



Determination of site characterization in Turkey strong motion recording stations

Cengiz Kurtuluş¹, Fadime Sertçelik¹, İbrahim Sertçelik^{1*}, Turgay Kuru², Kudret Tekin², Erkan Ateş², Aytaç Apak², Derya Kökbudak², Selim Sezer², Derya Yalçın²

¹Geophysical Engineering Department, Kocaeli University, Kocaeli, 41001, Turkey

²Disaster and Emergency Management Authority, Ankara, 06800, Turkey

Highlights:

- Determination of soil parameters of earthquake recording stations
- V_{s30} velocity obtained MASW ReMi and MASW+ReMi combined inversion
- Site classification according to different standards

Keywords:

- MASW,
- ReMi,
- Mikrotremor
- V_{s30} Velocity
- Site classification

Article Info:

Research Article
Received: 19.08.2019
Accepted: 11.04.2020

Graphical/Tabular Abstract

In this study, the site characteristics of 312 strong ground motion recording stations belonging to the National Strong Motion Network of Turkey (TR-KYH) operated by the Disaster and Emergency Management Authority (AFAD) were determined. MASW and mikrotremor study results were classified according to Turkey Earthquake Building Regulations TDBY 2018, the NHERP (Figure A), EUROCODE-8, Rodriguez-Marek et.al. and DiAlessandro Carola et.al.

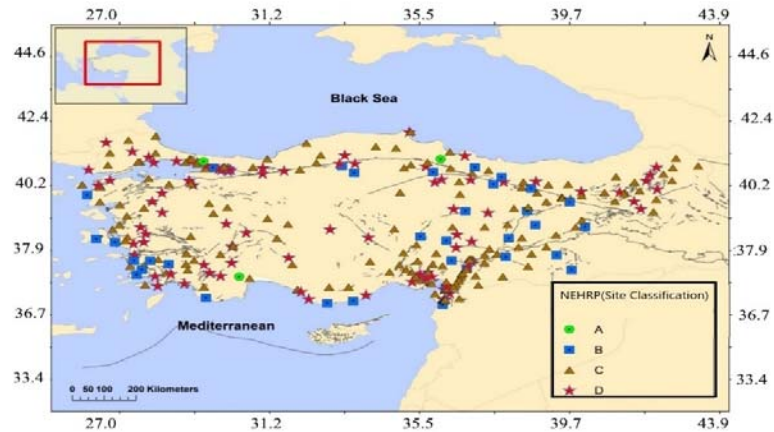


Figure A. The distributions of strong ground motion stations according to NHERP site classification

DOI:

10.17341/gazimmfd.606844

Purpose: The aim of this study is to determine the site parameters and classification of 312 strong ground motion stations operated by AFAD in Turkey.

Acknowledgement:

The authors would like to thank the Disaster and Emergency Management Authority (AFAD), which supports the study as a National Earthquake Research Project (UDAP-G-15-04).

Correspondence:

Author: İbrahim Sertçelik
e-mail: isert@kocaeli.edu.tr
phone: +90 262 303 3108

Theory and Methods:

Active Sourced Surface Wave Method (MASW), passive sourced linear array method (ReMi) and natural noise measurement (Microtremor) methods were used in this study. The velocity (V_{s30}) was obtained by MASW, and the velocity information for deeper was obtained by ReMi method. In addition, the accuracy of the S-wave velocity-depth profile obtained from the dispersion curve is increased by using MASW + ReMi combined inversion solution.

Results:

According to TDBY 2018; 3 ZA, 33 ZB, 178 ZC, 98 ZD according to NHERP; 3 A, 37 B, 173 C, 99 D according to EUROCODE-8; 36 A, 174 B, 102 C classes were determined. According to Rodriguez-Marek et al., classification, 1 A, 46 B, 68 C1, 34 C2, 70 C3, 65 D1, 19 D2, 4 D3, 1 E2 point and according to DiAlessandro, Carola, et al., classification, 31 CL-I, 54 CL-II, 55 CL-III, 82 CL-IV, 27 CL-V, 27 CL-VI, 37 CL-VII point have been identified.

Conclusion:

In general, low period and high frequency values were obtained on the hard sites, and high period and low frequency values on the soft sites. Similarly, high H/V ratios were found on the soft sites. V_{s30} velocities generally vary between 200 m/s and 1000 m/s for all stations.



Türkiye ulusal kuvvetli yer hareketi kayıt istasyonlarının zemin özelliklerinin belirlenmesi

Cengiz Kurtuluş¹, Fadime Sertçelik¹, İbrahim Sertçelik^{1*}, Turgay Kuru², Kudret Tekin², Erkan Ateş², Aytaç Apak², Derya Kökbudak², Selim Sezer², Derya Yalçın²

¹Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü 41001 İzmit, Kocaeli, Türkiye

²Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 06800, Çankaya, Ankara, Türkiye

ÖNEÇIKANLAR

- Deprem kayıt istasyonlarının zemin parametrelerinin belirlenmesi
- MASW, ReMi ve MASW+ReMi birleşik ters çözümü ile V_{s30} hızı bulunması
- Çeşitli standartlara göre zemin sınıflaması

Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi

Geliş: 19.08.2019

Kabul: 11.04.2020

DOI:

10.17341/gazimmfd.606844

Anahtar Kelimeler:

MASW,
ReMi,
mikrotremor,
zemin sınıflaması

ÖZET

Bu çalışmada, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından işletilen Türkiye Ulusal Kuvvetli Yer Hareketi Gözlem Ağına (TR-KYH) ait 312 kuvvetli yer hareketi kayıt istasyonunun zemin özellikleri belirlenmiştir. Çalışma kapsamında, Aktif Kaynaklı Yüzey Dalgası Yöntemi (MASW), Pasif Kaynaklı Doğrusal Dizilim Yöntemi (ReMi) ve Mikrotremor yöntemleri kullanılmıştır. İstasyon yerlerinde ilk 30 m derinliğe kadar makaslama dalgası hızının (V_{s30}) belirlenmesinin yanısıra, MASW + ReMi birleşik ters çözümü yapılarak inilebilen değişik derinliklerdeki ($h=250$ m'ye varan) S-dalgası hız-derinlik profili ve yer yapısı da belirlenmiştir. MASW çalışması sonuçları, Türkiye Deprem ve Bina Yönetmeliği TDBY2018[1], NEHRP [2] ve EUROCODE-8'e [3] göre sınıflandırılmıştır. TDBY 2018'e göre ZA:3, ZB:33, ZC:178, ZD:98; NHERP e göre A:3, B:37, C:173, D:99; EUROCODE-8'e göre ise A:36, B:174, C:102 adet zemin belirlenmiştir. Mikrotremor yöntemi ile doğal titreşim frekansı ve sismik genlik büyüme katsayısı bulunarak Rodrigex-Marek vd. [4] ve DiAlessandro Carola vd. [5] göre değerlendirilmiştir. Rodrigex-Marek vd. [4] sınıflamasına göre A:1, B:46, C1:68, C2:34, C3:70, D1:65, D2:19, D3:4, E2:1 ve DiAlessandro Carola vd. [5] sınıflamasına göre CL-I:31, CL-II:54, CL-III:55, CL-IV:82, CL-V :27, CL-VI:27, CL-VII:37 adet zeminde bu istasyonların kurulduğu bilgisine ulaşılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bu istasyonlara ait zemin sınıf ve parametrelerinin ileride yapılacak araştırmalara önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Determination of site characterization in Turkey strong motion recording stations

HIGHLIGHTS

- Determination of soil parameters of earthquake recording stations.
- V_{s30} velocity obtained MASW, ReMi ve MASW+ReMi combined inversion
- Site classification according to different standards

Article Info

Research Article

Received: 19.08.2019

Accepted: 11.04.2020

DOI:

10.17341/gazimmfd.606844

Keywords:

MASW,
ReMi,
mikrotremor,
site classification

ABSTRACT

In this study, the site characteristics of 312 strong ground motion recording stations belonging to the National Strong Motion Network of Turkey (TR-KYH) operated by the Disaster and Emergency Management Authority (AFAD) were determined. Active Sourced Surface Wave Method (MASW), passive sourced linear array method (ReMi) and Microtremor methods were used in this study. The S-wave velocity-depth profile and the ground structure at different depths (down to 250 m), which can be avoided from MASW+ReMi combined inversion, are also determined at the station sites, along with the determination of the shear wave velocity to the first 30 m depth (V_{s30}). MASW study results were classified according to Turkey Earthquake Building Regulations TDBY 2018 [1], the NHERP [2] and EUROCODE-8 [3]. According to TDBY 2018, ZA:3, ZB: 33, ZC:178, ZD:98; according to NHERP, A:3, B:37, C:173, D:99; according to EUROCODE-8, A:36, B:174, C:102 points were determined. The natural frequency and seismic amplification coefficients of the microtremor were determined and compared with those of Rodrigex-Marek et al., [4] and DiAlessandro, Carola, et al., [5]. According to Rodrigex-Marek et al.,[4] classification, A:1, B:46, C1:68, C2:34, C3:70, D1:65, D2:19, D3: 4, E2:1 point and according to DiAlessandro, Carola, et al., [5] classification, CL-I:31, CL-II:54, CL-III:55, CL-IV:82, CL-V:27, CL-VI:27, CL-VII:37 point have been identified. It is thought that the site classes and parameters of these stations obtained as a result of the study will contribute to future researches.

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: cengizk52@gmail.com, fasert@kocaeli.edu.tr, *isert@kocaeli.edu.tr, turgay.kuru@afad.gov.tr, kudret.tekin@afad.gov.tr, erkan.ates@afad.gov.tr, aytaç.apak@afad.gov.tr, derya.kokbudak@afad.gov.tr, selim.sezer@afad.gov.tr, deryalcin@gmail.com / Tel: +90 262 303 3108

1.GİRİŞ (INTRODUCTION)

Modern sismik ağlarda, kayıt istasyonlarının kurulduğu zeminin sismik tepki fonksiyonu, jeofizik ve jeoteknik özellikleri ile ilişkilidir. Özellikle, yerel zemin özelliği, kuvvetli yer hareket kayıtlarını doğrudan etkileyen bir parametredir. Bir kuvvet karşısında, zeminlerin sergilediği farklı büyütme değerleri, depremlerle ilgili disiplinlerde çalışan mühendislerin ilgisini çekmektedir. Büyük depremler sonrası zeminin davranışına bağlı olarak bölgede meydana gelen hasar, zemin özelliklerinin duyarlı bir şekilde bilinmesinin önemini de artırmıştır. Kuvvetli yer hareketi kayıtları, depremin fiziğini, zarar verici zemin hareketlerinin oluşumunu, yayılımını ve yapıların titreşim performansını anlamak ve karakterize etmek için kullanılmaktadır. Ayrıca, yerleşimin gittikçe yoğunlaştığı bölgelerde, yüksek yapıların, köprü, baraj gibi mühendislik yapılarının depreme karşı dayanıklı tasarlanması ve gelecekteki depremlerden kaynaklanacak kayıpları azaltmak için kritik önem taşımaktadır.

Sert kayaların üzerini örten alüvyon veya tortul örtüler nedeniyle katmanlar arası mekanik özellik farklılıklarına (empedans kontrastı) bağlı olarak sismik dalga genliklerinde artışlar meydana gelir. Bu tür yapılar genellikle 1D dalga yayılımı ile modellenmektedir. Diğer taraftan tortu dolgulu vadiler ve havzalar gibi yanal heterojenliklerin göz ardı edilemez olduğu bölgelerde, 2D veya 3D geometriler yer hareketi özelliklerinin karmaşıklığını tanımlamak için daha uygundur [6, 7].

Yerleşim alanlarının zemin büyütmesi ve hakim periyot karakteristiklerinin bilinmesi önemlidir. Bu nedenle sismik kırılma, aktif kaynaklı yüzey dalgası yöntemi (MASW) ve SPT verileri analiz edilerek dinamik zemin davranışları karakterize edilmekte ve yerleşim alanları için zemin büyütmesi, hakim periyot ve en büyük yer ivmesi vb. haritaları hazırlanmaktadır [8]. Yeraltı sismik hız yapısının ortaya çıkartılmasında özellikle V_p ve V_p/V_s değerlerinden litoloji için doğru ve güvenilir sonuçlar elde edilmektedir [9]. V_s30 , yerin 30 m derinliğine kadar olan sedimanter tabakalarda kayma dalgası hızını tanımlamada kullanılan parametredir. Bu parametre depreme dayanıklı bina tasarımı için kayaların özelliklerini ve zemin parametrelerini belirlemede çok önemlidir [10-12]. Yeraltı tabakalarının fiziksel özelliklerinin (makaslama modülü, elastisite modülü, sıkışmazlık modülü, doğal salınım periyodu, zemin büyütmesi, poisson oranı vb.) bulunmasında da S dalga hızına ihtiyaç duyulmaktadır. S-dalgası hızı, sismik kırılma çalışması ile bulunması çok zor bazen de olanaksız olması nedeniyle son yıllarda yüzey dalgalarının çok-kanallı analizi (MASW) yöntemi kullanılarak bulunmaktadır. Sismik kırılma yöntemi ile ölçü alınırken kullanılan dizilim geometrisi korunarak MASW kayıtları toplanabilmekte ve daha büyük araştırma derinliği elde edilebilmektedir. Yüzey dalgası analiz yöntemlerinde, yer altındaki tabakalı yapıların kesme dalgası hızının (V_s) derinlikle değişiminin hesaplanması

amacıyla Rayleigh dalgasının dispersiyon özelliğinden faydalanılmaktadır.

Pasif Kaynaklı Doğrusal Dizilim Yöntemi (ReMi) ise MASW 'den daha fazla nüfuz derinliğine sahiptir ve daha derinlikteki hızları belirlemede kullanılmaktadır. Yöntem, MASW 'da oluşturulan yapay sismik dalga yerine çevresel gürültüleri kullanır. Yöntem yer içerisinde dispersiyon özelliği gösteren Rayleigh dalgalarının analizini yaparak V_s hızının elde edilmesini sağlar. ReMi yer içerisinde titreşim oluşturacak çevresel gürültülerin kaydedilmesi ve bu gürültülerin frekans ortamına aktarılıp değerlendirilmesi olmak üzere iki aşamadan oluşur. Bunlardan birincisi incelenen alana ait dispersiyon eğrisinin belirlenmesidir. Yüzey dalgası yöntemlerin tümünde amaçlanan, incelenen alana ait dispersiyon eğrisini elde etmektir. Dispersiyon eğrisinin elde edilişi her yöntem için farklıdır. İkinci aşama ise ters-çözüm işlemidir. MASW ve ReMi yöntemlerinin birbirlerine olan üstünlükleri şöyle sıralanabilir. MASW yönteminde aktif kaynak kullanılır ve yüksek frekans aralıklarında yüksek kalitede Rayleigh dalga dispersiyon verisi elde edilebilir. ReMi yönteminde ise pasif kaynak kullanılır ve uzun dalga boylarının çözünürlüğü daha yüksektir. Daha derinlerdeki tabakalardan bilgi alınır.

