KKTC-NET IVME KAYITLARI ÖZELLİKLERİNİN İRDELENMESİ

Z. Çağnan[1] ve M.T. Yılmaz[2]

[1] *Yardımcı Doçent Doktor, İnşaat Müh. Programı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Kuzey Kıbrıs Kampusu, Kalkanlı Güzelyurt, KKTC*
[2] *Yardımcı Doçent Doktor, Mühendislik Bil. Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 068000*
Email: cagnan@metu.edu.tr, mtyilmaz@metu.edu.tr

ÖZET:

'Kıbrıs ve civar bölgeleri için deprem tehlikesinin tespit edilmesi' başlıklı TÜBİTAK destekli proje kapsamında Orta Doğu Teknik Üniversitesi tarafından Kıbrıs adası üzerinde 13 adet kuvvetli yer hareketi istasyonundan oluşan ağ (KKTC-NET) kurulmuştur. Bu çalışmada, Eylül 2012'de faal hale geçen KKTC-NET'in özellikleri sunulmaktadır. Ağ tarafından ilk 7 aylık süre zarfında kaydedilmiş büyüklükleri 3.0-4.6 aralığında değişen depremlere ait 90 adet ivme kaydının spektral özellikleri incelenmiştir. Ayrıca, istasyonların kurulduğu mevkiilerdeki zemin koşulları ve bu koşulların spektral genliklere etkileri de değerlendirilmiştir. KKTC-NET ağı konumu sebebi ile Avrupa-Afrika ve Arap-Afrika plaka sınırlarında meydana gelen depremler sonucunda oluşacak kuvvetli yer hareketlerinin kaydedilmesini sağlayacaktır. Böylece bu plaka sınırlarında gerçekleşebilecek büyük magnitüdlü depremlerin sebep olacağı yer hareketi özelliklerinin daha sağlıklı tahmini olanağı ortaya çıkacaktır. Ağın Doğu Akdeniz'de yer alacak sismolojik çalışmalar için önemli veriler arzetmesi beklenmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Sismik ağlar, azalım ilişkileri ve sismik tehlike, kuvvetli yer hareketi, Doğu Akdeniz, saha amplifikasyonu.

1. KKTC-NET GENEL ÖZELLİKLERİ

Kıbrıs adası üzerinde kuvvetli yer hareketi şebekelerinin işletilmesine 1990'lı yılların ikinci yarısında başlanmıştır. Bununla birlikte ada üzerindeki alet sayısının halen daha oldukça sınırlı olması, elde edilen kayıtların şebekeleri işleten kurumlara mensup olmayan araştırmacılara açık olmaması ve kurumlar arası işbirliğinin eksikliği, Kuzeydoğu Akdeniz bölgesine özel bir yer hareketi azalım ilişkisinin geliştirilmesini mümkün kılmamaktadır. 'Kıbrıs ve civar bölgeleri için deprem tehlikesinin tespit edilmesi' başlıklı TÜBİTAK destekli proje kapsamında 13 istasyondan oluşan KKTC-NET kuvvetli yer hareketi ağı Orta Doğu Teknik Üniversitesi tarafından kurulmuş ve işletilmeye başlanmıştır. KKTC-NET'le hedeflenen Kuzeydoğu Akdeniz'de yer alan belirgin tektonik yapılarda gerçekleşebilecek depremlerin kuvvetli yer hareketi kayıtlarının alınması, geliştirilecek veri tabanının kullanılması suretiyle bölgesel yer hareketi azalım ilişkilerinin elde edilmesi ve Kıbrıs adası deprem tehlikesinin gerçekçi şekilde hesaplanmasıdır. İstasyon yerlerinin seçiminde, Kıbrıs'ı çevreleyen önemli tektonik yapılara olan mesafe ve saha koşullarında çeşitlilik amaçlanmıştır.

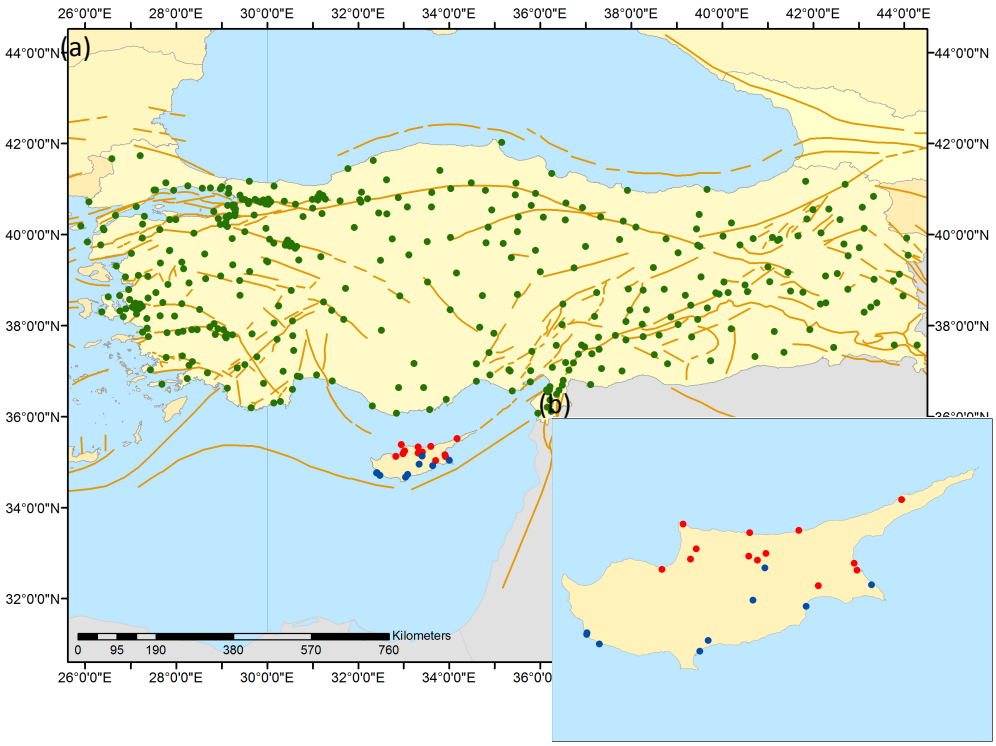
1.1. Kıbrıs ve Çevresinin Tektonik Özellikleri

Kıbrıs ve çevresinin neotektonik yapısıyla ilgili ortaya atılmış bir çok değişik hipotez mevcuttur (Cagnan ve Tanircan, 2010). Bu çalışmalar genel olarak Kıbrıs'ın Avrupa tetonik plakasının parçası olan Anadolu parça plakası ve Afrika tektonik plakası arasındaki sınırın üzerinde veya çok yakınında olduğunu göstermektedir. Afrika plakası, Avrupa plakasına göre kuzey - kuzeydoğu yönünde hareket etmektedir. Anadolu parça plakası ise Afrika ve Arap plakalarının Avrupa plakasıyla çarpışması sonucu batı yönünde hareket etmeye zorlanmaktadır.

