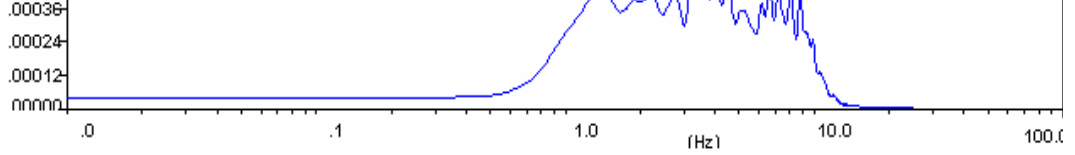
Kastamonu Ölçü No:85

26.04.2001

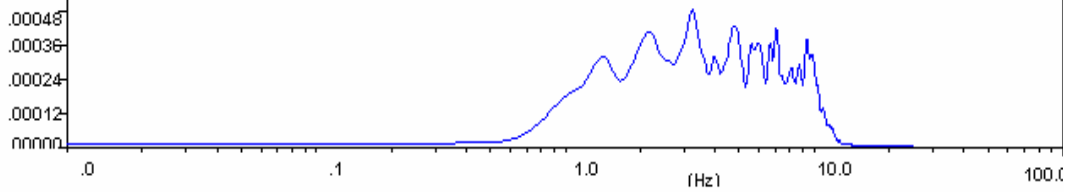
K

Max: .001 -- .297 sn

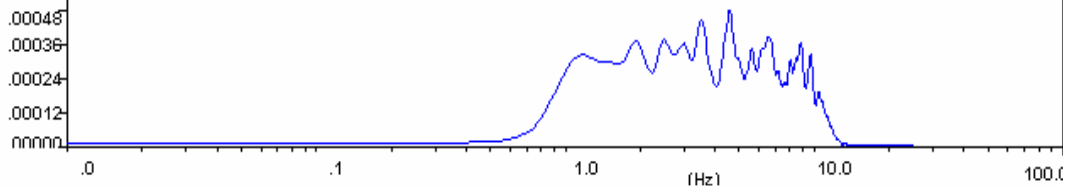
FOURIER SPEKTRUMU

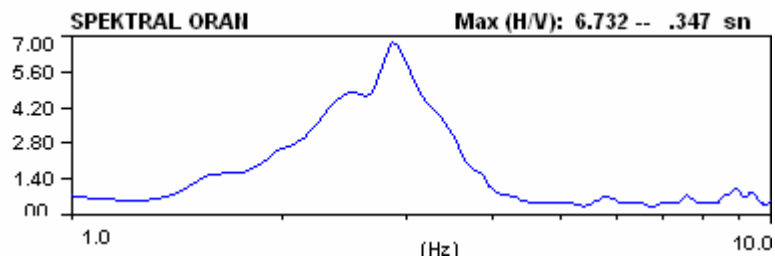
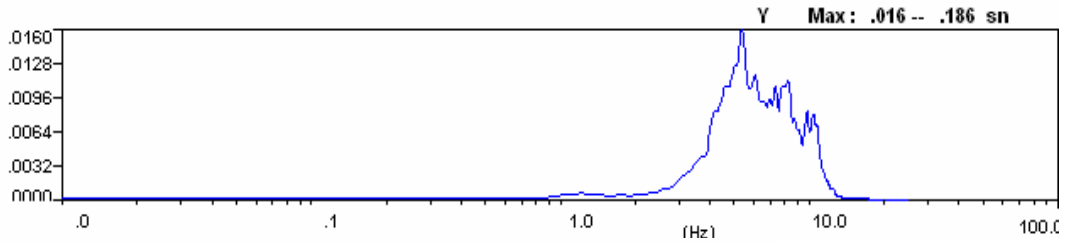
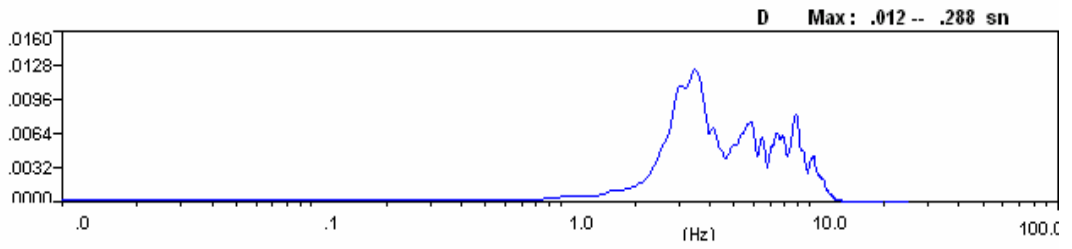
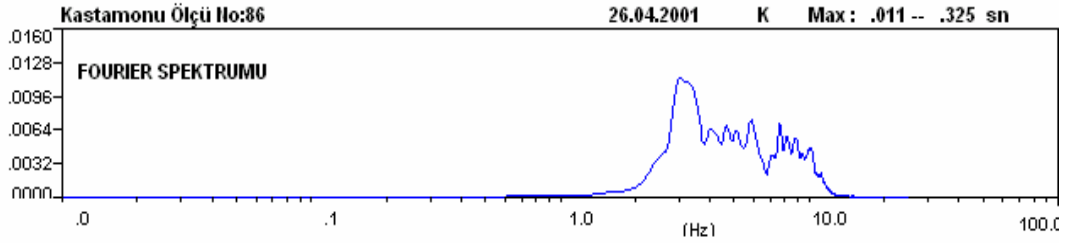
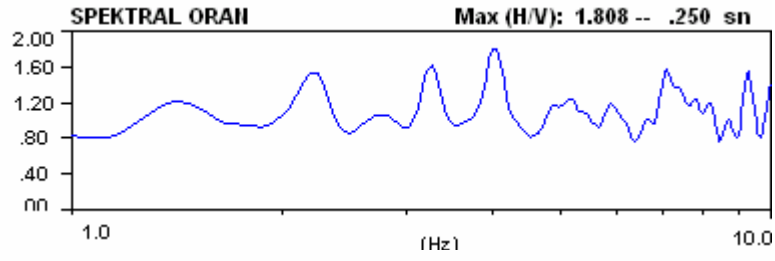