Mikrotremor (veya ortam titreşimi) yöntemi ise, sismik hızların mekanik özelliklerini değerlendirmek için arka plan sismik gürültünün analiz edildiği veri toplama kolaylığının yanı sıra, verdiği sonuçların zenginliği açısından da etkilidir [13, 14]. Bu arka plan gürültüsü, dalgaların kaynak, iletim yolları ve yeraltı yapılarının özelliklerine göre şekillenen dalga türlerinin bir karışımıdır [15]. Sismik gürültü, düşük frekanslı (~ 1 Hz'den az) doğal olayların (depremler, rüzgâr, gelgitler, nehirler, yağmur, atmosferik basınç değişimleri) ve yüksek frekanslı (~ 1 Hz'den büyük) insan faaliyetleri (karayolu trafiği, makine, yayalar) birleşmesiyle oluşan dünyanın sabit titreşimi olarak tanımlanır. Tek istasyon mikrotremor yönteminde; mikrotremor kayıtlarının yatay bileşeninin, düşey bileşene spektral oranlaması yapılır. Bu oran dalgaların geçtiği zemin özelliklerinden etkilenmektedir. Mikrotremor yöntemi hakim frekans, büyütme, sismik kayma dalgası hızının derinlikle değişimi ve anakaya derinliklerinin bulunmasında kullanılmaktadır.

Benzer çalışmalarda, bahsedilen jeofizik yöntemlerden MASW ve standart penetrasyon testi kullanılarak AFAD'a ait daha eski kuvvetli yer hareketi istasyonlarına ve İtalya'daki ivme istasyonlarına ait zemin sınıflamaları yapılmıştır [16-18]. Bu çalışmalarda bir veya iki yöntem kullanılmış ve zemin sınıflamaları bir veya iki standartta göre değerlendirilmiştir. Bu çalışmada ise, Türkiye'de AFAD tarafından işletilen veya yeni kurulan 312 adet kuvvetli yer hareketi istasyonlarına ait zemin parametrelerinin belirlenmesine yönelik olarak, üç farklı (MASW, ReMi ve Mikrotremor) yöntemi kullanılmıştır. 30 m derinliğe kadar olan ortalama hız (V_s30) MASW, daha derinlere ait hız bilgileri ise ReMi yönteminden elde

edilmiştir. Ayrıca MASW+ReMi birleşik ters çözümün kullanılmasıyla dispersiyon eğrisine bağlı olan S-dalga hız-derinlik profilinin doğruluğu artırılmıştır. Hesaplanan hız, zemin büyütmesi, hakim frekans değerlerinden 5 farklı standartta göre zemin tanımlamaları yapılmıştır.

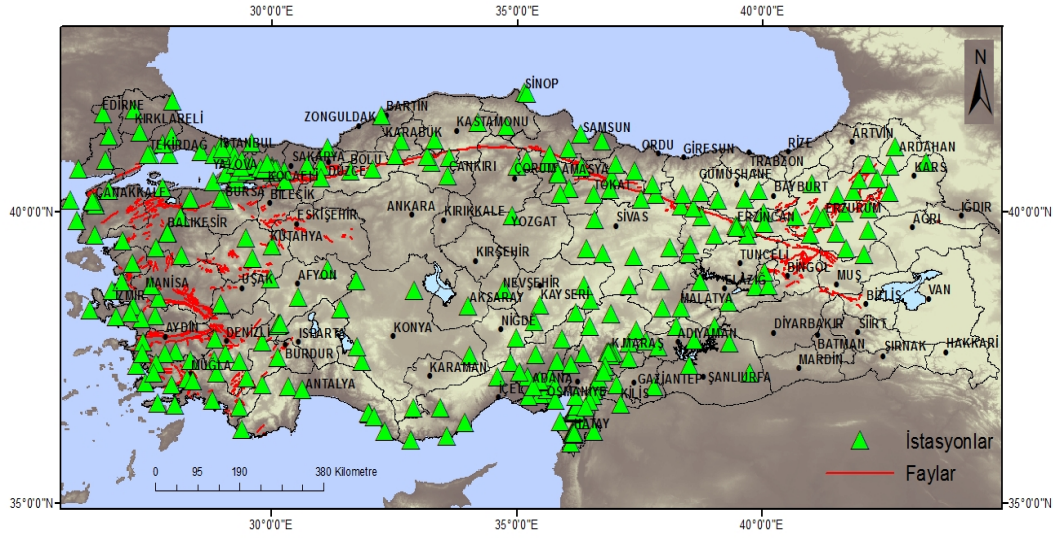
2. SIĞ SİSMİK ARAŞTIRMALAR (SHALLOW SEISMIC SURVEYS)

Dünyanın en aktif tektonik yapılarını barındıran konumda bulunan ülkemizde, T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı tarafından işletilen 650 civarında Kuvvetli Yer hareketi istasyonu bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında, zemin bilgileri elde edilen Türkiye çapında aktif ya da pasif durumda

bulunan 312 istasyonun dağılımı Şekil 1. Her bir istasyon lokasyonunda uygulanan yöntem sonuçları, Türkiye Deprem ve Bina Yönetmeliği TDBY 2018 (Tablo 1), NERPH (Tablo 2), EUROCODE- 8 (Tablo 3), Rodrigez-Marek vd. (Tablo 4) ve DiAlessandro Carola vd. (Tablo 5), esaslarına göre de sınıflandırılmıştır. Aksaray merkezde yer alan 6801 kodlu istasyon örnek olarak seçilerek yapılan tüm hesaplamalar, çizilen grafik ve spektrumlar bu örnek üzerinden gösterilmiştir.

2.1. Aktif Kaynaklı Yüzey Dalgası Yöntemi (MASW) (Active Surface Wave Method)

MASW verileri sahada, 48 kanallı bir adet GEODE sismik kayıtcı ile alınırken 4.5Hz lik jeofon kullanılmıştır. Veri



Şekil 1. Çalışma kapsamında ölçüm yapılan istasyonların dağılımı.
(Distribution of the measurement stations with in the study.)

Tablo 1. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) (Turkey Earthquake Building Regulations)

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		(V_s) ₃₀ [m/s]	(N_{60}) ₃₀ [darbe/30cm]	(c_u) ₃₀ [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	-	-
ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar	760-1500	-	-
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360-760	> 50	> 250
ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok sert kil tabakaları	180-360	15-50	70-250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \%40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ($c_u < 25$ kPa) içeren profiller	<180	<15	<70
ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaştırılabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer, 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ($PI > 50$) killer, 4) Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killer.			

Tablo 2. NHERP zemin sınıfı tanımları (BSSC 2003) (Site class definitions in NHERP provisions)

Zemin Sınıfı	Tanımlama	$V_{s,30m}$ (m/s)	N_{30m}	$S_{u,30m}$ (kPa)
A	Sert ana kaya	$V_{s,30m} > 1,500$	-	-
B	Sağlam, dayanıklı ile sert kaya arası birimler	$760 < V_{s,30m} \leq 1,500$	-	-
C	Yoğun toprak, yumuşak kaya	$360 < V_{s,30m} \leq 760$	$50 < N_{30m}$	$100 < S_{u,30m}$
D	Sert toprak	$180 \leq V_{s,30m} \leq 360$	$15 \leq N_{30m} \leq 50$	$50 \leq S_{u,30m} \leq 100$
E	Yumuşak killer	$V_{s,30m} < 180$	$N_{30m} < 15$	$S_{u,30m} < 50$
F	Özel çalışma gerektiren zeminler	PI > 20, w ≥ 40% ve $S_u < 25$ kPa koşullarını sağlayan, toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası içeren zemin profilleri Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaşabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler). Kalınlığı 3 m veya daha fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer, Kalınlığı 8 m veya daha fazla olan yüksek plastisite indexli (PI > 75) killer. Kalınlığı 36 m veya daha fazla olan yumuşak/orta sert killer.		

Tablo 3. Eurocode-8' de zemin sınıfı tanımları (CEN 2003) (Site class definitions in Eurocode-8)

Zemin Sınıfı	Tanımlama	$V_{s,30m}$ (m/s)	N_{30m}	$S_{u,30m}$ (kPa)
A	Kaya yada benzeri formasyonlar	$V_{s,30m} > 800$	-	-
B	Çok sıkı kum, çakıl yada çok sert killer	$360 < V_{s,30m} \leq 800$	$N_{30m} > 50$	$S_{u,30m} > 250$
C	Sıkı yada orta sıkı kum veya sert kil	$180 \leq V_{s,30m} \leq 360$	$15 \leq N_{30m} \leq 50$	$70 \leq S_{u,30m} \leq 250$
D	Gevşekten orta sıkıya kadar kohezyonsuz veya yumuşaktan serte kadar kohezyonlu zemin	$V_{s,30m} < 180$	$N_{30m} < 15$	$S_{u,30m} < 70$
E	C veya D tipi alanlar için verilen aralıkta V_s değerine sahip alüvyon yüzey tabakası bulunan, $V_s > 800$ m/s olan daha sert malzeme ile örtülü olan ve kalınlığı 5 m ile 20 m arasında değişen zemin profili.			
S1	$V_s < 100$ m/s ya da $10 < S_u < 20$ kPa olan, en az 10 m kalınlıkta, yüksek plastisite indeksine (PI > 40) sahip, yüksek su içerikli yumuşak kil / silt tabakası içeren tortullar.			
S2	A-E ve S1 tiplerine dahil olmayan sıvılaşabilir zeminlerin, hassas killerin veya başka herhangi bir zemin profilinin tortulları.			

alımını için jeofon aralıkları 2m, offset 2m ve serim uzunluğu 96m seçilmiştir (Şekil 2). Arazi çalışması sırasında istasyonun bulunduğu her bir noktada yapılan sismik ölçümlerle zemin parametrelerini bulmak için; veri toplanmış, yüksek ve temel kipler (modes) için dispersiyon eğrilerinin elde edilmiş ve ters çözüm işlemiyle makaslama dalgası hızı (V_s) dağılımı belirlenmiştir. Şekil 3 de örnek sismik kayıt, Şekil 4 de elde edilen P dalgası hız modeli ve Şekil 5 de ise elde edilen dispersiyon spektrumu gösterilmiştir.

2.2. Pasif Kaynaklı Doğrusal Dizilim Yöntemi (Passive Source Linear Array Method) (ReMi)

ReMi çalışmasında 48 kanallı sismik kırılma cihazı kullanılmıştır. Her bir istasyon yerindeki MASW dizilimi ile pasif kaynak ölçümü alınmış (Şekil 6) ve dispersiyon eğrisi bulunmuştur (Şekil 7). ReMi yönteminden elde

edilen sonuçlar MASW yönteminden elde edilen sonuçlarla kıyaslanmıştır. Ayrıca MASW+ReMi birleşik ters çözümü yapılarak dispersiyon eğrisine bağlı S-dalga hız-derinlik profili elde edilmiştir (Şekil 8).

2.3. Mikrotremör Yöntemi (Microtremör Method)

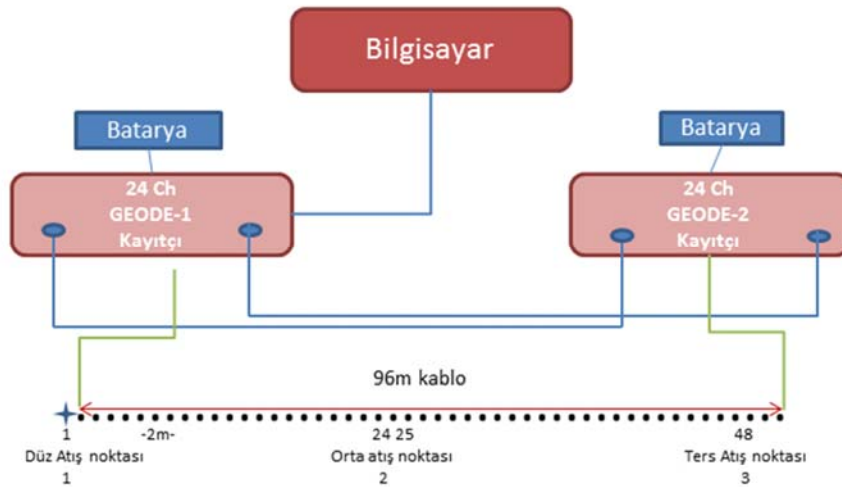
312 noktada mikrotremör ölçümü için GÜRALP CMG 6TD üç bileşen geniş band hızölçer kullanılmıştır. Sismometre sensörünün yer hareketine hassasiyeti 0.033-50 Hz arasında geniş bir frekans bandında değişmektedir. Kayıtlarda güç kaynağı olarak 12 V pil kullanılmıştır. Mikrotremör verileri, GCF (Guralp Compressed File) formatında alınmıştır. Kayıt edilen üç bileşen gürültü verisi SCREAM [19] adlı yazılımla görüntülenip düzenlenmiştir (Şekil 9). Alınan kayıtların değerlendirilmesi, Geopsy [20] yazılımı kullanılarak tek istasyon yöntemine (H/V) göre yapılmıştır.