Önceki çalışmalar Doğu Anadolu fay hattının Kıbrıs'ın kuzeyinden ve güneyinden geçen iki aktif kolla batıdaki Helen Arkına bağlandığını gösterse de (Neev ve diğerleri, 1985; Neev, 1975, Saroglu ve diğerleri, 1992), yakın zamanda elde edilmiş sismisite ve GPS verileri (Papazachos ve Papaioannou, 1999; McClusky ve diğerleri, 2000, Reilinger ve diğerleri, 1997) sadece adanın güneyinden geçen kolun (Kıbrıs Arkı) aktif olduğunu açıkca gözler önüne sermektedir. Bu veriler ışığında, Kıbrıs adasının Anadolu parça plakası ile batı yönünde ilerlediği sonucuna varılmıştır. Reilinger ve diğerleri (1997) ve McClusky ve diğerleri (2000) tarafından yakın zamanda elde edilmiş GPS verileri, Kıbrıs Arkının doğu kısmında sol ve yukarı atımlı kinematiğin hakim olduğunu, arkın geriye kalan kısmında ise sıkışmanın hakim olduğunu göstermektedir. KKTC-NET'le Kuzeydoğu Akdeniz bölgesine yerleştirilen kuvvetli yer hareketi istasyonları özellikle bu plaka sınırında gerçekleşen depremleri kaydetme imkanı vermektedir.

1.2. Kıbrıs Adası Üzerindeki İstasyonların Dağılımı

KKTC-NET'i oluşturan 13 adet kuvvetli yer hareketi istasyonunun ada üzerindeki dağılımı Şekil 1'de verilmektedir. Bu istasyonlar aktif hale geçtikleri Eylül 2012'den beri eş zamanlı olarak Orta Doğu Teknik Üniversitesi Kuzey Kıbrıs Kampusu'ne veri aktarmakta bu veri yine eş zamanlı olarak Türkiye Cumhuriyeti, Başbakanlık, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Deprem Dairesi ile paylaşılmaktadır. KKTC-NET, Türkiye Ulusal Kuvvetli Yer Hareketi Şebekesi'nin Kuzeydoğu Akdeniz'deki dağılım alanını genişletmektedir.



Şekil 1. (a) Kuzeydoğu Akdeniz bölgesinde yer alan kuvvetli yer hareketi istasyonlarının ve bölgesel fayların dağılımı (Barka ve Reilinger, 1997). Türkiye Ulusal Kuvvetli Yer Hareketi Şebekesi (T.C. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2013) yeşil, Kıbrıs Kuvvetli Yer Hareketi Şebekesi (Geological Survey Department of Cyprus, 2013) mavi ve yeni geliştirilmiş KKTC-NET şebekesi istasyonlarının yerleri kırmızı sembollerler gösterilmektedir. (b) Kıbrıs adası üzerindeki kuvvetli yer hareketi istasyonlarının dağılımı.

1.3. Saha Koşullarının Tesbiti

Yukarıdada belirtildiği gibi Şekil 1'de gösterilmekte olan KKTC-NET istasyon yerlerinin seçiminde, Kıbrıs'ı çevreleyen önemli tektonik yapılara olan mesafe ve saha koşullarında çeşitlilik amaçlanmıştır. Bu doğrultuda istasyon yerleri seçilirken jeolojik veriler kullanılmıştır. İstasyonların üzerinde yeraldığı sahaların sismik özelliklerinin daha kesin olarak belirlenebilmesi için yüzey dalgalarının çok kanallı analizi (MASW) yöntemi kullanılmıştır (Park vd., 1997). Yöntem esas olarak Sandıkkaya vd. (2010) tarafından detaylı olarak anlatılan ve Türkiye Kuvvetli Yer Hareketi istasyonlarının saha koşullarının belirlenmesi için kullanılan yöntemle tutarlıdır. Bu çalışmada, 47 m uzunluğunda 48 kanallı 4.5Hz geofonlar 9 kg ağırlığındaki balyoz ile yaratılan titreşimleri kaydetmek için kullanılmıştır. Deney, sahadaki S-dalgası hızının derinlikle değişimini vermektedir. Hız değişimi NEHRP saha sınıflandırması sistemi (BSSC, 2003) ile uygun olarak 30-m derinliğe kadar olan ortalama S-dalgası hızının (V_{s30}) hesaplanmasında kullanılmıştır.

Sismik verileri desteklemek amacı ile istasyon sahalarında tecrübe kuyuları açılmıştır. Kuyu içinde formasyonlar gözlemlenmiştir. TS 5744 standardı ile uygun olarak bu kuyularda standard penetrasyon deneyleri (SPT) gerçekleştirilerek formasyonların sertliği sınanmıştır. 30 m için ortalama SPT değeri (N_{30}) NEHRP sınıflandırma sistemi (BSSC, 2003) ile uygun olarak hesaplanmıştır. Ayrıca açılan tecrübe kuyularında yeraltı suyu (YAS) derinliği gözlenmiştir. Elde edilen zemin numunelerinin sınıfı laboratuvar deneyleri ile belirlenmiştir. Zemin etüdleri toplam 13 istasyon için gerçekleştirilmiştir. İstasyonların yeri, saha koşullarını gösteren V_{s30} ve N_{30} değerleri ile birlikte Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. KKTC-NET istasyonlarının konumu ve saha parametreleri

