



DEPAR Bilim ve Haber Dergisi

Yıl: 1, Sayı: 1, Tarih: Ocak - Haziran 2014

Gazi Üniversitesi Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi (DEPAR) tarafından hazırlanmıştır. 6 ayda bir yayınlanır.



İÇİNDEKİLER

Bölüm	Konu	Sayfa
1	Türkiye'nin Gerçeği Deprem Nedir? Nasıl Oluşur?	3
2	Ankara ve Çevresinde Gazi Üniversitesi Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi DEMAR Tarafından Kurulan Kuvvetli Yer Hareketi Kayıt İstasyonlarında Zeminlerin Karakterizasyonlarının Yapılması ve Yer Etkilerinin Belirlenmesi	6
3	Gazi Üniversitesi Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezine Ait Zayıf ve Kuvvetli Yer Hareketi İstasyonlarının Altyapısı ve Değerlendirmeleri	28
4	Merkez Müdürümüz Prof. Dr. Özgür Anıl hocamızın büyük başarısı	37
5	Merkezimiz Hakkında Bilgiler	39
6	Merkezimiz Tarafından Yapılan Bilimsel Yayınlar ve Projeler (01.01.2014 – 31.06.2014)	43
7	Merkezimiz Tarafından Yapılan Diğer Faaliyetler (01.01.2014 – 31.06.2014)	46
8	Daha Önceki Yıllarda Yapılmış Olan Çalışmalardan Bazı Örnekler	53

TÜRKİYE’NİN GERÇEĞİ DEPREM NEDİR? NASIL OLUŞUR?

Dr. Bülent ÖZMEN

Gazi Üniversitesi Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi
bulentozmen@gazi.edu.tr; <http://websitem.gazi.edu.tr/site/bulentozmen>

Aslında ülkemiz gündeminden hiç çıkmaması gereken deprem sinsi yüzünü 23 Ekim 2011 tarihinde meydana gelen ve büyüklüğü M_w :7,2 olan Erciş-Van ve 9 Kasım 2011 tarihinde meydana gelen ve büyüklüğü M_w : 5,6 olan Edremit-Van depremleriyle bir kez daha göstermiş ve ülke gündemine yeniden oturmuştur. Yüzlerce vatandaşımızın hayatını kaybetmesine, binlerce vatandaşımızın yaralanmasına, on binlerce konutun yıkılmasına, sosyal, toplumsal, çevresel ve psikolojik birçok hasara neden olarak “yeter artık, ülkeniz deprem tehlikesi altında, siz deprem riski altındasınız, uyanın ve gerekenleri yapın!” diye haykırmış, 1999 yılında meydana gelen ve çok büyük yıkımlara neden olan 17 Ağustos İzmit Körfezi ve 12 Kasım Düzce depremlerinden yeterli dersi çıkarmadığımız gerçeğini bir kez daha en acımasız şekilde göstermiştir. Unutmayın deprem unutulduğu an gelir.

Bu nedenle biz de ülkemizin bir gerçeği olan deprem hakkında kısa ve öz bilgiler vermeye çalışarak konunun daha iyi anlaşılmasına yardımcı olmaya çalışacağız. Yeryuvarı yani dünyamız çekirdek, manto ve yerkabuğu olmak üzere üç katmandan meydana gelir. Yeryuvarı en dışta yer alır ve kalınlığı 6 ila 90 km arasında değişen soğuk ve hareketli levhalardan oluşur. Yerkabuğunun hemen altında manto yer alır ve çekirdeğe kadar uzanır. 2900 km kalınlığa sahip olan mantonun çekirdeğe yakın kısımlarında sıcaklık 4000 °C iken yerkabuğuna yakın yerlerde 1000 °C ye kadar düşer. İşte bu sıcaklık farkından dolayı yani ısınan/ergiyen malzemenin yukarı çıkmak soğuyan malzemenin aşağıya inmek istemesinden dolayı konveksiyon akımı dediğimiz akımlar ve bu akımlar nedeniyle de aşağı-yukarı, yukarı-aşağı olacak şekilde sürekli bir döngü oluşur. Bu döngü mantonun üstünde yer alan ve üzerinde yaşadığımız yer kabuğunun devamlı olarak hareket halinde olmasına neden olur. Değişik büyüklüklerde levhalardan oluşan yer kabuğunda hareket