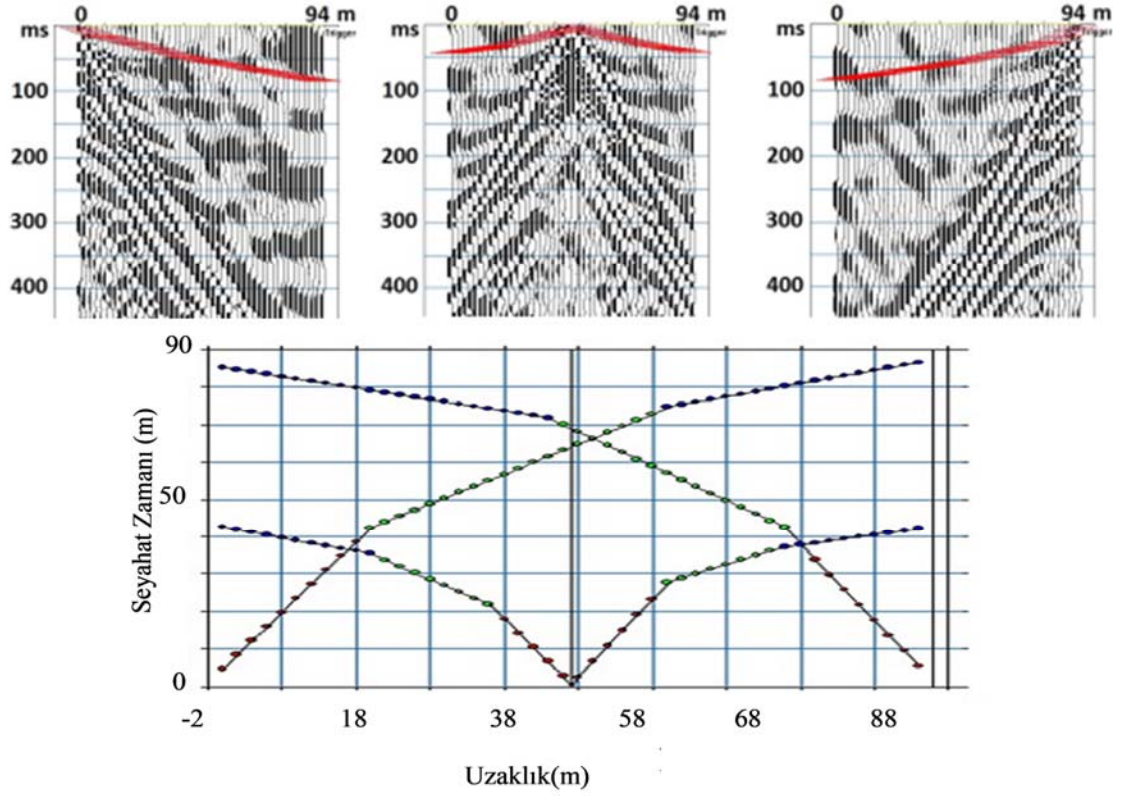
Tablo 4. Zemin sınıfı (Rodriguez-Marek vd. 2001'den değiştirilmiştir). (Site class modified from Rodriguez-Marek et al. 2001)

Zemin	Tanımlama	Zemin Hakim Frekansı	Açıklama
A	Sert Kaya	>10 Hz	Sert, sağlam, bozulmamış kaya ($V_s \geq 1500$ m/s)
B	Kaya	>5 Hz	Aşınmamış kaya ($V_s \geq 760$ m/s veya <6 m zemin
C-1	Ayrılmış/Yumuşak Kaya	>2.5 Hz	Derinliği 6 m'den fazla 30 m'den az olan aşınmış zon (360 m/s < V_s < 700 m/s)
C-2	Sığ Sıkı Zemin	>2 Hz	Zemin derinliği 6 m < h < 30 m
C-3	Orta Derinlikli Sıkı Zemin	>1.25 Hz	Zemin derinliği 30 m < h < 60 m
D-1	Derin, Sıkı, Holosen Yaşlı Zemin, Kum ya da Kil	>0.71 Hz	Zemin derinliği 60 m < h < 200 m. Düşük ince dane oranına sahip (<%15) ve plastik olmayan (PI < 5) kum. Yüksek ince dane oranına sahip (> %15) ve plastik olan (PI > 5) kil
D-2	Derin, Sıkı, Pleistosen Yaşlı Zemin, Kum ya da Kil.	>0.71 Hz	Zemin derinliği > 60 m ve < 200 m. S veya C alt sınıflama için D1'e bakınız.
D-3	Çok Derin, Sıkı Zemin	>0.5 Hz	Zemin derinliği > 200 m
E-1	Orta Derinlikte Yumuşak Kil	>1.43 Hz	Kalınlığı 3 ile 12 m arasında yumuşak kil tabakası
E-2	Derin Yumuşak Kil Seviyesi	>0.71 Hz	Kalınlığı > 12 m yumuşak kil tabakası
F	Özel Araştırma Gerektiren Zeminler; Örneğin Potansiyel Olarak Sıvı-laşabilir Kum veya bataklık (turba)	= 1.0 Hz	Yüksek su tablasına sahip ($z_w \leq 6$ m) holosen yaşlı gevşek kum veya turba bataklık

Tablo 5. Zemin sınıfı (Di Alessandro vd. 2012'den değiştirilmiştir). (Site class modified from Di Alessandro et al. 2012)

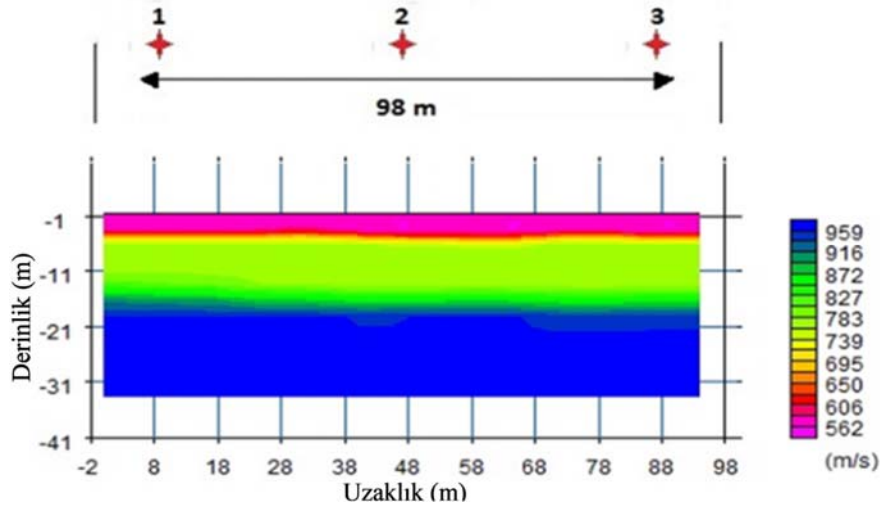
Sınıf	Kriterler	Açıklama
CL-I	$f_0 > 5$ Hz	Ana Kaya
CL-II	2.5 Hz < $f_0 \leq 5$ Hz	Sert Zemin
CL-III	1.66 Hz < $f_0 \leq 2.5$ Hz	Orta-Sert Zemin
CL-IV	$f_0 \leq 1.66$ Hz	Gevşek Zemin
CL-V	Belirgin olmayan f_0 (Genliği <2 olan düz eğriye sahip H/V)	Anakaya'ya eşdeğer bir zemin
CL-VI	$f_0 > 5$ Hz üzerinde geniş-çoklu pikler	Gevşek Zemin
CL-VII	Belirgin olmayan f_0 (geniş frekans aralığında çoklu pikler)	Sınıflanamayan zemin

**Şekil 2.** MASW arazi çalışmasının iş akışı diyagramı (Work flow diagram of the MASW field work)



Şekil 3. 6801 kodlu istasyon mevkiindeki sismik kayıtlardan tespit edilen ('first-break picking') ilk-varan sinyallere ait zamanlar (üstte, kırmızı yıldızlarla temsil edilen), ve bunlara karşılık gelen zaman eğrilerinin serim boyunca toplu halde görünümü (altta, kırmızı eğriler).

(The times for the first-arrival signals (represented by red stars) in seismic records at station 6801, and the total appearance of the corresponding time curves along the spread (bottom, red curves).

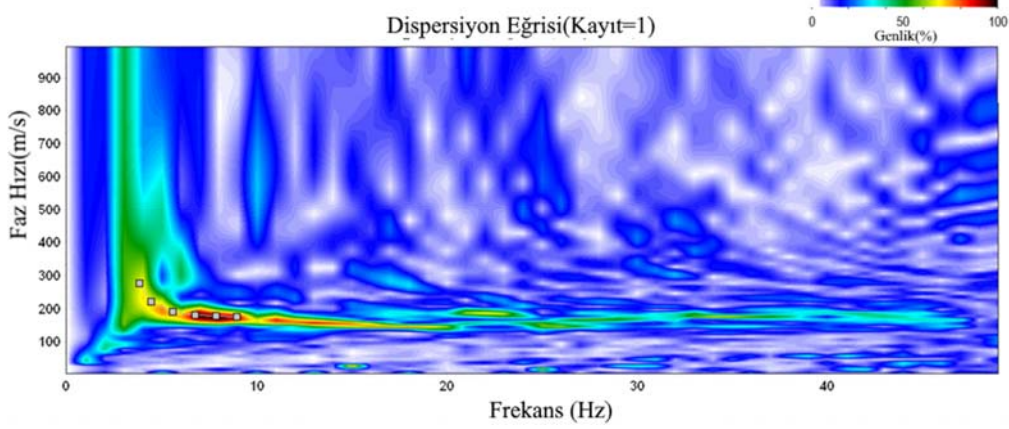


Şekil 4. 6801 kodlu istasyon mevkiindeki zemine ait P-dalgası hız-derinlik modeli. Numaralandırılmış yıldızlar atış noktalarını göstermektedir.

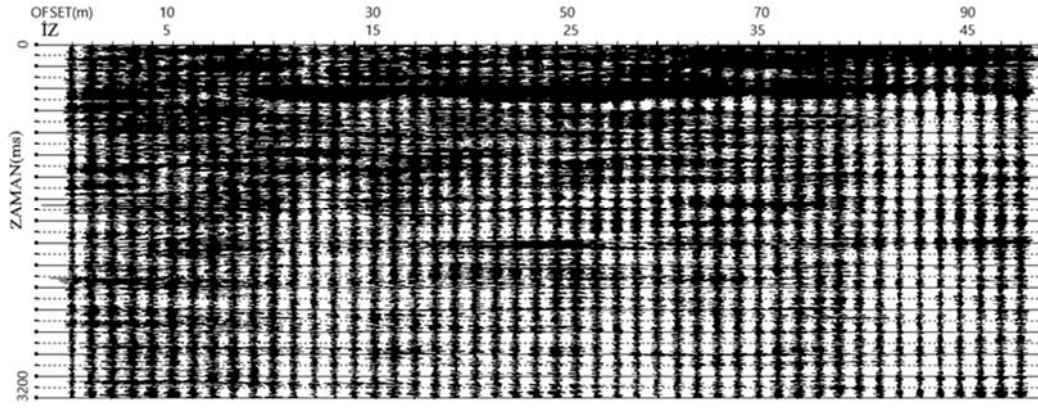
(P wave-depth model estimated for 6801 station site. The numbered stars represent shooting points).

Ham verinin kenarlarında %5 yuvarlatılmış Kosinüs penceresi uygulanarak zaman dizisinin her iki ucunda oluşan ani değişimler sonucu spektrumlarda görülebilecek yan salınımların genlikleri düşürülmüş ve veri 1-20 Hz arasında band geçişli Butterworth süzgeç ile süzölmüştür.

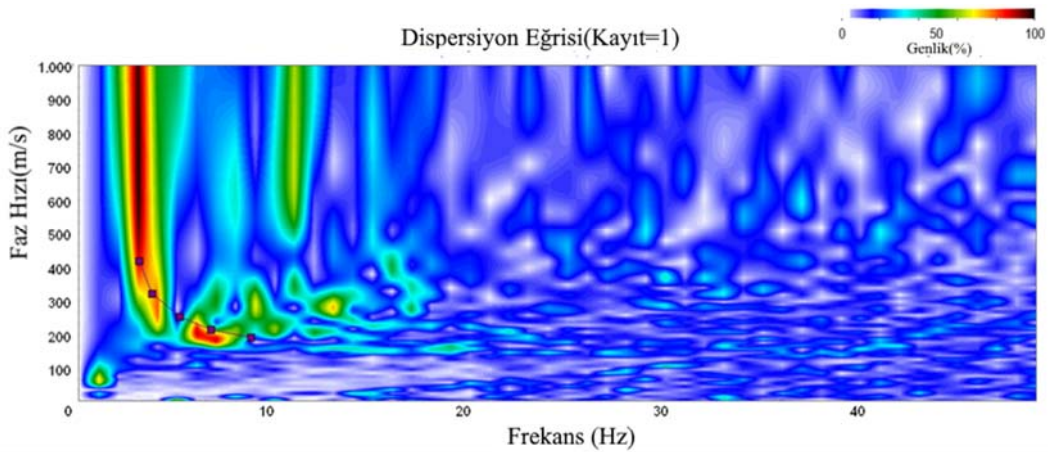
Böylece sinyallerden çok düşük ve yüksek frekanslardaki gürültüler atılmış, geriye mikrotremorları oluşturan frekans içeriği kalmıştır. Mikrotremor verilerinin değerlendirilmesinde; Pencere sayısı, tüm kayıt içerisindeki belirgin devirlerin sayısının 200'den büyük olması, f_0



Şekil 5. 6801 kodlu istasyon mevkiinde elde edilen ve Şekil 3'te gösterilen sismik kayıta mevcut yüzey dalgalarının düzlem-dalga bileşenlerine ayrılmasıyla hesaplanan dispersiyon spektrumu. (The dispersion spectrum obtained at the 6801 coded station location and calculated by separating the plane wave components of the surface waves present in the seismic record shown in Figure 3)



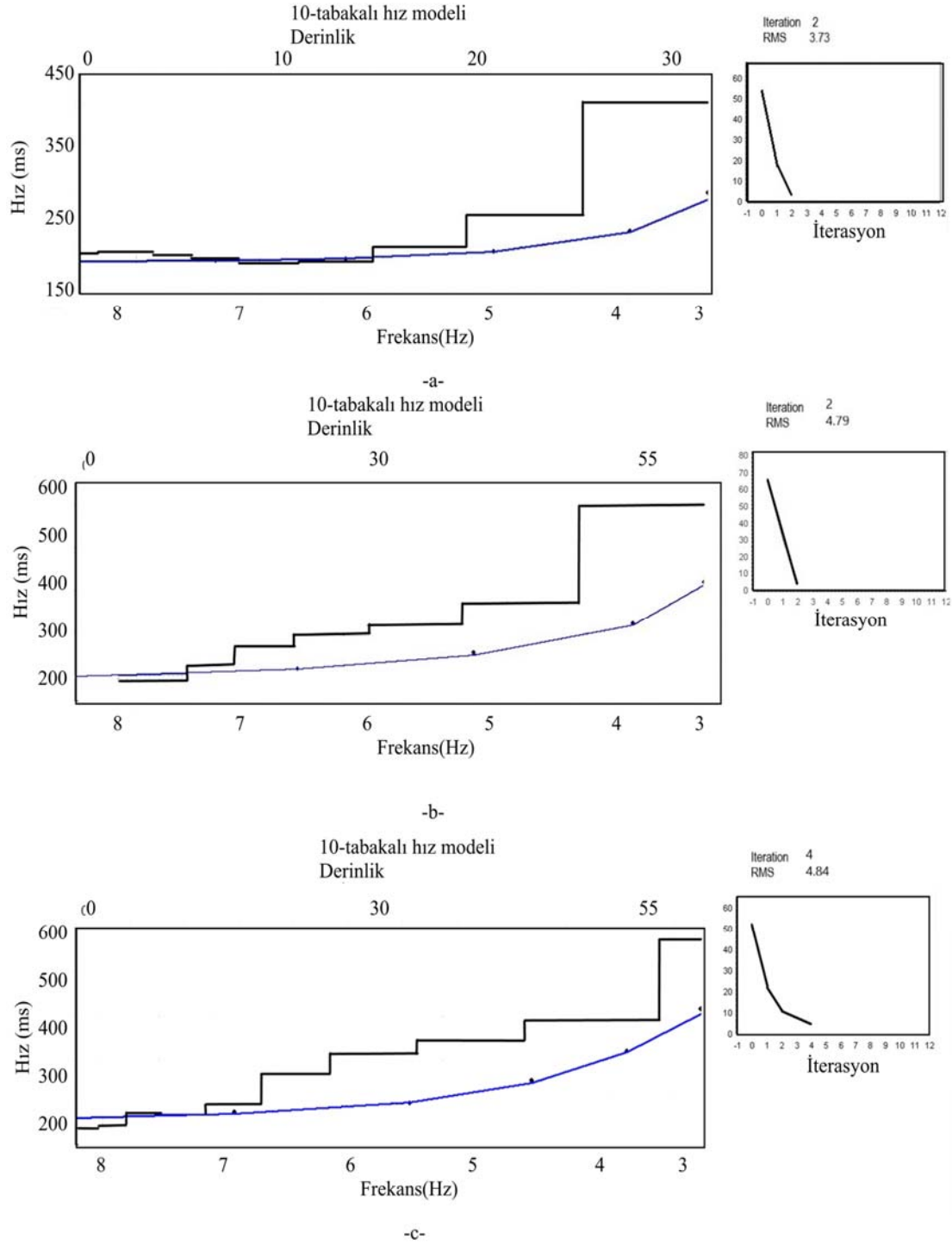
Şekil 6. ReMi 6801 kodlu istasyon mevkiindeki sismik serimin iki ucundan birinde yapılan atıştan kaydedilen 48-kanallı kaydın, yüzey dalgalarının giderilmesinden sonraki hali. (REMI, The appearance of 48-channel signal received at one of the two ends of the seismic spectrum at the 6801 coded station site after the surface waves have been removed)



Şekil 7. ReMi 6801 kodlu istasyon mevkiinde elde edilen ve Şekil 6'da gösterilen sismik kayıta mevcut yüzey dalgalarının düzlem-dalga bileşenlerine ayrılarak hesaplanan dispersiyon spektrumu. (ReMi dispersion spectrum obtained at the 6801 coded station location and calculated by separating the plane wave components of the surface waves present in the seismic record shown in Figure 6).