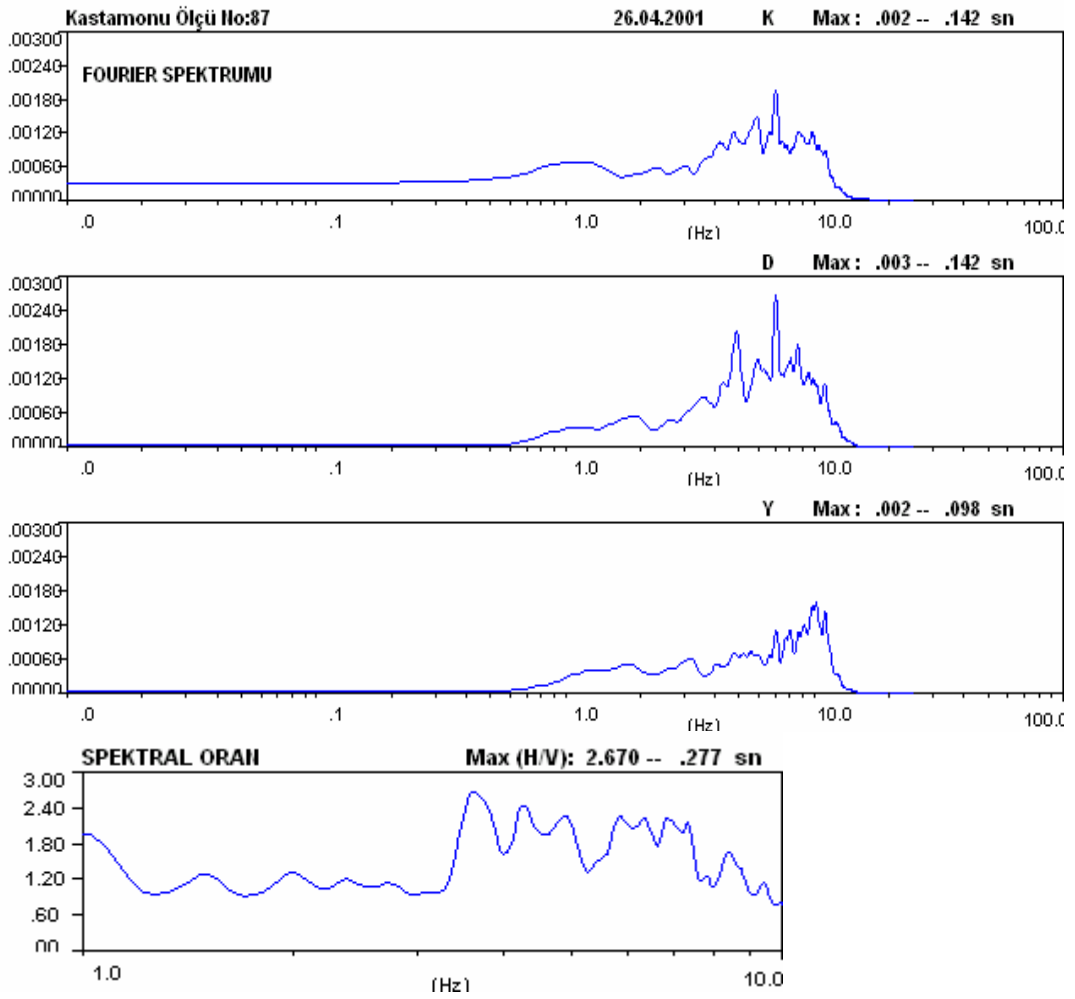
D Max: .000 -- .306 sn



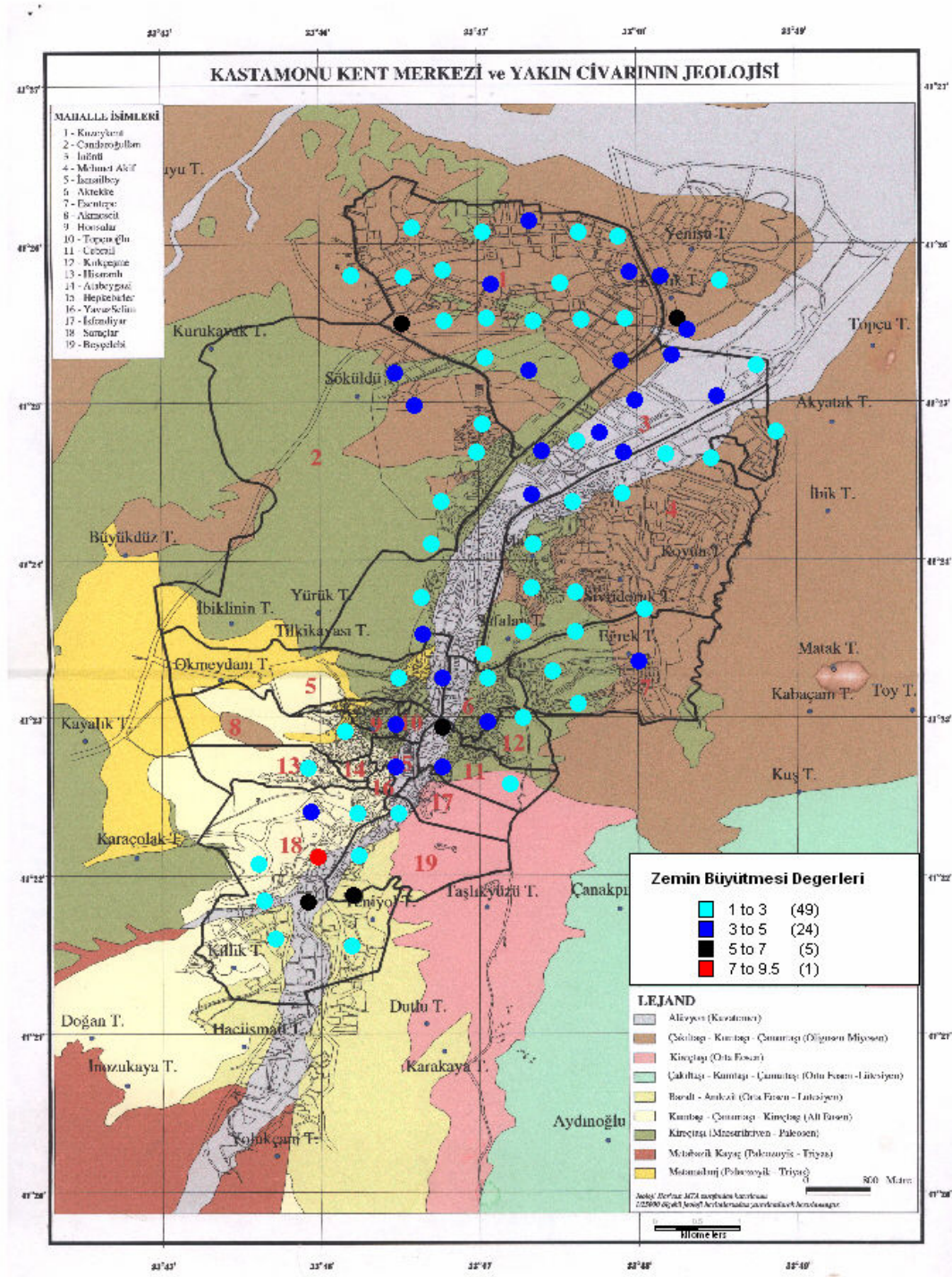