bazen levhaların birbirinden uzaklaşması, bazen birbirine yaklaşarak çarpışması, bazen de yanıl yönde birbirinden uzaklaşması şeklinde olmaktadır. Ülkemiz, güneyde kuzey ve kuzeybatıya hareket eden Afrika ve Arabistan levhaları ile kuzeydeki Avrasya levhası arasında bulunmakta, bu levhaların sıkıştırması nedeniyle batıya doğru hareket etmeye zorlanmaktadır. Bu zorlanmaya bağılı olarak ülkemizde çok sayıda aktif fay meydana gelmiştir. Bu fayların en önemlileri Kuzey Anadolu fay zone, Doğı Anadolu fay zone, Güney Doğı Anadolu Bindirmesi ve Ege Graben Sistemidir.

Yerkabuğunu oluşturan levhaların yavaş hareketleri sonucu oluşan çekme-basınç-burulma-makaslama vb. gibi gerilmeler etkisiyle kabuğun bazı bölümlerinde yüzyıllar boyunca enerji birikir, biriken bu enerji kayaların kırılma direncinin en zayıf olduğı yerde meydana gelen kırılmalarla aniden boşalır ve dalgalar halinde yayılır. Yerkabuğı içindeki kırılmalar nedeniyle ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak geçtikleri ortamları ve yeryüzünü sarsmasına deprem nedir. Birikmiş enerjinin tümü ana şok dediğimiz depremle boşalmaz. Bir kısmı da büyük depremin ardından aynı bölgede aynı fay üzerinde meydana gelen daha küçük depremlerle boşalır ve bunlar artçı deprem diye isimlendirilir. Ana şokun öncesinde meydana gelen depremlere ise öncü deprem denir. Önceleri yoğun olan artçı sarsıntıların sayısı zaman içinde gittikçe azalır. Bu azalma depremin büyüklüğüne bağılı olarak haftalar, aylar ve bazen yıllar sürebilir.

Herhangi bir yerde oluşan depremi tanımlamak için oluş zamanını, odak noktasını, üst merkez yerini (episantır) ve büyüklüğünü bilmek gerekir. Sismograf denilen aletlerle kaydedilen deprem kayıtlarından ve dalga hızlarından yararlanarak bu parametreler bulunur. Depremi oluşturan ilk kırılmanın başladığı yere odak noktası, bu noktanın yeryüzüne çıktığı en yakın uzaklığa da odak derinliği denir. Üst merkez ise deprem odak noktasının yeryüzündeki izdüşümünün enlem ve boylam cinsinden koordinatıdır. Büyüklük (magnitüd) ise depremin ortaya çıkardığı toplam enerjiyi karakterize eden, aletsel ölçüm ve hesaplama sonucunda bulunan değerdir. Farklı sismik dalga verilerini ve belirli kriterleri kullanarak çeşitli deprem büyüklüğü hesaplama yöntem ve formülleri

geliştirilmiştir. Dolayısıyla bazen aynı deprem için birkaç farklı büyüklük değeri hesaplanabilmektedir.

Depremler odak derinliklerine göre sığ depremler (0 – 60 km), orta derinlikte depremler (60 – 300) ve derin depremler (300 – 700) olmak üzere 3'e ayrılır. Ülkemizde meydana gelen depremlerin çok büyük bir kısmı sığ depremdir. Depremler büyüklüklerine göre ise çok büyük depremler ($M \geq 8$), büyük depremler ($7,0 \leq M \leq 8,0$), orta büyüklükte depremler ($5,0 \leq M \leq 7,0$), küçük depremler ($3,0 \leq M \leq 5,0$), mikro depremler ($1,0 \leq M \leq 3,0$) ve küçük mikro depremler ($M < 1,0$) diye sınıflandırılır.

Toplumumuzda çok sık olarak büyüklükle karıştırılan şiddet ise, depremin insanlar, yapılar, çevre ve yeryüzü üzerindeki hasar etkilerinin gözlenmesi sonucu bulunan bir değerdir. İncelemeyi yapan kişinin deneyimine göre değişiklikler gösterebilir. Oysa büyüklük tamamen sismograf tarafından kaydedilen kayıtlar yardımıyla matematiksel olarak hesapla bulunur.