(hakim frekans) değerinin 0.5 Hz'den büyük veya küçük olma durumu, H/V eğrisinin standart sapma değerlerinin

(σ) belli değerlerden küçük olması gibi kriterler göz önüne alınmıştır. Örnek olarak 6801 kodlu istasyona ait hakim

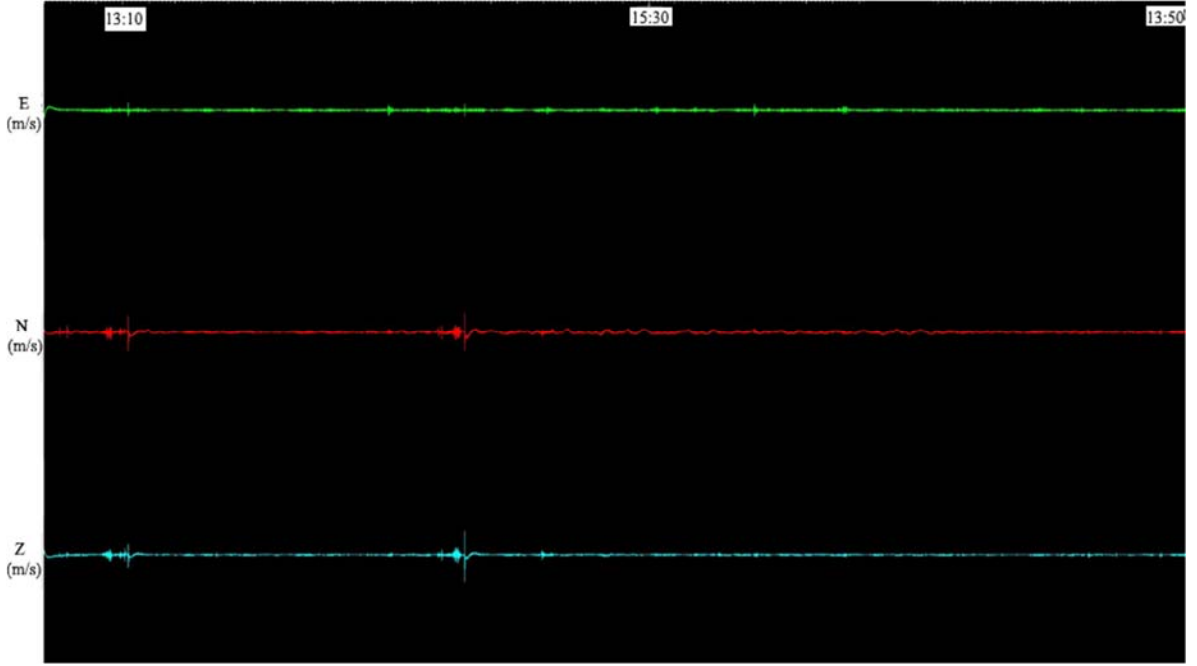


Şekil 8. 6801 kodlu istasyonda a) MASW b) ReMi için S-dalga hız-derinlik profili (mavi) ve modellenen dispersiyon eğrisi (siyah) c) MASW+ReMi birleşik ters çözümün sonucunda dispersiyon eğrisine bağlı elde edilen S-dalga hız-derinlik profili

(a) MASW b) ReMi. MASW and ReMi S-wave velocity-depth profile (blue) and modeled dispersion curve (black) of 6801 coded station location. c) S-wave velocity-depth profile obtained due to the dispersion curve as a result of MASW + ReMi combined inversion.

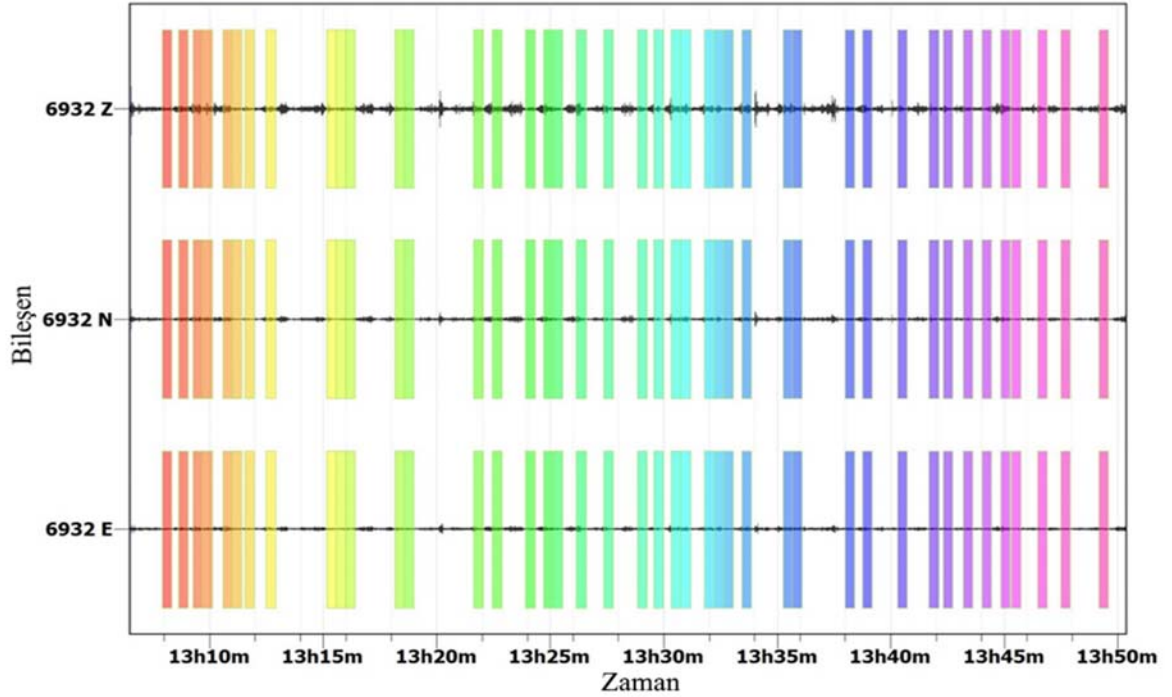
frekans ve büyümenin belirlendiği Yatay/Düşey genlik spektrumu Şekil10 da gösterilmiştir. Her bir pencere için, iki yatay bileşenin (KG ve DB) spektrum değerlerinin kare ortalaması alınarak hesaplanan tek yatay bileşen (H) ile

düşey bileşen (V) spektrumu oranlanmıştır. Koyu çizgi H/V oranının ortalamasını, kesik çizgiler ise bu ortalamanın max ve min sınır değerlerini, koyu dikey çizgi ise hakim frekans değerini göstermektedir.



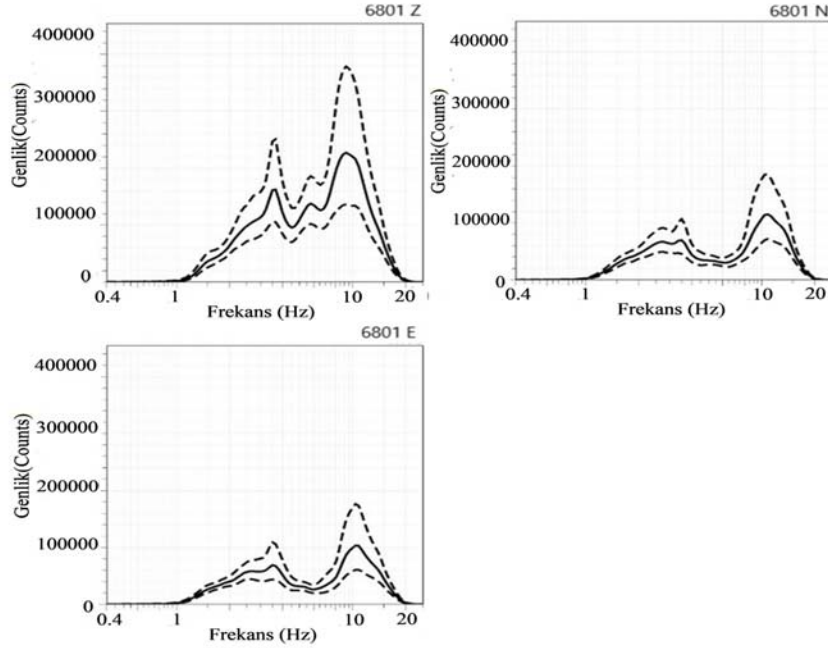
Şekil 9. 6801 kodlu istasyon noktasının 3 bileşen mikrotremor kaydı. Mikrotremor verileri, GCF (Guralp Compressed File) formatında 43 dakika süre ile alınmıştır.

(Record with three components obtained from microtremor measurement at 6801 station site. Microtremor data were collected in GCF (Guralp Compressed File) format for 43 minutes).



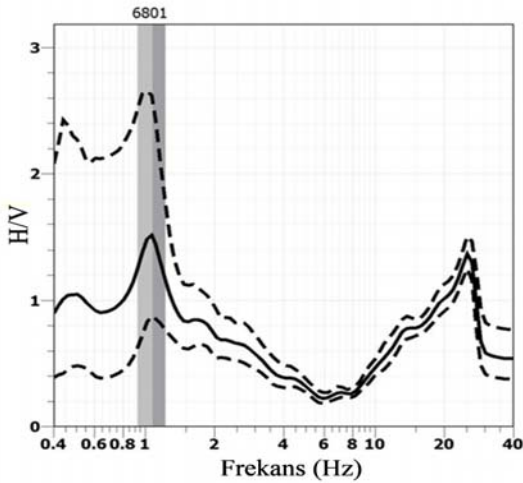
Şekil 10. 6801 istasyonda yapılan çalışmada alınan mikrotremor verisinin traşlanmış, filtrelenmiş ve 20 sn' lik pencerelemiş hali.

(6801 coded station microtremor data, tapered, filtered and windowed for 20 sec).



Şekil 11. 6801 kodlu istasyonda yapılan çalışmada kaydedilmiş mikrotremor verisinin veri işlem sonunda elde edilen 3 bileşene ait genlik spektrumları.

(The amplitude spectra for 3 components were separately acquired as a result of processing of microtremor data recorded from 6801 station site)

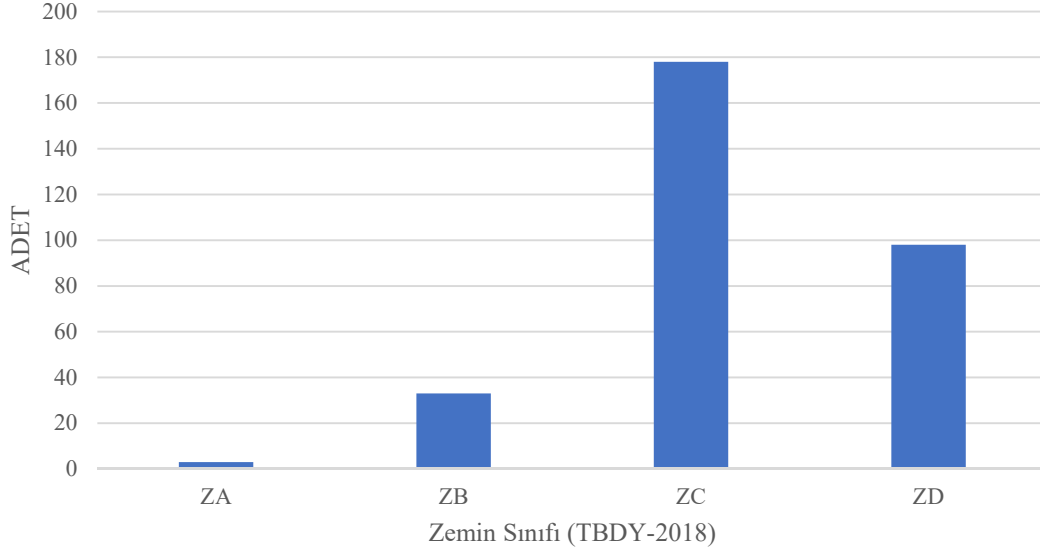


Şekil 12. 6801 kodlu istasyona ait hakim frekans ve büyütmenin belirlendiği Yatay / Düşey genlik spektrumu. Her bir pencere için, iki yatay bileşenin (KG ve DB) spektrum değerlerinin kare ortalaması alınarak hesaplanan tek yatay bileşen (H) ile düşey bileşen (V) spektrumu oranlanmıştır. Koyu çizgi H/V oranının ortalamasını, kesik çizgiler ise bu ortalamanın en büyük ve en küçük sınır değerlerini, koyu düşey çizgi ise hakim frekans değeri 1.07 Hz'i göstermektedir.