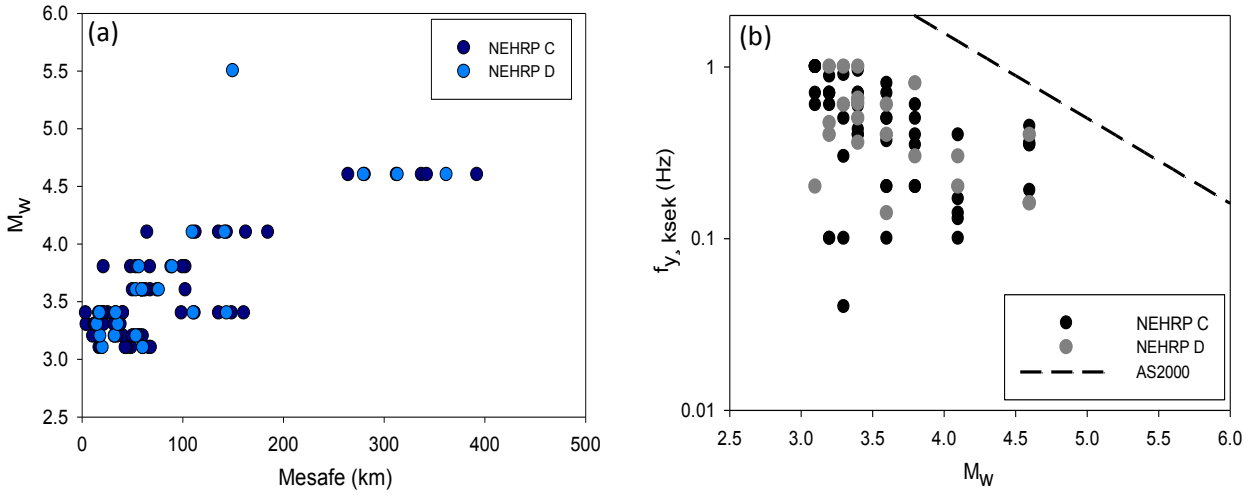
Kod	**İstasyon Yeri**	**Enlem (^{o}K)**	**Boylam (^{o}D)**	**V_{s30} (m/s)**	**N_{30}**
KT001	Lefke	35.13	32.83	490	78
KT002	Guzelyurt	35.19	32.99	285	79
KT003	Kalkanli	35.25	33.02	-	50
KT004	Sadrazamkoy	35.39	32.95	416	76
KT005	Girne	35.34	33.32	472	50
KT006	Esentepe	35.35	33.60	690	65
KT007	Yenierenkoy	35.53	34.18	574	91
KT008	Tuzla	35.17	33.91	271	10
KT009	Magosa	35.13	33.93	413	51
KT010	Beyarmudu	35.04	33.71	509	36
KT011	Haspolat	35.22	33.42	510	86
KT012	Lefkosa	35.18	33.37	319	27
KT013	Gonyeli	35.21	33.32	570	85

2. KUVVETLİ YER HAREKETİ KAYITLARI

KKTC-NET istasyonlarının tümünün faal hale geçtiği Eylül 2012 tarihinden itibarenki ilk 7 aylık süre zarfında bu istasyonlar tarafından kaydedilen depremler Tablo 2'de listelenmektedir. Meydana gelen toplam 11 depremden 90 kuvvetli yer hareketi kaydı alınmıştır. Şekil 2a'da bu kayıtların büyüklük (M_w moment büyüklüğü)-mesafe (deprem merkezine olan mesafe) dağılımları verilmektedir. Şekil 2a'da kayıtlar ayrıca alındıkları mevkiinin zemin özelliklerine görede iki gruba ayrılmışlardır. Eldeki kayıtları M_w 4.0< yakın mesafe ve M_w 4.0> uzak mesafe depremlerinden alınan kayıtlar olarak iki gruba ayırmak mümkündür. M_w 4.0< yakın mesafe depremlerinden alınan ve NEHRP C zemin koşullarına karşılık gelen (BSSC, 2003) kayıtlar eldeki kayıtların çoğunluğunu oluşturmaktadır.

Elde edilen kuvvetli yer hareketi verisi öncelikle standart olmayan hatalara (Douglas, 2003) karşı incelenmiş daha sonra da Akkar ve Bommer (2006) ve Akkar vd. (2011) makalelerinde tarif edilen yöntemler uygulanarak yüksek ve alçak geçirimli filtre işlemine tabii tutulmuştur. Kayıtların işlenmesi ve filtrelenmiş hallerine ait davranış spektrumlarının elde edilmesi için Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi tarafından geliştirilmiş olan USDP yazılımı kullanılmıştır (Akkar vd., 2012). Şekil 2b'de belirlenen yüksek geçirimli filtre değerlerinin büyüklük parametresine bağlı değişimi verilmektedir. Elde edilen filtre değerleri için ayrıca kayıtların alındığı mevkiilerdeki zemin sınıfıda verilmektedir. Buna göre filtre değerlerinin zemin sınıfından bağımsız değişim gösterdiği ancak artan büyüklük değerleri ile azaldığı söylenebilir. Şekil 2b'de ayrıca Atkinson ve Silva (2000) çalışmasında kullanılan düşük köşe frekansı – büyüklük ilişkiside verilmektedir. Bu ilişkiyle kıyaslandığı zaman uygulanan filtre değerlerinin her zaman düşük köşe frekansının altında kaldığı gözlemlenebilir. Bu da filtrelemenin doğru yapıldığına, yer hareketi bilgisinin filtreleme sonrasında korunduğuna işaret etmektedir.