Y Max: .000 -- .218 sn



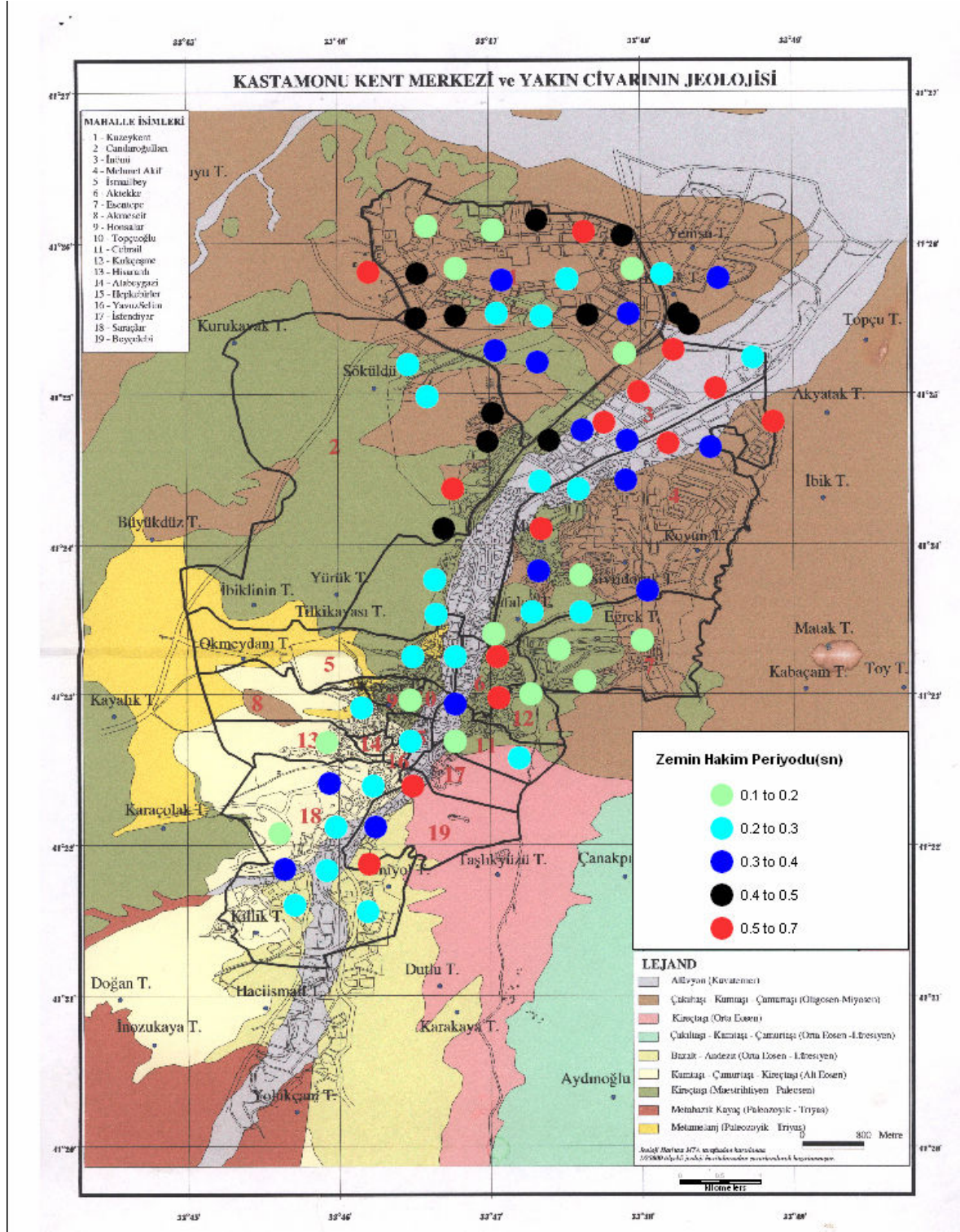




EK:3 ZEMİN BÜYÜTME HARİTASI



EK:4 ZEMİN HAKİM PERİYOT HARİTASI



EK: 5 ZEMİN K İNDEKS HARİTASI