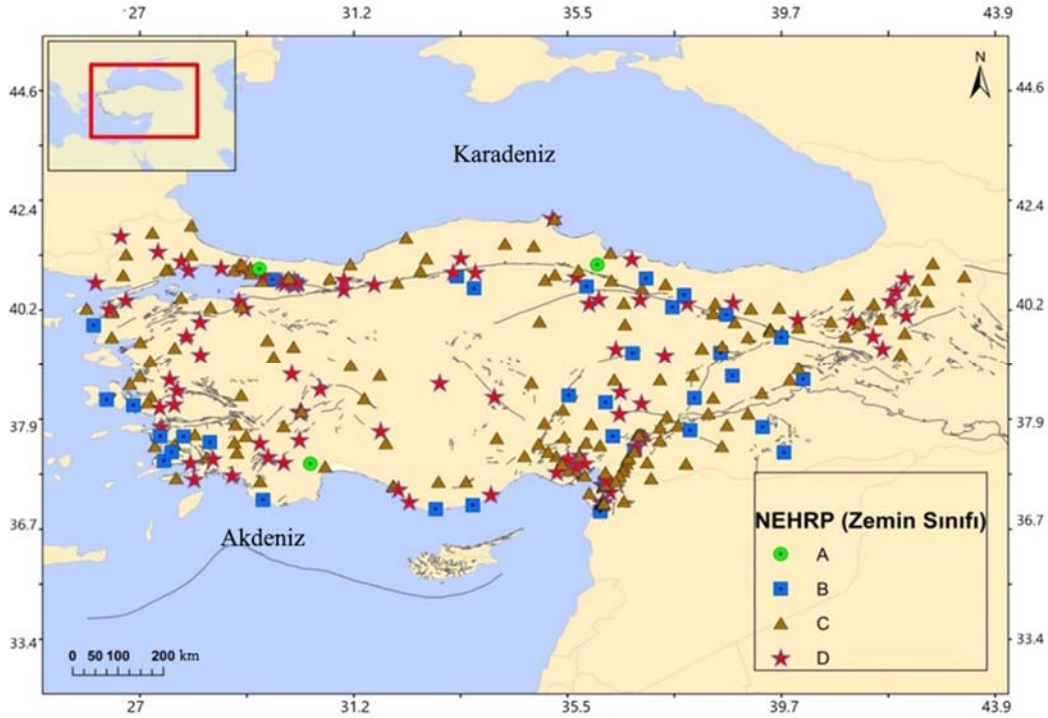
(The site dominant frequency was identified from the average horizontal-to-vertical (H/V) spectral ratios of the 5 %-damped response spectra of 6801 station record. The peak curves (average curve, black line) illustrate the corresponding resonant frequencies and the H/V amplitude spectra. The dashed lines show the average H/V ratios of max and min values and the vertical grey areas show the peak frequency of 1.07 Hz).

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR (RESULTS AND DISCUSSIONS)

Bu çalışmada, AFAD tarafından işletilen tüm Türkiye'ye yayılmış 312 kuvvetli yer hareketi kayıt istasyonunun zemin özelliklerinin belirlenmesi amacıyla alınmış MASW, ReMi ve Mikrotremor ölçümlerinden S dalga hızları, Vs30, zemin hız profili, hakim periyot ve H/V oranları hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında uygulanan ReMi yöntemi ile MASW yöntemine göre daha derinden hız bilgisi elde edilmiştir. ReMi yönteminden elde edilen her istasyon için inilebilen max derinlikteki hız değerleri de bulunarak Ek A'da verilmiştir. Ayrıca MASW ve REMİ verilerinin birleştirilmiş ters çözümü ile S-dalga hızı profilleri ve dolayısıyla Vs30 hızlarının daha hassas bir şekilde belirlenebileceği gösterilmiştir. Vs30 hız değerlerinden her bir istasyon için zemin sınıflandırması, en yaygın olarak kullanılan zemin sınıflarından TBDY 2018.[1], NHERP.[2] ve EUROCODE-8, [3]'e göre yapılmıştır. TBDY 2018'e göre 3 istasyon ZA sınıfı, 33 istasyon ZB sınıfı, 178 istasyon ZC sınıfı, 98 istasyon ZD sınıfı olarak bulunmuş ve histogram olarak Şekil 13'de gösterilmiştir. NHERP e göre 3 istasyon A sınıfı, 37 istasyon B sınıfı, 173 istasyon C sınıfı, 99 istasyon D sınıfı olarak belirlenmiştir (Şekil 14). EUROCODE-8'e göre ise 36 istasyon A sınıfı, 174 istasyon B sınıfı, 102 istasyon C sınıfı olarak belirlenmiştir. Genel olarak sert zeminlerde düşük periyot ve yüksek frekans, yumuşak zeminlerde de yüksek periyot ve düşük frekans değerleri elde edilmiştir. Aynı şekilde yumuşak zeminlerde yüksek H/V oranları bulunmuştur. Ayrıca literatürde rastlanan f_0 -Vs30 dağılımı



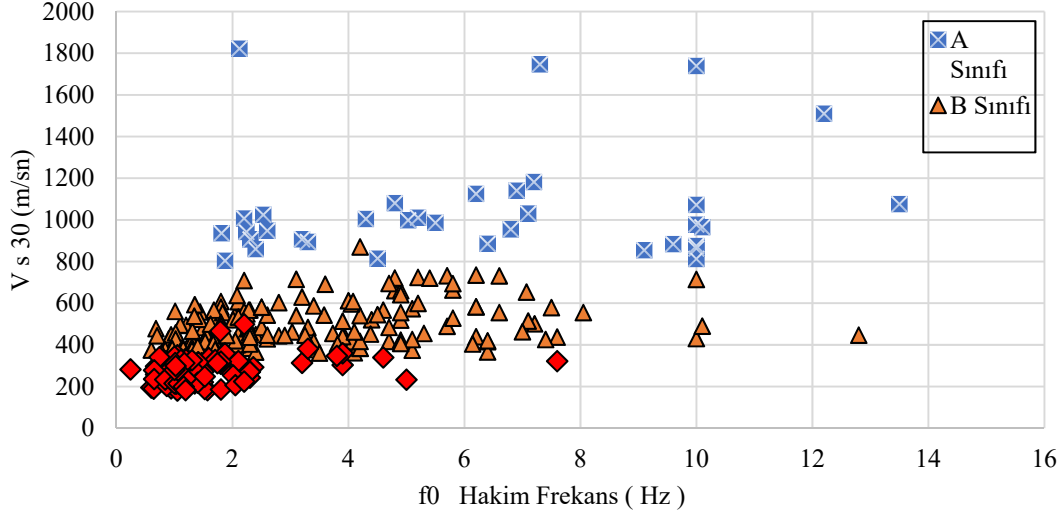
Şekil 13. Kuvvetli yer hareketi istasyonlarının TBDY-2018' e göre dağılımı
(The Distribution of the strong ground motion station sites according to TBDY-2018[1])



Şekil 14. Kuvvetli yer hareketi istasyonlarının NEHRP [2] zemin sınıfı dağılımları
(The distributions of strong ground motion stations according to NEHRP[2] site classification)

bulunan EUROCODE-8 zemin sınıfları için Şekil 15'de verilmiştir [21]. V_{S30} hızları tüm istasyonlar için genellikle 200 m/s ile 1000 m/s arasında değişim göstermektedir. ReMi yöntemi ile en büyük derinlikler için elde edilen hızların da genellikle 400 m/s ile 4000 m/s arasında değiştiği gözlenmiştir [Tablo 6]. Özellikle TBDY 2018.[1] ve NHERP.[2] sistemleri ile belirlenen zemin sınıfları birbirleri ile çok iyi bir uyum içindedir. Ayrıca mikrotremor

yöntemi ile tüm istasyon zeminlerinin doğal titreşim frekansı ve sismik genlik büyüme katsayıları bulunarak Rodrigex-Marek ve Di Alessandro Carola göre değerlendirilmiştir. Rodrigex -Marek vd.[4] sınıflamasına göre 1 istasyon A sınıfı, 46 istasyon B sınıfı, 68 istasyon C1 sınıfı, 34 istasyon C2 sınıfı, 70 istasyon C3 sınıfı, 65 istasyon D1 sınıfı, 19 istasyon D2 sınıfı, 4 istasyon D3 sınıfı, 1 istasyon E2 sınıfı ve DiAlessandro



Şekil 15. Eurocode-8 [3] zemin sınıfları için f_0 -Vs30 dağılımı. (The distribution of f_0 -Vs30 for Eurocode-8 [3] site classes)

Tablo 6. Çalışma sonucu elde edilen zemin parametre ve sınıflamaları.
(Soil parameters and classifications was obtained in the study)

No	Kod	Enlem	Boylam	Vs30 (m/s)	Vs (m/s) ReMi max derinlikte	Hakim Frekans (Hz)	Zemin Büyütmesi	EURO CODE 8	NHERP (2003)	TBDY (2018)	Rodriguez ve diğ (2001)	Di Alessandro ve diğ (2012)
1	101	37,044	35,226	478	838	0,68 (±0,1)	3,7 (1,9-6,9)	B	C	ZC	D-3	CL-VI
2	102	37,058	35,367	417	1105	4,7 (±0,6)	3,05 (2,5-3,6)	B	C	ZC	C-1	CL-II
3	103	36,996	35,371	423	1236	4,9 (±0,9)	1,01 (0,8-1,18)	B	C	ZC	C-1	CL-VII
4	106	36,908	35,567	210	590	1,8 (±0,16)	3,15 (2,1-4,6)	C	D	ZD	C-3	CL-III
5	107	37,033	35,633	405	965	1,48 (±0,1)	3,1 (2,5-3,7)	B	C	ZC	C-3	CL-IV
6	108	36,876	35,617	654	873	7,07 (±0,4)	2,00 (1,6-2,4)	B	C	ZC	C-1	CL-I
7	109	37,178	35,689	253	599	0,85 (±0,16)	2,7 (1,8-4,1)	C	D	ZD	D-2	CL-VI
8	111	37,166	35,226	461	846	2,3 (±0,2)	0,79 (0,6-1,1)	B	C	ZC	C-2	CL-III
9	112	36,872	35,476	490	945	1,73 (±0,12)	1,6 (1,1-2,2)	B	C	ZC	C-3	CL-III
10	113	36,956	35,627	267	915	1,98 (±0,16)	3,11 (1,8-5,1)	C	D	ZD	C-3	CL-VI
11	114	37,176	35,693	483	690	1,5 (±0,1)	1,05 (0,7-1,4)	B	C	ZC	C-3	CL-VI
12	115	37,081	35,454	322	743	7,6 (±0,6)	2,1 (1,6-2,41)	C	D	ZD	D-2	CL-VI
13	116	37,105	35,463	466	757	1,79(±0,3)	0,8 (0,4-1,4)	C	B	ZC	C-3	CL-III
14	117	36,838	35,241	215	601	1,24(±0,2)	3,6 (2,6-4,9)	C	D	ZD	D-2	CL-IV
15	120	36,770	35,790	439	635	6,2 (±0,62)	3,1 (2,5-3,7)	B	C	ZC	C-1	CL-I
16	122	37,434	35,820	501	1116	7,21(±0,5)	3,1 (2,6-3,6)	B	C	ZC	C-1	CL-I
17	123	37,003	35,344	519	1525	4,9(±0,2)	6,7 (5,7-8,1)	B	C	ZC	C-1	CL-II
18	124	37,409	34,879	583	1891	6,2(±0,4)	5,8 (4,6-7,4)	B	C	ZC	C-1	CL-I
19	125	37,015	35,796	216	778	0,97 (±0,1)	1,9 (1,18-3,18)	C	D	ZD	D-2	CL-VI
20	126	37,546	35,392	521	955	4,4 (±0,6)	2,4 (1,9-3,1)	B	C	ZC	C-1	CL-II
21	127	37,816	35,920	583	854	6,2 (±1,2)	3,3 (3,01-4,67)	B	C	ZC	B	CL-I
22	128	37,250	35,063	494	1375	1,2 (±0,1)	2,3 (1,6-3,3)	B	C	ZC	D-1	CL-VI
23	129	38,259	36,210	965	2989	10,1 (±1,4)	2,1 (1,9-2,3)	A	B	ZB	B	CL-VII
24	203	37,790	37,661	384	1042	2,3 (±0,4)	1,2 (0,7-2,2)	B	C	ZC	C-2	CL-VII
25	204	38,029	39,035	555	1388	2,1 (±0,3)	2,1 (1,5-3,1)	B	C	ZC	C-2	CL-III
26	205	37,792	38,616	660	941	4,8 (±0,8)	0,7 (0,5-1,1)	B	C	ZC	C-1	CL-II
27	206	37,689	37,850	863	1709	2-10	<2	A	B	ZB	B	CL-V
28	207	38,032	38,248	660	1981	4,9 (±0,7)	3,1 (2,4-3,8)	B	C	ZC	C-1	CL-II
29	303	38,071	30,162	222	530	1,08 (±0,1)	4,9 (3,3-7,3)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
30	304	38,067	30,171	210	672	1,1(±0,2)	4,1 (2,1-8,2)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
31	305	38,066	30,160	217	420	1,04 (±0,1)	1,9 (1,3-2,8)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
32	306	38,053	30,136	206	490	1,09 (±0,1)	2,1 (1,3-3,2)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
33	307	38,076	30,178	567	1221	2,3 (±0,4)	3,1 (1,6-5,8)	B	C	ZC	C-2	CL-III
34	310	39,005	31,144	449	1011	2,1 (±0,3)	1,8 (0,9-3,4)	B	C	ZC	C-2	CL-III
35	311	38,533	30,544	183	470	1,57 (±0,2)	4,4 (2,8-6,8)	C	D	ZD	C-3	CL-IV