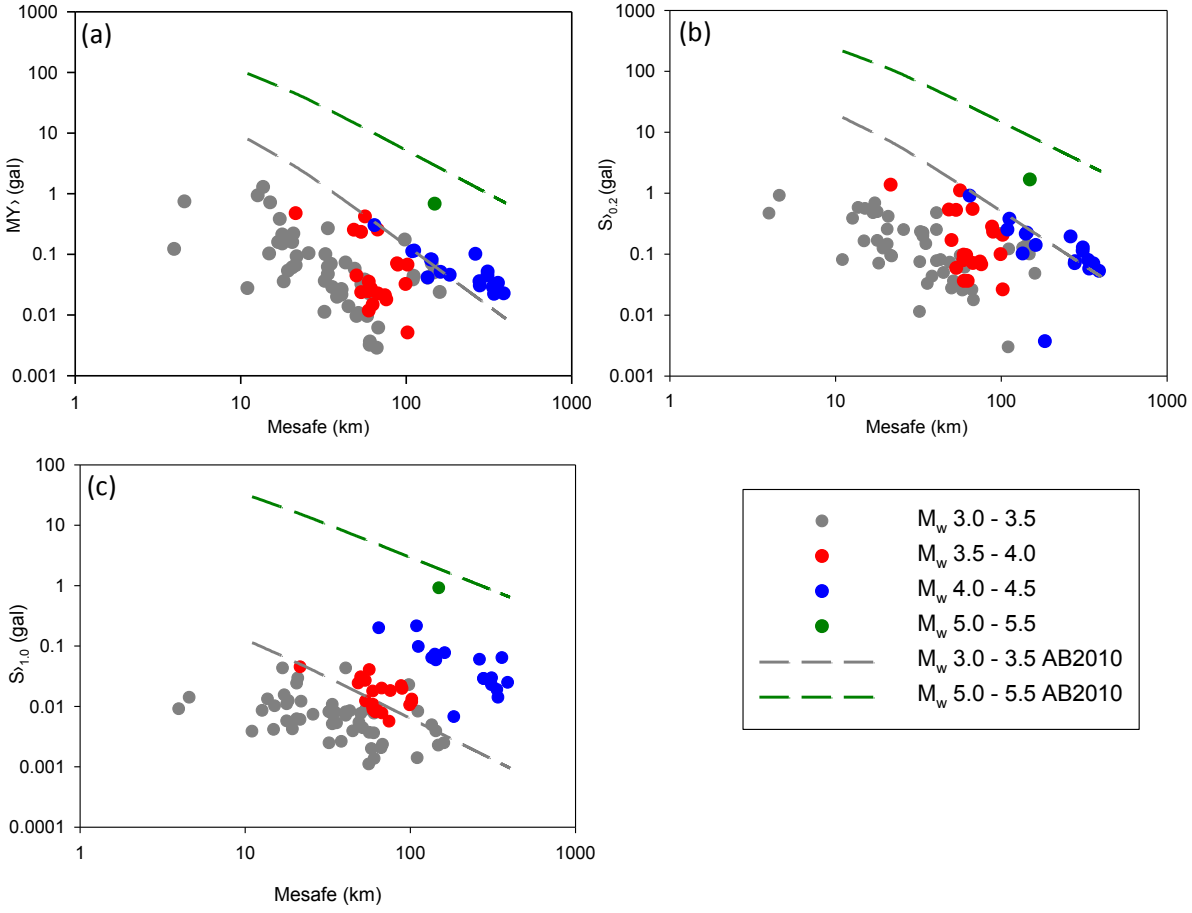
Şekil 3'de filtreleme sonrası elde edilen maksimum yer ivmesi, 0.2sn'lik ve 1.0sn'lik periyotlara karşılık gelen spektral ivme değerlerinin mesafeye (deprem merkezine olan mesafe) bağlı değişimi verilmektedir. Bu çalışmada, kayıtların kuzey-güney (KG) ve doğu-batı (DB) bileşenlerinin geometrik ortalaması alınarak birleştirme yöntemi uygulanmıştır. Eldeki kayıt sayısının sınırlı olmasına rağmen değişik büyüklük aralıkları için yer hareketi-mesafe ilişkilerini şimdiden gözlemlemek mümkündür. Bu bölgesel ilişkiler Şekil 3'de Akkar ve Bommer (2010) yer hareketi azalım ilişkisi ile de kıyaslanmaktadır. Akkar ve Bommer (2010) ilişkisinin büyüklük ve mesafe alt limitleri M_w 5.0 ve 100km dir. Şekil 3'de kıyaslama yapılmasına olanak sağlanması için bu limitler zorunlu olarak aşılmıştır ancak özellikle elde edilen bölgesel düşük periyotlu spektral ivme değerlerinin Akkar ve Bommer (2010) ilişkisinden daha düşük olduğu gözlemlenebilir.



Şekil 2. (a) KKTC-NET istasyonları tarafından kaydedilen kuvvetli yer hareketi verisine ait büyüklük (M_w moment büyüklüğü) - mesafe (deprem merkezine olan mesafe) dağılımı. (b) Yüksek geçirimli filtre değeri – büyüklük ilişkisinin Atkinson ve Silva (2000) düşük köşe frekansı – büyüklük ilişkisi ile karşılaştırılması.

Tablo 2. KKTC-NET istasyonları tarafından kaydedilen depremlerin sismolojik özellikleri

Tarih	Zaman (UTC)	Enlem (^oK)	Boylam (^oD)	Derinlik (km)	M_w	Alınan Kayıt Sayısı
02.12.2012	00:21:55	34.40	32.93	5	3.6	12
03.03.2013	11:22:24	35:94	34.59	2	4.1	8
11.05.2012	18:48:30	34.25	34.17	20	5.5	1
11.12.2012	20:42:29	34.93	33.82	40	3.2	9
14.12.2012	00:31:19	35.40	33.34	15	3.3	10
18.10.2012	06:46:39	34.96	33.94	40	3.8	9
18.11.2012	04:22:04	34.45	33.37	30	3.2	5
19.03.2013	00:00:56	35.52	31.84	10	3.4	7
26.09.2012	01:28:28	34.73	30.00	10	4.6	9
30.09.2012	15:52:35	34.99	33.66	43	3.4	11
30.11.2012	19:27:25	34.88	33.99	20.5	3.1	10



Şekil 3. (a) Maksimum yer ivmesi, (b) 0.2sn'lik ve (c) 1.0sn'lik periyotlara karşılık gelen spektral ivme değerlerinin mesafeye (deprem merkezine olan mesafe) bağlı değişimi. AB2010 - Akkar ve Bommer (2010) ilişkisi M_w 3.25 (M_w 3.0 – 3.5), 5.25 (M_w 5.0 – 5.5) R 10km -400km değerleri ve bilinmeyen faylanma mekanizması ile sert zemin koşulları için elde edilmiştir.