36	503	40,667	35,835	514	1055	1,67 (±0,3)	2,4 (1,8-3,2)	B	C	ZC	C-3	CL-VII
37	508	40,637	35,835	942	2002	2,24 (±0,4)	3,7 (3,1-4,4)	A	B	ZB	C-2	CL-III
38	509	40,760	36,320	373	714	1,2 (±0,1)	1,7 (1,1-2,5)	B	C	ZC	C-3	CL-VI
39	510	40,882	35,203	363	857	1,1 (±0,1)	3,2 (2,1-5,1)	B	C	ZC	D-1	CL-IV
40	511	40,786	35,029	415	634	6,4 (±0,5)	4,2 (3,7-4,8)	B	C	ZC	B	CL-I
41	512	40,834	35,627	201	647	1,09 (±0,1)	2,7 (1,9-3,8)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
42	707	37,001	30,350	1822	5060	2,12 (±0,9)	3,8 (3,1-4,8)	A	A	ZA	C-2	CL-III
43	713	36,543	32,004	540	1268	2,04 (±0,6)	2,4 (1,9-3,1)	B	C	ZC	C-2	CL-III
44	714	36,555	31,987	607	2116	2,1 (±0,3)	1,4 (1,1-2,31)	B	C	ZC	C-2	CL-III
45	715	36,488	32,096	285	1030	1,2 (±0,6)	4,8 (3,1-7,78)	C	D	ZD	D-2	CL-VI
46	716	36,269	29,413	813	4044	2-10	<2	A	B	ZB	Tanımsız	CL-V
47	717	36,950	30,642	724	2305	5,2(±0,6)	1,7 (1,4-4,9)	B	C	ZC	C-1	CL-V
48	911	37,762	27,392	307	556	1,04 (±0,2)	2,55 (1,6-3,8)	C	D	ZD	D-1	CL-VI
49	917	37,605	28,058	580	1439	2,5 (±0,2)	0,67 (±0,5-0,8)	B	C	ZC	C-1	CL-V
50	918	37,370	27,264	630	1337	3,2 (±0,3)	0,6 (0,5-0,8)	B	C	ZC	C-1	CL-V
51	919	37,560	27,836	986	2828	5,5 (±0,6)	2,9 (2,1-3,9)	A	B	ZB	B	CL-I
52	920	37,564	27,375	894	2371	3,3 (±0,3)	3,2 (2,2-4,2)	A	B	ZB	C-1	CL-II
53	1002	39,639	27,894	429	1102	0,9 (±0,1)	1,7 (1,06-2,7)	B	C	ZC	D-2	CL-IV
54	1004	39,622	27,888	311	1301	0,94 (±0,1)	4,46 (2,5-7,7)	C	D	ZD	D-2	CL-VI
55	1015	39,240	28,171	312	1349	1,47 (±0,2)	4,9 (3,3-7,1)	C	D	ZD	C-3	CL-IV
56	1016	39,380	27,654	430	1240	0,81(±0, 1)	2,4 (1,4-4,1)	B	C	ZC	D-2	CL-VI
57	1018	40,409	27,787	555	2217	8,05 (±1,4)	1,48 (1,2 -1,7)	B	C	ZC	C-3	CL-VII
58	1019	39,498	26,975	444	2288	1,04 (±0,2)	3,1 (1,7-5,5)	B	C	ZC	D-1	CL-IV
59	1020	39,917	28,164	293	1729	2,36 (±0,2)	6,4 (4,5-9,2)	C	D	ZD	C-2	CL-III
60	1407	40,578	31,011	273	749	1,23 (±0,2)	2,48 (1,7-3,4)	C	D	ZD	D-2	CL-IV
61	1409	40,717	32,064	362	654	0,91 (±0,16)	5,16 (2,3-10,1)	B	C	ZC	C-3	CL-IV
62	1410	40, 770	32, 036	338	1690	1,05 (±0,20)	2,75 (1,6-4,5)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
63	1411	40,685	31,617	229	814	0,8 (±0,1)	4,3 (2,3-8,2)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
64	1506	37,147	29,509	337	1122	1,59 (±0,2)	1,6 (1,1-2,5)	C	D	ZD	C-3	CL-VI
65	1507	37,494	30,134	359	485	1,87 (±0,2)	0,8 (0,3-1,6)	C	D	ZD	C-3	CL-III
66	1508	37,036	29,821	206	478	1,04 (±0,1)	1,4 (0,9-2,2)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
67	1602	40,194	29,051	272	863	1,5 (±0,2)	3,3 (2,4-4,6)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
68	1618	40,351	29,928	314	1345	3,2 (±0,3)	6,6 (5,5-8)	C	D	ZD	C-1	CL-II
69	1621	40,227	28,976	396	902	1,4 (±0,1)	1,5 (1,1-1,9)	B	C	ZC	C-3	CL-VI
70	1631	40,486	29,308	410	816	4,1 (±0,3)	10,7 (9,2-12,3)	B	C	ZC	B	CL-II
71	1633	40,215	28,363	375	850	1,3 (±0,1)	4,4 (3,1-6,3)	B	C	ZC	C-3	CL-IV
72	1702	40,152	26,419	364	990	1,6 (±0,16)	1,8 (1,3-2,6)	B	C	ZC	C-3	CL-VI
73	1708	39,842	26,053	1005	2951	4,3 (±0,6)	3,7 (2,5-3,9)	A	B	ZB	B	CL-V
74	1711	40,191	25,908	403	991	1,75 (±0,2)	3,3 (2,2-3,9)	B	C	ZC	C-3	CL-III
75	1713	40,162	26,412	483	1361	3,3 (±0,3)	1,7 (1,2-2,3)	B	C	ZC	C-1	CL-VII
76	1714	40,113	26,422	429	1122	2,6 (±0,4)	1,6 (0,9-2,9)	B	C	ZC	C-1	CL-II
77	1715	40,363	26,692	214	480	0,83 (±0,1)	3,6 (2,6-5,1)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
78	1716	39,600	26,408	366	1176	6,4 (±1,1)	5,3 (4,5-6,4)	B	C	ZC	C-1	CL-I
79	1717	40,182	26,358	238	450	1,3 (±0,1)	3,8 (2,6-5,6)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
80	18--	40,944	33,192	304	740	2,1 (±0,3)	2,4 (1,7-3,4)	C	D	ZD	C-2	CL-III
81	1805	40,931	33,623	335	1092	1,2 (±0,8)	2,87 (2,87-5,8)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
82	1806	40,601	33,602	885	2940	6,4 (±0,4)	1,9 (1,6-2,2)	A	B	ZB	B	CL-V
83	1807	40,843	33,259	1076	4201	13,5 (±1,4)	1,4 (1,1-1,8)	A	B	ZB	B	CL-I
84	2008	37,802	28,853	560	1168	2,2 (±0,1)	2,3 (1,6-3,3)	B	C	ZC	C-2	CL-III
85	2012	37,778	29,084	462	1182	3,03 (±0,1)	0,6 (0,5-0,7)	B	C	ZC	C-1	CL-VII
86	2017	37,434	29,350	303	956	0,97 (±0,1)	1,9 (1,3-2,8)	C	D	ZD	D-1	CL-VI
87	2018	37,233	28,895	549	1508	2,25 (±0,1)	1,9 (1,3-2,8)	B	C	ZC	C-2	CL-III
88	2019	37,442	28,844	567	1518	2,28 (±0,2)	2,7 (1,9-3,9)	B	C	ZC	C-2	CL-III
89	2020	37,571	29,069	477	1565	2,26 (±0,3)	3,9 (2,2-6,9)	B	C	ZC	C-2	CL-III
90	2201	40,724	26,087	315	1469	1,4 (±0,1)	3,2 (2,4-4,2)	C	D	ZD	C-3	CL-IV
91	2202	41,670	26,586	322	1160	0,85 (±0,16)	3,69 (1,9-6,9)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
92	2203	40,868	26,632	709	1404	2,2 (±0,3)	2,1 (1,4-4,9)	B	C	ZC	C-2	CL-III
93	2204	41,293	26,690	441	1075	3,9 (±0,6)	1,5 (1,2-2,1)	B	C	ZC	C-1	CL-II
94	2304	38,721	39,863	489	1286	5,7 (±0,9)	3,3 (2,6-4,7)	B	C	ZC	B	CL-I
95	2305	38,728	40,131	907	3377	3,2 (±0,5)	3,1 (1,9-5,1)	A	B	ZB	C-1	CL-II
96	2306	38,959	40,039	663	1386	5,8 (±0,4)	1,2 (1,01-1,5)	B	C	ZC	B	CL-II
97	2308	38,451	39,310	450	1276	2,4 (±0,4)	2,3 (1,7-3,2)	B	C	ZC	C-1	CL-VII
98	2309	38,798	38,727	860	1523	2,4 (±0,3)	1,4 (0,7-2,7)	A	B	ZB	C-2	CL-V
99	24--	39,707	39,697	608	1808	1,8 (±0,3)	1,8 (1,1-3,3)	B	C	ZC	C-3	CL-III
100	2402	39,752	39,487	455	1028	5,3 (±0,7)	1,1 (0,9-1,3)	B	C	ZC	B	CL-V
101	2404	39,906	38,771	567	1386	4,6 (±0,6)	2,4 (1,85-3,1)	B	C	ZC	C-1	CL-II
102	2408	39,602	39,035	416	1134	3,4 (±0,4)	2,05 (1,6-2,4)	B	C	ZC	C-1	CL-II
103	2409	39,281	38,491	875	2597	2-10	2-3	A	B	ZC	B	CL-VII
104	2410	39,767	39,467	541	1000	4,2 (±0,6)	0,9 (0,7-1,2)	B	C	ZC	C-1	CL-II
105	2411	39,970	40,021	284	681	1,1 (±0,1)	15,7(11,5-21,6)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
106	2412	39,592	39,698	955	3274	6,8 (±1,01)	1,1 (0,9-1,4)	A	B	ZB	B	CL-V
107	2413	39,808	40,038	435	940	1,3 (±0,1)	3,4 (2,1-5,5)	B	C	ZC	C-3	CL-VI

108	2414	39,723	39,478	372	1086	1,01 (±0,1)	2,5 (1,7-3,7)	B	C	ZC	D-1	CL-VI
109	2415	39,461	38,555	444	1086	2,8 (±0,2)	4,2 (3,3-5,3)	B	C	ZC	C-1	CL-II
110	2502	39,906	41,256	437	996	2-1	1-2)	B	C	ZC	Tanımsız	CL-VII
111	2504	40,039	42,158	301	488	0,93 (±0,1)	1,6 (1,1-2,6)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
112	2506	39,917	40,681	365	1025	2,4 (±0,2)	7,4 (5,4-10,6)	B	C	ZC	C-2	CL-III
113	2508	39,943	41,110	195	583	0,6 (±0,1)	3,04 (1,5-5,9)	C	D	ZD	D-3	CL-IV
114	2509	39,873	41,223	495	1115	1,1 (±0,1)	1,5 (0,9-2,7)	B	C	ZC	D-1	CL-IV
115	2510	40,348	41,863	280	648	0,8 (±0,6)	8,4 (4,3-16,3)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
116	2511	39,975	41,672	375	655	0,6 (±0,6)	4,4 (2,4-8,1)	B	C	ZC	D-1	CL-IV
117	2512	40,562	42,346	581	1323	1,8 (±0,2)	1,2 (0,7-2,1)	B	C	ZC	C-3	CL-III
118	2513	39,362	41,706	303	636	3,9 (±0,3)	4,5 (4,4-5,9)	C	D	ZD	C-1	CL-II
119	2516	39,615	40,976	373	982	1,88 (±0,2)	5,8 (4,1-8,3)	B	C	ZC	C-3	CL-III
120	2515	40,545	41,973	308	630	2,1 (±0,2)	3,3 (2,1-5,3)	C	D	ZD	C-2	CL-VII
121	2518	39,908	41,278	367	1153	3,9 (±0,4)	5,4 (3,8-7,7)	B	C	ZC	C-1	CL-II
122	2519	40,814	42,148	243	1225	2,3 (±0,2)	5,6 (4,2-7,4)	C	D	ZD	C-2	CL-III
123	2520	40,488	41,008	398	1206	1,6 (±0,2)	2,4 (1,8-3,2)	B	C	ZC	C-3	CL-VII
124	25--	39,699	42,140	524	926	1,67 (±0,3)	1,1 (0,5-2,4)	B	C	ZC	C-3	CL-III
125	25--	39,646	41,508	360	1021	3,9 (±0,4)	2,9 (2,1-4,1)	C	D	ZD	C-1	CL-II
126	2514	39,256	42,064	445	1059	1,55 (±0,2)	3,5 (2,2-5,5)	B	C	ZC	C-3	CL-III
127	2704	37,009	37,802	721	1406	4,8 (±0,7)	1,1 (0,9-1,1)	B	C	ZC	C-1	CL-V
128	2705	37,012	36,621	720	2272	5,4 (±0,4)	3,3 (2,6-4,1)	B	C	ZC	B	CL-I
129	2707	36,934	36,571	558	1133	1,44 (±0,2)	3,4 (1,6-7,2)	B	C	ZC	C-3	CL-IV
130	2708	37,100	36,649	523	1164	1,43 (±0,2)	2,8 (1,5-5,1)	B	C	ZC	C-3	CL-VII
131	2709	37,128	36,671	555	1038	1,83 (±0,3)	2,6 (4,3-2,9)	B	C	ZC	C-3	CL-III
132	2802	40,332	38,760	309	650	1,8 (±0,3)	1,7 (1,1-3,02)	C	D	ZD	C-3	CL-III
133	2803	40,289	38,383	425	567	1,68 (±0,2)	3,4 (2,5-4,5)	B	C	ZC	C-3	CL-III
134	2903	40,208	39,657	367	999	1,4 (±0,2)	3,3 (1,2-8,9)	B	C	ZC	C-3	CL-VI
135	2904	40,191	39,118	521	1551	2,01 (±0,2)	2,2 (1,4-3,2)	B	C	ZC	C-2	CL-III
136	31--	36,435	36,302	191	739	0,94 (±0,1)	1,6 (1,1-2,4)	C	D	ZD	D-2	CL-IV
137	3112	36,588	36,148	233	611	5(±0,2)	6,6 (5,6-7,8)	C	D	ZD	C-2	CL-II
138	3113	36,578	36,155	221	997	1,49(±0,1)	0,8 (0,6-1,1)	C	D	ZD	C-3	CL-VII
139	3114	36,567	36,151	215	419	1,35(±0,2)	3,2 (2,1-4,7)	C	D	ZD	C-3	CL-IV
140	3115	36,546	36,165	414	923	0,9 (±0,1)	2,5 (1,5-4,1)	B	C	ZC	D-2	CL-IV
141	3116	36,616	36,207	870	1248	4,2 (±0,5)	1,6 (1,4-2,1)	B	B	ZB	C-1	CL-II
142	3117	36,557	36,175	597	1045	4,05 (±0,7)	2,2 (1,5-3,07)	B	C	ZC	C-1	CL-II
143	3119	36,575	36,168	374	862	5,1 (±0,6)	3,2 (4,1-2,7)	B	C	ZC	C-1	CL-II
144	3120	36,589	36,206	455	1299	3,73 (±0,6)	3,1 (2,6-3,8)	B	C	ZC	C-1	CL-II
145	3121	36,664	36,218	271	875	2,3 (±0,2)	8,5 (6,1-11,8)	C	D	ZD	C-3	CL-III
146	3122	36,034	36,107	1011	2305	5,2 (±0,6)	2,1 (3,6-1,8)	A	B	ZB	B	CL-I
147	3124	36,239	36,172	283	734	1,23 (±0,1)	4,1 (2,8-5,9)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
148	3125	36,238	36,133	448	1209	0,94 (±0,1)	5,2 (3,8-7,2)	B	C	ZC	D-1	CL-IV
149	3126	36,220	36,138	350	756	1,05 (±0,7)	2,06 (1,7-2,3)	C	D	ZD	C-3	CL-IV
150	3127	36,210	36,135	404	714	6,14 (±0,7)	3,6 (2,9-4,5)	B	C	ZC	B	CL-I
151	3128	36,206	36,147	329	1371	1,2 (±0,9)	2,4 (2,1-2,7)	C	D	ZD	D-1	CL-I
152	3129	36,191	36,134	447	1196	3,25(±0,5)	2,06 (1,6-2,5)	B	C	ZC	C-1	CL-II
153	3130	36,179	36,145	447	1196	12,8 (±0,8)	3,2 (3,3-4,3)	B	C	ZC	B	CL-I
154	3131	36,191	36,163	567	1076	1,68 (±0,2)	4,3 (2,8-6,6)	B	C	ZC	C-3	CL-III
155	3132	36,207	36,172	377	1049	3,34 (±0,4)	2,49 (2,06-3,02)	B	C	ZC	C-1	CL-II
156	3133	36,243	36,574	377	1029	0,84 (±0,1)	4,6 (2,8-7,8)	B	C	ZC	D-2	CL-IV
157	3134	36,828	36,205	374	1058	0,96 (±0,1)	1,8 (1,2-2,8)	B	C	ZC	D-2	CL-VI
158	3135	36,409	35,883	460	961	2,3 (±0,9)	2,9 (2,6-3,2)	B	C	ZC	C-2	CL-I
159	3143	36,849	36,557	444	1828	0,7 (±0,2)	2,2 (1,2-4,1)	B	C	ZC	D-2	CL-VII
160	3144	36,757	36,486	485	1477	2,28 (±0,2)	2,2 (1,6-3,05)	B	C	ZC	D-2	CL-VII
161	3145	36,645	36,406	533	998	2,1 (±0,2)	1,68 (1,2-2,3)	B	C	ZC	C-2	CL-V
162	3302	36,161	33,576	1007	5212	2,2 (±0,2)	2,2 (1,5-3,2)	A	B	ZB	C-2	CL-II
163	3303	37,166	34,600	612	2080	4 (±0,4)	2,09 (1,5-2,9)	B	C	ZC	C-1	CL-VII
164	3304	36,382	33,937	297	874	0,68 (±0,06)	2,2 (1,2-4,1)	C	D	ZD	E-2	CL-VI
165	3305	39,921	34,899	362	1085	4,1(±0,4)	3,7 (2,6-5,1)	B	C	ZC	C-1	CL-II
166	3306	36,642	33,440	490	2410	10,1 (±1,6)	4,7 (3,9-5,6)	B	C	ZC	B	CL-I
167	3307	36,082	32,842	855	2902	9,1 (±0,2)	1,2 (1,1-1,5)	A	B	ZB	B	CL-I
168	3402	41,064	29,062	415	1515	1,53 (±0,2)	1,7 (1,2-2,4)	B	C	ZC	C-3	CL-VII
169	3405	40,911	29,157	543	3267	3,58 (±0,2)	1,77 (1,4-2,4)	B	C	ZC	C-1	CL-II
170	3406	41,023	29,159	436	1732	3,94 (±0,3)	3,6 (2,5-5,1)	B	C	ZC	C-1	CL-II
171	3410	41,172	29,608	587	1444	3,4 (±0,3)	1,96 (1,5-2,5)	B	C	ZC	C-1	CL-II
172	3411	41,012	28,976	323	523	2,1 (±0,1)	1,5 (1,1-2,1)	C	D	ZD	D-1	CL-III
173	3412	41,021	28,578	247	580	0,98 (±0,1)	4,17 (2,8-6,1)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
174	3413	41,094	28,948	452	772	4,38 (±0,6)	1,61(1,22-2,13)	B	C	ZC	C-3	CL-III
175	3416	40,975	28,836	420	849	6,4 (±0,8)	0,9 (0,7-1,1)	B	C	ZC	B	CL-I
176	3417	40,955	29,256	1747	3532	7,3 (±0,2)	1,8 (1,4-2,2)	A	A	ZA	B	CL-VII