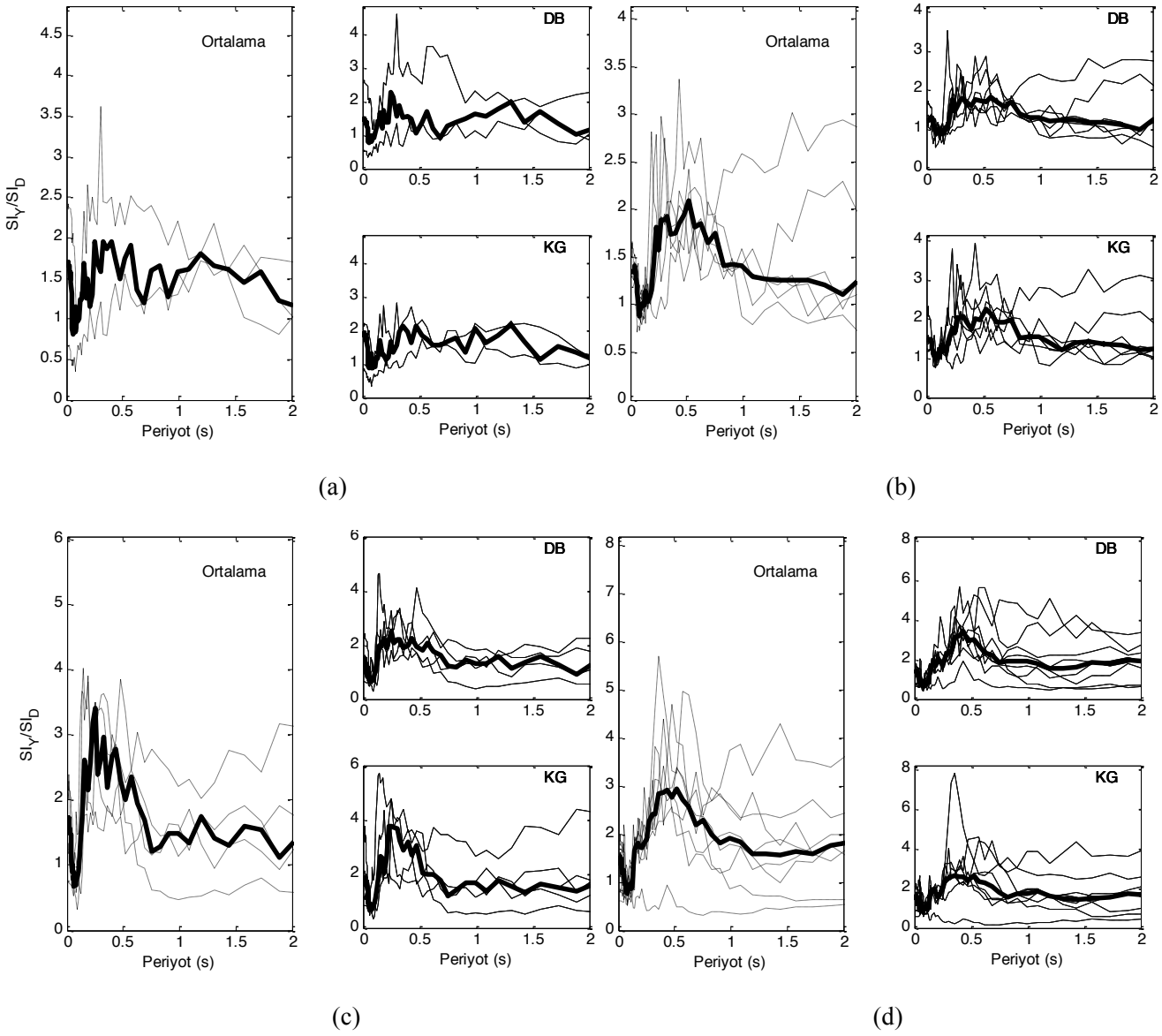
3. YATAY/DÜŞEY SPEKTRAL ORANLAR

Saha koşullarının belirlenmesinde, V_{s30} ve tecrübe kuyusu verileri yanında, yatay yöndeki harekete tepki spektrumun (SI_Y) düşey yöndeki hareketin tepki spektrumuna (SI_D) oranı incelenmiştir. Frekans uzayında hesaplanan yatay ve düşey hareketlerin genliklerinin oranı yöntemi ilk olarak Nakamura (bkz. Nakamura, 1989) tarafından gürültü kayıtlarına uygulamak üzere önerilmiş, ve bu yöntem deprem kayıtlarına da uygulanmıştır (Langston, 1979). Tek serbestliği olan doğrusal sistemin karmaşık yer hareketine tepkisi yer hareketine göre daha düzgündür. Frekans uzayında konvolusyon yöntemi ile dinamik tepki hesaplandığında, basit sistemin karşılık geldiği transfer fonksiyonu doğal frekans civarında genlikleri arttıran, uzak frekanslarda ise bastıran bir filtre gibidir. Tek serbestliği olan doğrusal sistemler için tepki spektrumu hesabında, farklı doğal frekanslar için hesaplanan transfer fonksiyonu bir yürüyen ortalama fonksiyonu gibi davranacaktır. Bu sebeple tepki spektrumlarının şekli yer hareketinin Fourier genlik spektrumuna göre daha düzgün olup, frekans uzayında hesaplanan spektral oranları düzgünleştirme ihtiyacını giderebilmektedir. Bu doğrultuda Zhao vd. (2006) %5 sönümleme için yatay ve düşey yönlerde hesaplanan tepki spektrumlarının oranının saha sınıflamasında kullanılabileceğini göstermiştir. Yukarıdada belirtildiği gibi filtrelenmiş kayıtlar için spektral oranlar USDP (Akkar vd., 2012) programı ile hesaplanmıştır. Spektral oranlar, kayıtlarda önemli seviyede gürültü taşıyan frekans bantları da göz önüne alınarak 0 ile 2 saniye periyotları arasında hesaplanmıştır. Daha sağlıklı sonuçlar için daha yüksek genlikli yer hareketlerinin kaydedilmesi beklenmektedir.

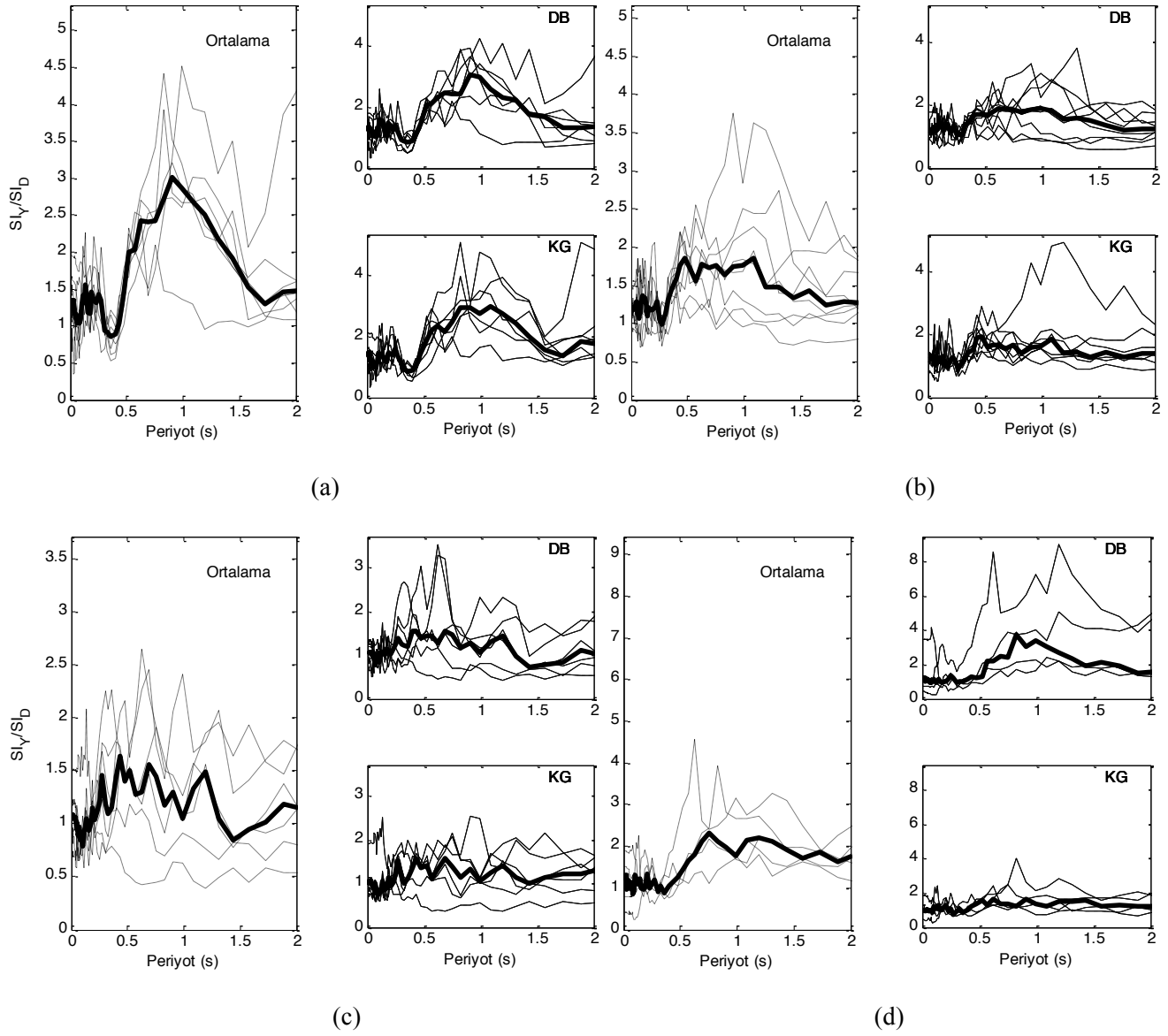
Şekil 4-6, farklı istasyonlarda kaydedilen yer hareketleri için hesaplanan SI_Y / SI_D oranlarını, DB ve KG yönündeki yatay hareket bileşenleri ile iki yatay bileşenin geometrik ortalamasını dikkate alarak sunmaktadır. Koyu sürekli çizgi medyan değeri, kesik çizgiler ise her bir kayıt için elde edilen spektral oranları göstermektedir. Geometrik ortalama dikkate alınarak belirlenen medyan spektral oranların pik değerinin 1nci saha periyodunu verdiği kabul edilmiştir (T_1). Daha detaylı inceleme, kayıt sayıları yeterli seviyeye ulaşıp ortalama değerlerinin nisbeten sabitleşmesi sonucunda mümkün olabilecektir (Fukushima, 2007). Ayrıca, yer hareketi genliklerinin geniş bir frekans bandında gürültü genliklerine göre çok daha yüksek olduğu deprem kayıtlarına ihtiyaç vardır. V_{s30} ile spektral oranlardan elde edilen T_1 periyodunun karşılaştırılması amacıyla, rijit kaya üzerinde yer alan elastik zemin katman varsayımı ile T_1 saha periyodu ayrıca analitik olarak tahmin edilmiştir (Dobry vd., 2000):