177	3418	40,815	29,275	1182	3609	7,2 ($\pm 1,3$)	1,5 (1,1-1,9)	A	B	ZB	B	CL-VII
178	3505	38,668	26,752	384	1101	4,2 ($\pm 0,5$)	2,9 (1,9-4,4)	B	C	ZC	C-3	CL-III
179	3507	38,304	26,373	1030	3252	7,1 ($\pm 0,7$)	1,7 (1,4-2,1)	A	B	ZB	B	CL-V
180	3517	38,376	27,194	695	2646	4,7 ($\pm 0,3$)	0,7 (0,6-0,9)	B	C	ZC	C-1	CL-II
181	3531	38,219	27,646	271	810	2,3 ($\pm 0,3$)	2,6 (1,7-4,4)	C	D	ZD	C-3	CL-II
182	3532	38,159	27,360	328	781	1,7 ($\pm 0,3$)	1,6 (0,9-2,7)	C	D	ZD	C-3	CL-IV
183	3533	38,257	27,120	415	966	4,07($\pm 0,4$)	1,07 (0,8-1,2)	B	C	ZC	C-3	CL-IV
184	3535	38,796	26,963	361	784	3,5 ($\pm 0,1$)	1,42(1,21-1,66)	B	C	ZC	C-3	CL-VI
185	3536	38,197	26,838	1141	1897	6,9 ($\pm 1,1$)	1,6 (1,4-1,9)	A	B	ZB	B	CL-V
186	3537	39,110	27,171	608	1354	4,08 ($\pm 0,3$)	1,2 (0,9-1,5)	B	C	ZC	C-1	CL-VII
187	3603	40,846	43,329	417	1036	1,3 ($\pm 0,2$)	9,8 (6,4-14,9)	B	C	ZC	C-3	CL-IV
188	3604	40,331	42,590	641	1236	4,9 ($\pm 0,8$)	0,8 (0,7-1,1)	B	C	ZC	C-1	CL-V
189	3704	41,516	34,211	466	929	1,31 ($\pm 0,1$)	3,1 (2,2-4,2)	B	C	ZC	C-3	CL-IV
190	3802	38,478	36,504	305	724	1,01 ($\pm 0,1$)	2,3 (1,5-3,3)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
191	3803	38,395	35,479	499	1162	2,2 ($\pm 0,9$)	3,1 (4,3-2,9)	C	B	ZC	C-2	CL-III
192	3804	38,723	36,378	637	2250	2,08 ($\pm 0,3$)	2,1 (1,1-4,2)	B	C	ZC	C-2	CL-III
193	3805	38,107	35,361	384	2250	4,2($\pm 0,2$)	5,01 (4,2-5,9)	B	C	ZC	C-1	CL-II
194	3901	41,738	27,215	500	1250	1,62 ($\pm 0,1$)	1,5 (1,1-2,1)	B	C	ZC	C-3	CL-III
195	3902	41,357	27,325	317	1056	1,41 ($\pm 0,21$)	3,1(2,2-4,3)	C	D	ZD	C-3	CL-IV
196	3903	41,882	27,985	515	1537	7,1 ($\pm 0,8$)	1,93(1,4-2,5)	B	C	ZC	B	CL-I
197	4114	40,869	29,408	344	2147	1,0 ($\pm 0,4$)	5,89(4,74-7,3)	C	D	ZD	D-1	CL-II
198	4115	40,743	29,780	253	1023	2,01 ($\pm 0,2$)	1,5 (1,2-2,1)	C	D	ZD	C-3	CL-VI
199	4116	40,720	29,866	181	392	1,05 ($\pm 0,2$)	1,3 (0,9-1,9)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
200	4117	40,699	30,027	282	626	0,24 ($\pm 0,5$)	9,1(3,2-25,7)	C	D	ZD	D-3	CL-IV
201	4118	40,722	30,078	190	718	0,64 ($\pm 0,1$)	2,3 (1,4-4,07)	C	D	ZD	D-3	CL-VI
202	4119	40,773	29,521	884	1558	9,6 ($\pm 1,1$)	2,5 (2,2-2,8)	A	B	ZB	B	CL-I
203	4120	40,768	30,027	214	555	1,03 ($\pm 0,13$)	5,29 (3,4-8,2)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
204	4121	40,723	29,970	286	732	0,93 ($\pm 0,13$)	2,3 (1,4-3,3)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
205	4122	40,748	30,026	303	642	1,17 ($\pm 0,1$)	1,3 (0,8-1,4)	C	D	ZD	D-1	CL-V
206	4123	40,715	29,848	279	914	1,34 ($\pm 0,13$)	1,32 (0,9-1,9)	C	D	ZD	C-3	CL-IV
207	4124	40,783	29,606	906	1663	2,31 ($\pm 0,3$)	2,49 (2-3)	A	B	ZB	C-2	CL-III
208	4126	40,763	29,915	188	664	1,52 ($\pm 0,2$)	2,18(1,13-4,18)	C	D	ZD	C-3	CL-IV
209	4127	40,761	29,905	215	591	1,02 ($\pm 0,16$)	2 (0,9-4,1)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
210	4128	40,725	30,024	258	568	0,68 ($\pm 0,08$)	2,08 (1,3-3,1)	C	D	ZD	D-2	CL-VI
211	4129	40,717	30,112	203	401	0,87 ($\pm 0,1$)	2,7 (1,7-4,4)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
212	4130	40,754	29,388	484	1558	2,5 ($\pm 0,3$)	2,6 (1,8-3,8)	B	C	ZC	C-1	CL-III
213	4131	40,820	29,922	445	866	2,9 ($\pm 0,5$)	2,2 (1,4-3,2)	B	C	ZC	C-1	CL-VII
214	4203	38,655	32,917	280	1508	1,1 ($\pm 0,1$)	4,8 (3,1-7,4)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
215	4204	38,821	31,726	458	1040	2,3 ($\pm 0,3$)	2,6 (1,2-5,8)	B	C	ZC	C-2	CL-III
216	4205	38,338	31,417	363	876	1,6 ($\pm 0,2$)	2,1 (1,1-3,6)	B	C	ZC	C-3	CL-IV
217	4206	37,525	34,048	458	788	1,02 ($\pm 0,76$)	0,7 (0,5-0,9)	B	C	ZC	D-1	CL-II
218	4207	37,427	31,849	406	732	1,67 ($\pm 0,3$)	3,6 (2,4-5,4)	B	C	ZC	C-3	CL-III
219	4208	37,678	31,747	286	573	1,1 ($\pm 0,1$)	3,6 (2,6-5,1)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
220	4307	39,405	30,014	438	551	7,6 ($\pm 0,9$)	1,9 (1,6-2,3)	B	C	ZC	B	CL-V
221	4313	39,196	29,620	391	955	1,3 ($\pm 0,1$)	3,5 (1,9-6,7)	B	C	ZC	C-3	CL-IV
222	4310	39,538	29,494	593	771	1,35 ($\pm 0,3$)	1,2 (0,9-1,5)	B	C	ZC	C-3	CL-II
223	4311	38,852	29,981	314	458	1,14 ($\pm 0,1$)	3,3 (2,1-5,1)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
224	4402	38,350	38,340	508	1373	1,8 ($\pm 0,2$)	1,7 (0,9-3,1)	B	C	ZC	C-3	CL-III
225	4405	38,811	37,940	579	1452	7,5 ($\pm 0,1$)	2,7 (1,9-3,1)	B	C	ZC	B	CL-I
226	4406	38,344	37,974	815	1291	4,5 ($\pm 0,5$)	1,3 (1,07-1,6)	A	B	ZB	B	CL-V
227	4407	38,781	38,264	735	1199	6,2 ($\pm 0,9$)	0,6 (0,5-0,7)	B	C	ZC	B	CL-V
228	4507	38,507	27,706	341	888	0,74 ($\pm 0,1$)	2,29 (1,3-4)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
229	4508	38,732	27,557	229	592	0,95 ($\pm 0,1$)	2,86 (1,7-4,6)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
230	4611	37,747	37,284	731	1268	6,6 ($\pm 1,1$)	1,4 (0,9-2,1)	B	C	ZC	B	CL-II
231	4612	38,024	36,482	246	704	0,95 ($\pm 0,1$)	4,2 (2,9-6,1)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
232	4604	37,565	36,358	998	2223	5,03 ($\pm 0,7$)	1,6 (1,2-2,1)	A	B	ZB	B	CL-V
233	4614	37,480	37,290	541	1251	3,1 ($\pm 0,4$)	2,01 (1,5-2,5)	B	C	ZC	C-1	CL-II
234	4617	37,586	36,830	574	1456	5,1 ($\pm 0,7$)	1,6 (1,2-2,1)	B	C	ZC	B	CL-V
235	4618	37,600	36,872	715	1011	3,1 ($\pm 0,6$)	1,7 (1,1-2,7)	B	C	ZC	C-1	CL-V
236	4620	37,586	36,898	484	1231	4,7 ($\pm 0,5$)	2,2 (1,8-2,6)	B	C	ZC	C-1	CL-II
237	4621	37,593	36,929	714	1624	2-10	1-2	B	C	ZC	Tanımsız	CL-V
238	4622	37,584	36,978	440	875	3,9 ($\pm 0,3$)	1,1 (0,9-1,3)	B	C	ZC	C-1	CL-II
239	4623	37,569	36,934	561	1123	1,01 ($\pm 0,8$)	0,9 (0,8-1,1)	B	C	ZC	D-1	CL-I
240	4624	37,536	36,918	280	448	1,1 ($\pm 0,1$)	3,5 (2,3-5,2)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
241	4619	37,587	36,866	545	1072	4,5 ($\pm 0,6$)	1,4 (1,1-1,8)	B	C	ZC	C-1	CL-II
242	4628	38,241	36,923	186	1804	1,8 ($\pm 0,9$)	6,1 (3,9-9,1)	C	D	ZD	C-3	CL-III
243	4629	37,287	36,789	382	1204	3,3 ($\pm 0,3$)	5,3 (3,2-8,6)	C	B	ZC	C-1	CL-II
244	4630	37,345	36,806	347	794	3,8 ($\pm 0,6$)	2,1 (1,6-2,7)	C	D	ZD	C-1	CL-II
245	4631	37,966	37,428	543	1811	2,6 ($\pm 0,5$)	3,7 (2,6-5,1)	B	C	ZC	C-1	CL-VII