$$T_1 = 4\,H / V_s \qquad (1)$$

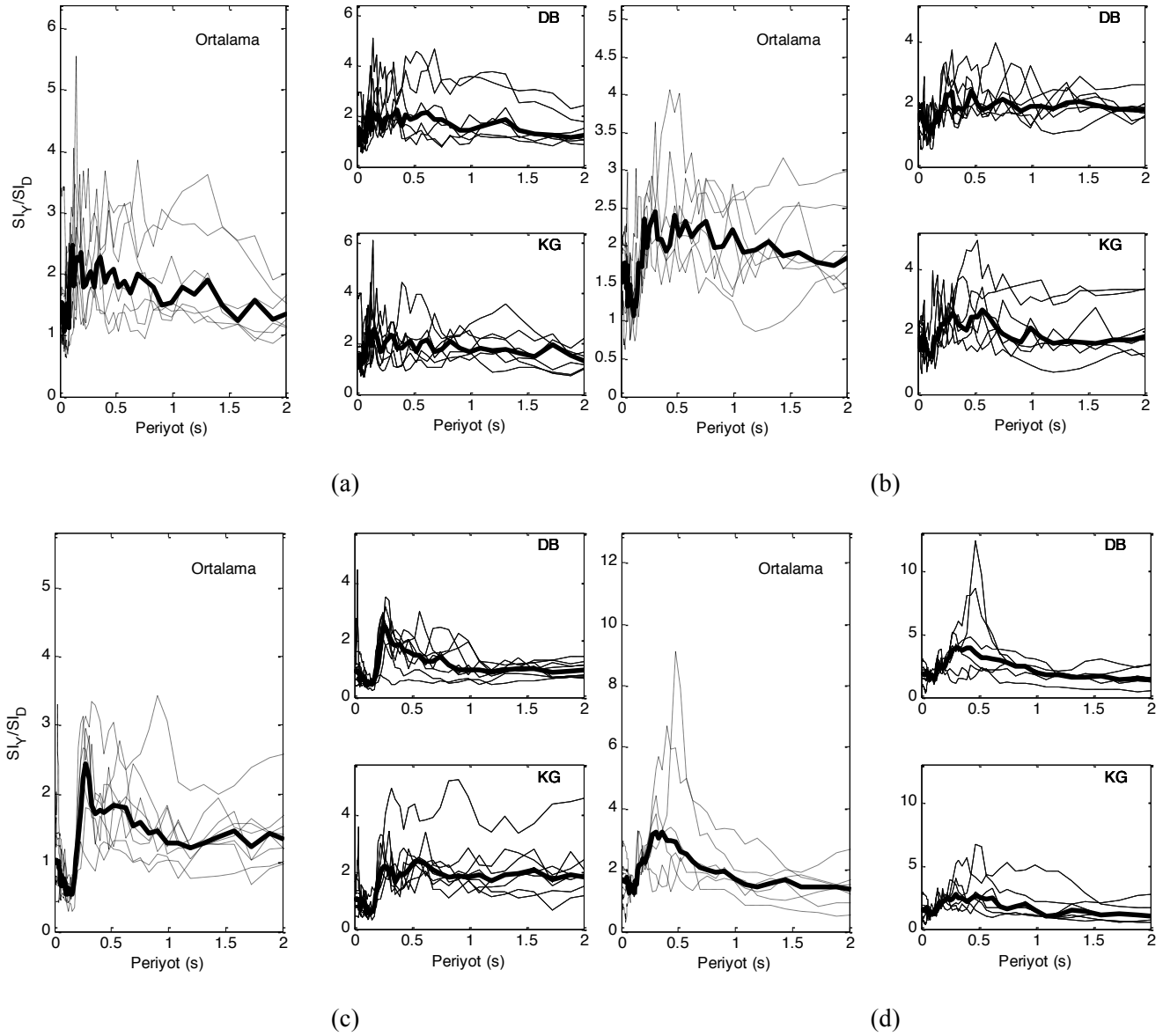
Burada, V_s elastik katman üzerindeki S dalgası hızı ve H ise katman kalınlığıdır. Basitleştirme için V_s değeri V_{s30}'a eşit kabul edilmiştir. H kalınlığı ise sırasıyla 30 m ve 60 m olarak dikkate alınmıştır. Birinci değer V_{s30} tanımına uygundur. 2nci değer ise V_{s30} değeri ile belirlenen ortalama S dalgası hızının daha derin seviyelerde de geçerli olması durumunu yansıtmaktadır. İki yöntemle tahmin edilen T_1 periyotları Şekil 7.a'da karşılaştırılmaktadır. Genel olarak T_1 değerleri oldukça tutarlılık göstermektedir. Ancak, KT007 istasyonunda spektral oranlarla belirlenen T_1 = 0.75 s değeri V_{s30} = 574 m/s ile karşılaştırıldığında oldukça yüksek görülmektedir. Kayıtların frekans incelemesi bu istasyonun düzgün çalışmadığına ve yüksek seviyede gürültü kaydettiğini göstermektedir. Bu istasyonun düzgün şekilde veri toplamasına yönelik çalışmalar başlatılmıştır. Şekil 7.b Tablo 1 ile verilen N_{30}, V_{s30} ve NEHRP saha sınıfı sınır değerlerini karşılaştırmaktadır. Oniki sahanın dokuzunda V_{s30} ve N_{30} aynı sınıfı vermektedir. Üç sahada ise N_{30} farklı saha sınıfına işaret etmektedir.



Şekil 4. Spektral oranlar ile 1nci saha periyotunun (a) KT006, (b) KT002, (c) KT009 ve (d) KT012 sahaları için tahmini.



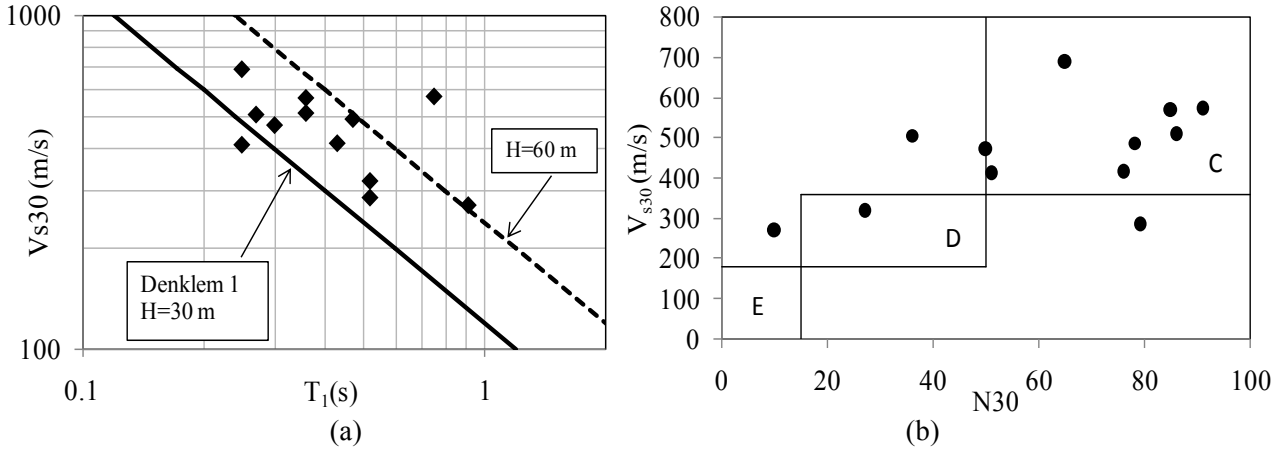
Şekil 5. Spektral oranlar ile 1nci saha periyotunun (a) KT008, (b) KT001, (c) KT004 ve (d) KT007 sahaları için tahmini



Şekil 6. Spektral oranlar ile 1nci saha periyotunun (a) KT011, (b) KT005, (c) KT010 ve (d) KT013 sahaları için tahmini

4. SONUÇ

Toplam 13 istasyon ile faaliyete geçen KKTC-NET, Kıbrıs ve çevresinde gerçekleşen depremlerin yarattığı kuvvetli yer hareketini kaydedebilecektir. Kayıtlarda gürültünün azaltılması ve saha koşullarının belirlenemediği sahalarda sismik deneylerin yapılması için çalışmalar devam etmektedir. Nisbeten yüksek yer hareketi genliklerini bulunduran kayıt sayısı henüz çok sınırlı olmakla beraber, önümüzdeki dönemde bu kayıtların artması beklenmektedir. Elde edilen düşük periyotlu spektral ivme değerlerinin, Akkar ve Bommer (2010) tarafından Avro-akdeniz bölgesi için geliştirilen yer hareketi azalım ilişkisine kıyasla daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 7. (a) Spektral oranlar yöntemi ile tahmin edilmiş 1nci periyotun ve (b) SPT ile elde edilmiş N_{30} değerlerinin V_{s30} ile karşılaştırması.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 109Y346 no'lu TÜBİTAK 1001 Projesi çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na bu çalışmaya sağladığı maddi destekten ötürü teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Akkar S., Ay Ö., Kale Ö. ve Pekcan O. (2012). Utility software for data processing (USDP), *http://www2.ce.metu.edu.tr/~sakkar/usdp.html*, son ulaşım 23.07.2012, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Akkar, S., Kale, Ö., Yenier, E., ve Bommer, J.J., (2011). The high frequency limit of usable response spectral ordinates from filtered analogue and digital strong motion accelerograms. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, **40**, pp.1387-1401.

Akkar, S. ve Bommer, J.J., (2006). Influence of long-period cut off on elastic spectral displacements. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, **35**, pp.1145-1165.

Akkar, S. ve Bommer, J.J. (2010). Empirical equations for the prediction of PGA, PGV, and Spectral Accelerations in Europe, the Mediterranean region and the Middle East. *Seismological Research Letters*, **81**, pp.195-206.

Atkinson, G. M., Silva, W., (2000). Stochastic modeling of California ground motions. *Bulletin of the Seismological Society of America*, **90**, 255-274.

Barka, A., and R. Reilinger (1997). Active Tectonics of the Eastern Mediterranean Region Deduced from GPS, Neotectonic, and Seismicity Data. *Annali Geofisica*, **40**, pp.587-610.

Building Seismic Safety Council, BSSC (2003). *NEHRP recommended provisions for seismic regulations for new buildings and other structures, part 1 – provisions and part 2 – commentary*, Federal Emergency Management Agency, Washington DC.

Cagnan, Z., and G. B. Tanircan (2010). Seismic Hazard Assessment for Cyprus. *Journal of Seismology*, **14**, pp. 225-246.

Dobry R., Borcherdt R.D., Crouse C.B., Idriss I.M., Joyner W.B., Martin G.R., Power M.S., Rinne E.E. ve Seed R.B. (2000). New site coefficients and site classification system used in recent building seismic code provisions. *Earthquake Spectra*, **16(1)**: 41-67.

Douglas, J. (2003). What is a poor quality strong motion record. *Bulletin of Earthquake Engineering*, **1**, pp.141-156.

Fukushima Y., Bonillar L.F., Scotti O. ve Douglas J. (2007). Site classification using horizontal-to-vertical response spectral ratios and its impact when deriving empirical ground-motion prediction equations, *Journal of Earthquake Engineering,* **11(5)**, 712-724.

Geological Survey Department of Cyprus, (2013). *http://www.moa.gov.cy*. (en son ziyaret ediliş tarihi: 22.06.2013)

Langston, C.A. (1979). Structure under Mount Rainier, Washington, inferred from teleseismic body waves. *Journal of Geophysical Research*, **84**, pp.4749-4762.

McClusky, S., S. Balassanian, A. Barka, C. Demir, S. Ergintav, I. Georgiev, P. Gurkan, M. Hamburger, K. Hurst, H. Kahle, K. Kastens, G. Kekelidze, R. King, V. Kotzev, O. Lenk, S. Mahmoud, A. Mihsin, M. Nadariya, A. Ouzounis, D. Paradissis, Y. Peter, M. Prilepin, R. Reilinger, I. Sanli, H. Seeger, A. Tealeb, M. Toksoz, G. Veis, (2000). Global Positioning System Constraints on Plate Kinematics and Dynamics in the Eastern Mediterranean and Caucasus. *Journal of Geophysical Research, Solid Earth and Planets*, **105**, pp.5695-5719.

Nakamura, Y. (1989). A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface. *Quarterly Report of Railway Technical Research Institute (RTRI)*, **30**.

Neev, D., (1975). Tectonic Evolution o the Middle East and the Levantine Basin. *Geology*, **3**, pp.683-687.

Neev, D., L. Greenfield, and J.K. Hall (1985) Slice Tectonics in the Eastern Mediterranean Basin. *Geological Evolution of the Mediterranean Basin*, Springer-Verlag, New York, NY, pp.249-269.

Papazachos, B.C., and Papaioannou, C.A. (1999). Lithospheric Boundaries and Plate Motions in the Cyprus Area. *Tectonophysics*, **308**, pp.193-204.

Park, C.B., Miller, R.D., Xia, J. (1997). Multi-channel analysis of surface waves (MASW) – a summary report of technical aspects, experimental results, and perspective. *Kansas Geological Survey Open File Report 97- 10*, Kansas, USA.

Reilinger, R.E., McClusky, S.C., Oral, M.B., King, R.W., and Toksoz, M.N., (1997). Global Positioning System Measurements of Present-Day Crustal Movements in the Arabia-Africa-Eurasia Plate Collision Zone. *Jour. Geophys. Res.*, **102**, pp. 9983-9999.

Sandıkkaya, M.A., Yılmaz, M.T., Bakır, B.S., Yılmaz, O. (2010). Site classification of Turkish national strong motion stations. *Journal of Seismology*, **14:3**, pp.543-563.

Saroglu, F., O. Emre, and I. Kuscu (1992). The East Anatolian Fault Zone of Turkey. *Annales Tectonicae*, **6**, pp.99-125.

T.C. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, (2013). *http://kyh.deprem.gov.tr.* (en son ziyaret ediliş tarihi: 22.06.2013)

Zhao J.X., Irikura K., Zhang J., Fukushima Y., Somerviller P.G., Asano A., Ohno Y., Oouchi T., Takahashi T. ve Ogawa H. (2006). An empirical site-classification method for strong-motion stations in Japan using H/V response spectral ratio, *Bulletin of the Seismological Society of America*, **96(3)**,pp. 914-925.