246	4632	37,256	36,773	428	1014	1,02 ($\pm 0,1$)	2,7 (1,8-3,8)	B	C	ZC	D-1	CL-IV
247	4808	37,139	28,287	1323	1126	1,4 ($\pm 0,1$)	3,2 (2,2-4,8)	B	C	ZC	C-3	CL-VII
248	4812	36,712	27,688	732	2019	5,7 ($\pm 1,2$)	1,1 (0,7-1,3)	B	C	ZC	B	CL-VII
249	4813	37,065	27,444	1739	4201	2-10 ($\pm 0,9$)	3,1 (4,3-2,9)	A	B	ZB	B	CL-VII
250	4814	37,399	27,657	694	3116	5,8 ($\pm 1,3$)	2,3 (1,8-2,9)	B	C	ZC	B	CL-VII
251	4815	36,689	28,046	278	716	0,65 ($\pm 0,08$)	1,3 (0,6-2,8)	C	D	ZD	D-2	CL-VI
252	4816	36,772	28,799	236	520	0,65 ($\pm 0,1$)	4,5 (3,8-6,7)	C	D	ZD	D-2	CL-VII
253	4817	37,240	27,603	948	2724	2,6 ($\pm 0,4$)	3,5 (2,5-4,9)	A	B	ZB	C-1	CL-II
254	4818	37,444	28,358	1080	2305	4,8 ($\pm 0,3$)	2,8 (2,2-3,6)	A	B	ZB	B	CL-I
255	4819	37,031	27,971	219	490	1,4 ($\pm 0,1$)	3,6 (2,4-5,2)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
256	4820	36,649	29,354	599	1010	5,2 ($\pm 0,6$)	3,4 (2,7-4,4)	B	C	ZC	C-1	CL-I
257	4821	37,106	28,414	234	667	0,84 ($\pm 0,1$)	3,9 (2,6-5,7)	C	D	ZD	D-2	CL-IV
258	5001	38,660	34,733	369	870	1,1 ($\pm 0,1$)	1,6 (1,1-2,4)	B	C	ZC	D-1	CL-IV
259	5101	37,830	34,982	378	814	1,7 ($\pm 0,3$)	3,9 (2,2-7,1)	B	C	ZC	C-3	CL-III
260	52--	40,463	37,769	1125	3859	6,2 ($\pm 0,5$)	2,2 (1,4-3,5)	A	B	ZB	B	CL-I
261	5202	40,802	37,015	1024	3971	2,53 ($\pm 0,4$)	3,2 (2,5-4,5)	A	B	ZB	B	CL-I
262	5203	40,685	37,398	492	1055	1,8 ($\pm 0,3$)	2,7 (1,3-5,6)	B	C	ZC	C-3	CL-III
263	5403	40,691	30,270	215	561	1 ($\pm 0,18$)	2,14 (1,4-,3,2)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
264	5404	40,519	30,293	381	1196	1,15 ($\pm 0,1$)	1,01 (0,5-1,8)	B	C	ZC	D-1	CL-VII
265	5405	40,796	30,735	401	1126	2,09 ($\pm 0,1$)	0,8 (0,6-1,1)	B	C	ZC	C-2	CL-VII
266	5505	41,204	36,729	238	661	1,2 ($\pm 0,1$)	2,3 (1,6-3,3)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
267	5501	41,327	36,305	420	921	2,05 ($\pm 0,3$)	2,05 (1,4-2,8)	B	C	ZC	C-2	CL-III
268	5504	40,972	35,669	404	819	2,3 ($\pm 0,2$)	1,9 (1,4-2,5)	B	C	ZC	C-2	CL-VII
269	5506	41,078	36,048	1510	4094	12,2 ($\pm 1,01$)	2,01 (1,8-2,2)	A	A	ZA	A	CL-V
270	5701	42,030	35,154	328	821	1,11 ($\pm 0,2$)	6,09 (4,5-8,1)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
271	5702	42,018	35,202	581	1081	2,5 ($\pm 0,5$)	3,2 (2,5-4,2)	B	C	ZC	C-1	CL-II
272	5703	41,464	34,783	555	1294	4,9 ($\pm 0,7$)	3,1 (3,5-5,6)	B	C	ZC	C-1	CL-II
273	5805	39,273	36,747	1072	2344	2-10 ($\pm 0,9$)	1,9-2,1	A	B	ZB	B	CL-V
274	5806	40,300	37,825	320	602	1,8 ($\pm 0,2$)	4,2 (2,5-7,1)	C	D	ZD	C-3	CL-III
275	5807	38,724	37,290	445	1388	1,9 ($\pm 0,2$)	2,2 (1,3-3,7)	B	C	ZC	C-3	CL-III
276	5808	39,866	36,593	691	2658	3,6 ($\pm 0,6$)	3,6 (2,7-4,8)	B	C	ZC	C-1	CL-II
277	5809	39,231	37,382	340	972	4,6 ($\pm 0,4$)	3,2 (2,5-4,3)	C	D	ZD	D-1	CL-II
278	5810	39,370	38,118	528	1089	5,8 ($\pm 0,7$)	3,1 (2,4-3,8)	B	C	ZC	B	CL-VII
279	5811	39,362	36,413	207	727	2,05 ($\pm 0,1$)	6,3 (4,1-9,7)	C	D	ZD	D-1	CL-III
280	5812	40,088	38,346	426	1269	5,1 ($\pm 0,7$)	1,4 (1,1-1,9)	B	C	ZC	C-3	CL-VII
281	5813	40,214	37,540	978	3218	2-10 ($\pm 0,9$)	(1,3-2,2)	A	B	ZB	B	CL-V
282	5814	40,062	38,604	804	2620	1,87 ($\pm 1,5$)	2,8 (4,8-4,4)	A	B	ZB	C-3	CL-I
283	5906	40,973	27,932	224	780	2,2 ($\pm 0,1$)	10,7 (7,4-15,2)	C	D	ZD	C-2	CL-III
284	5907	41,161	27,792	313	608	1,01 ($\pm 0,1$)	1,7 (1,1-2,6)	C	D	ZD	D-1	CL-VI
285	5908	40,982	27,548	538	1088	1,34 ($\pm 0,1$)	2,9 (2,5-3,4)	B	C	ZC	C-3	CL-IV
286	5909	41,290	27,983	361	1606	0,78 ($\pm 0,13$)	2,29 (1,5-3,3)	B	C	ZC	D-1	CL-IV
287	5910	40,981	27,486	514	1360	3,9 ($\pm 0,3$)	1,9 (1,2-2,9)	B	C	ZC	C-1	CL-VII
288	60--	40,298	35,880	326	583	1,3 ($\pm 0,1$)	6,2 (4,8-8,06)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
289	6002	40,314	36,552	447	1618	2,6 ($\pm 0,2$)	4,5 (3,3-6,2)	B	C	ZC	C-1	CL-II
290	6006	40,598	36,935	417	1108	4,2 ($\pm 0,8$)	2,7 (1,7-4,2)	B	C	ZC	C-1	CL-II
291	6007	40,384	36,072	313	700	1,17 ($\pm 0,1$)	4,4 (3,1-6,2)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
292	6008	40,374	36,894	248	497	1,52 ($\pm 0,2$)	3,06 (2,03-4,6)	C	D	ZC	C-3	CL-IV
293	6302	37,234	39,751	936	2846	1,81 ($\pm 0,3$)	3,2 (2,3-4,3)	A	B	ZB	C-3	CL-III
294	6303	37,753	39,329	986	3282	2-8	(<2)	A	B	ZB	Tanımsız	CL-V
295	6304	37,365	38,513	376	1062	1,3 ($\pm 0,1$)	5,1 (3,4-7,3)	B	C	ZC	C-3	CL-IV
296	6402	38,408	28,977	462	1193	4,1 ($\pm 0,8$)	0,9 (0,6-1,2)	B	C	ZC	C-1	CL-VII
297	6801	38,374	34,001	214	599	1,07 ($\pm 0,1$)	1,4 (0,8-2,5)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
298	7002	36,632	32,910	404	953	3,81 ($\pm 0,7$)	3,3 (2,4-4,4)	B	C	ZC	C-1	CL-II
299	7402	41,636	32,250	603	1326	2,8	2,3 (1,7-3,02)	B	C	ZC	C-1	CL-VII
300	7502	41,112	42,701	555	1280	6,6 ($\pm 0,1$)	5,1 (3,5-7,2)	B	C	ZC	B	CL-II
301	7503	40,791	42,605	437	1360	2,3 ($\pm 0,3$)	3,2 (2,1-4,9)	B	C	ZC	C-2	CL-III
302	7706	40,513	28,827	277	731	1,06 ($\pm 0,05$)	6,1 (4,1-9,2)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
303	7707	40,638	29,079	312	613	1,74 ($\pm 0,05$)	3,3 (2,21-4,9)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
304	7709	40,559	29,326	382	620	0,96 ($\pm 0,1$)	2,3 (1,5-3,4)	B	C	ZC	C-3	CL-VII
305	7711	40,659	29,327	199	301	1,16 ($\pm 0,1$)	4,4 (3,1-6,1)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
306	7712	40,693	29,509	280	556	1,0 ($\pm 0,3$)	1,63 (1,2-2,1)	C	D	ZD	D-1	CL-III
307	7801	41,214	32,653	530	2141	5,7 ($\pm 0,5$)	3,1 (2,4-3,8)	B	C	ZC	C-1	CL-I
308	7802	40,956	32,532	393	1050	1,4 ($\pm 0,1$)	4,2 (3,2-5,4)	B	C	ZC	C-3	CL-IV
309	7901	36,709	37,112	463	1387	7,0 ($\pm 0,6$)	4,1 (3,4-4,7)	B	C	ZC	B	CL-I
310	8004	37,380	36,098	426	1104	7,4 ($\pm 0,76$)	2,2 (1,9-2,7)	B	C	ZC	B	CL-I
311	8109	40,781	31,014	183	528	1,19 ($\pm 0,1$)	3,7 (2,7-5,1)	C	D	ZD	D-1	CL-IV
312	8110	41,090	31,143	407	981	4,9 ($\pm 0,5$)	4,1 (3,4-5,1)	B	C	ZC	C-1	CL-II

Carola vd.,[5] sınıflamasına göre de 31 istasyon CL-I sınıfı, 54 istasyon CL-II sınıfı, 55 istasyon CL-III sınıfı, 81 istasyon CL-IV sınıfı, 27 istasyon CL-V sınıfı, 27 istasyon CL-VI sınıfı, 37 istasyon CL-VII sınıfı olarak

belirlenmiştir. Çalışma kapsamında 312 istasyon için yapılan ölçümler, veri işlem aşamaları ve hesaplamalar sonucu bu istasyonlara ait lokasyonlar, Vs30 değerleri, hakim frekans ve zemin büyütmesi değerleri ile bu

değerlere karşılık gelen sınıflandırmalar Tablo 6'da verilmiştir, AFAD tarafından işletilen kuvvetli yer hareketi istasyonlarına ait kayıtların kullanılması esnasında önemli bir boşluğu dolduracak bilgileri içeren bu çalışma sonuçları, başta zemin olmak üzere birçok yerbilimleri ve inşaat mühendisliği çalışmalarına katkı sağlayacaktır.

4. SİMGELER (SYMBOLS)

f_0	: Hakim frekans
H/V	: Yatay/Düşey bileşen
V_{s30}	: 30 metreye kadar olan makaslama (kayma) dalgası hızı
σ	: Standart sapma değeri
V_p	: P-dalga Hızı
V_s	: S-dalga Hızı
h	: Tabaka Kalınlığı
x	: Uzaklık
t	: Zaman
PI	: Plastisite indeksi

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Yazarlar, çalışmayı Ulusal Deprem Araştırma Projesi (UDAP-G-15-04) olarak destekleyen Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'na (AFAD) teşekkür ederler.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Türkiye 2018 Deprem ve Bina Yönetmeliği, Resmî Gazete, Sayı: 30364, 18 Mart 2018.
2. NHERP (National Earthquake Hazards Reduction Program) Building Seismic Safety Council, Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures and Accompanying Commentary and Maps, FEMA 450, Chapter, 3, 17-49, 2003.
3. Eurocode-8, European Committee for Standardization CEN, Design of Structures for Earthquake Resistance – Part I: General Rules, seismic actions and rules for buildings, Brussels, May 2004.
4. Rodriguez-Marek A., Jonathan D.B., Norman A.A, An empirical geotechnical seismic site response procedure, Earthquake Spectra, 17 (1), 65-87, 2001.
5. Di Alessandro, C, Bonilla, L, F, Boore, D, M, Rovelli, A, Scotti, O, Predominant period site classification for response spectra prediction equations in Italy, Bulletin of the Seismological Society of America, 102 (2), 680-695, 2012.
6. Edward H, Field, Spectral amplification in a sediment-filled Valley exhibiting clear basin-edge-induced waves, Bulletin of the Seismological Society of America, 86 (4), 991-1005, 1996.
7. Gok E, Chavez- Garcia F, J, and Polat O, Effect of soil conditions on predicted ground motion: case study from Western Anatolia, Turkey, Physics of the Earth and Planetary Interiors 229, 88-97, 2014.
8. Akbaş S.O., Sönmezer Y.B., Işık N.S., Assessment of the peak acceleration, amplification ratio and fundamental period properties for the Kirikkale province settlement area, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 30 (4), 711-721, 2015.
9. Özer Ç., ve Polat O, 3-D crustal velocity structure of izmir and surroundings, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 32 (3), 733-747, 2017.
10. Ancheta T.D, Darragh R.B, Stewart J.P., Seyhan E., Silva W.J., Chiou B.S.J., Wooddell K.E., Graves R.W., Kottke A.R., Boore M., Kishida T., Donahue J.R., NGA-West2 database, Earthq Spectra 30 (3), 989-1005, 2014,
11. Choon B, Park, Richard D, Miller, Jianghai Xia, Multichannel analysis of surface waves, Geophysics, 64 (3), 800-808, 1999.
12. Stephenson W.J., Louie J.N., Pullammanappallil S., Williams R.A., Odum J.K., Blind Shear-Wave Velocity Comparison of ReMI and MASW Results with Boreholes to 200 m in Santa Clara Valley: Implications for Earthquake Ground-Motion Assessment, Bulletin of the Seismological Society of America, 95 (6), 2506-2516, 2005.
13. Tunçel A., Özdağ Ö.C., Pamuk E., Akgün M., Calculation of the soil dynamic amplification factor values by using microtremor data: A case study in Izmir (North), Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 34 (1), 3-52, 2019.
14. Mulumulu E., Özer Ç., Gök E., Chavez-Garcia F.J., Polat O., 3-D Upper crustal velocity structure of the Inner Gulf of Izmir from ambient noise tomography, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 35 (1), 255-274, 2020.
15. Okada H., The Microtremor Survey Method, Geophysical Monograph Series, Society of Exploration Geophysicists, USA, 2003.
16. Polat, O., Ceken, U., Uran, T., Gok, E., Yilmaz, N., Beyhan, M., Koc, N., Arslan, B., Yilmaz, D, and Utku., IzmirNet: A Strong-Motion Network in Metropolitan Izmir, Western Anatolia, Turkey, Seismological Research Letters, 80 (5), 831-838, 2009.
17. Sandıkkaya M.A., Yılmaz M.T., Bakır B.S, and Yılmaz Ö., Site classification of Turkish national strong motion stations, Journal of Seismology, 14 (3), 543-563, 2010.
18. Chiara F., Maria D., Giovanni L., Rodolfo P., Emiliano R., Lucia L., Site characterization of Italian accelerometric stations, Bull, Earthquake Eng, 15 (6), 2329-2348, 2017.
19. SCREAM, yazılım, Guralp Systems Ltd, [http:// www.guralp.com](http://www.guralp.com)
20. Geopsy, yazılım, SESAME, Avrupa Birliği Projesi, 2004, [http:// www.geopsy.org](http://www.geopsy.org)
21. Luzi L., Puglia R., Pacor F., Gallipoli M, R., Bindi D., Mucciarelli M., Proposal for a soil classification based on parameters alternative or complementary to V_s , 30, Bulletin Earthquake Engineering, (9), 1877-1898, 2011.