Görüldüğü gibi deprem aslında güneşin doğması, yağmurun yağması gibi doğa kaynaklı bir olaydır. Bunu afete dönüştüren bizler ve bizi yönetenlerin yanlış uygulamalarıdır.

**Ankara ve Çevresinde Gazi Üniversitesi Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi
(DEMAR) Tarafından Kurulan Kuvvetli Yer Hareketi Kayıt İstasyonlarında Zeminlerin
Karakterizasyonlarının Yapılması ve Yer Etkilerinin Belirlenmesi**

Dr. Mustafa K. Koçkar, Prof. Dr. Hüsnü Can, Gülçin Felek

*Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi, Gazi Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi, Maltepe, Ankara*

1. Giriş

Son yıllarda yurdumuzda ve dünyada meydana gelen depremler, önemli miktarda maddi zararlara ve can kayıplarına sebep olan önemli faktörlerden birinin yerel zemin koşulları ve karakteri (local site conditions) sebebiyle meydana gelen zemin hareketinden oluşan yer büyütmeleri olduğunu göstermiştir. Deprem esnasında, önemli büyütmeler yaratabilen yer yüzeyine yakın zeminlerdeki yerel zemin ve topoğrafik koşullar ile sismik yer hareketlerinin mekânsal değişkenliğinin, yerin salınım seviyesi ve zayıf zeminler üzerindeki tepkisi hakkında bilgi edinmede önemli bir rol oynadığını göstermiştir. Bu sebeplerle, yer büyütmelerine eğilimli alanlarda zeminlerin, bu tür yer hareketlerinin tanımlanması ve buna bağlı olarak karakterize edilmesi için nedenli önemli olduğunu göstermektedir. Bunun sonucu olarak yapılan gözlemler ve çalışma sonuçları göstermektedir ki yerel zemin etkilerinin (site effects) ölçümsel ve kuramsal verilere dayanılarak belirlenmesi, detaylı ve kapsamlı sismik tehlike değerlendirmelerinde ve bu sonuçların çözümünde en önemli yapı taşlarını oluşturmaktadır.

Sismik tehlike değerlendirmeleri için yapılacak analizlerde, sismik bir olayın geçmişini, episantr uzaklığını, azalım ilişkilerini, yeri ve kaynak çeşidini (fay veya arka plan ilişkisi-background information) ve bu yerin lokasyonu soruları göz önüne alınarak çözümler yapılır. Bu analizlerin sonucu olarak da meydana geldiği alandaki depremin oluşma olasılığı (magnitüd ve ivmesi) hakkında bir takım sonuçlara ulaşılır. Yukarıda belirtildiği gibi yerel zemin koşullarının sebebiyle meydana gelen yer hareketi

büyütmeleri sismik zararların artmasında önemli rolü olmasına rağmen, bu değerlendirmelerin yapılabilmesi için o bölgenin sismik aktivitesi ve kaynak zonu karakteristiği gibi bir takım faktörler de çok önemli belirleyici özelliklerdir ve depremlerin yapılar ve insanlar üzerinde doğrudan fiziksel etki yaratmasına sebep olurlar. Bu sebeple, bölgesel veya yerel olarak bir sismik tehlike analizinin yapılabilmesi için özellikle 3 temel adımın tam olarak belirlenmesi gerekir. Bu adımları:

- Deprem kaynağının ve bölgesel sismik aktivitenin belirlenmesi,
- Belirlenen kaynak ve bölge arasındaki deprem hareketi sonucu meydana gelen azalım ilişkilerinin hesaplanması, ve
- Yer hareketinin yerel zemin koşulları üzerinde yarattığı etkinin değerlendirilmesi olarak sayabiliriz (TC4, ISSMFE, 1999).

Bu temel karakterlerin bir arada ve belirli bir bölge için yorumlanması, yer hareketinin yerel zemin koşulları üzerinde yarattığı etkinin ölçümsel ve kuramsal verilere dayanılarak değerlendirilmesi için önemli bir kaynak teşkil etmekte ve bu sayede belirlenen bölge için sismik tehlike değerlendirmelerinin yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Kuzey Anadolu Fay Sistemi üzerinde yer alan Marmara ve çevresi gibi sık aralıklı ve yüksek magnitüdü sismik aktivitenin olduğu alanlarda, sismik tehlike değerlendirmelerin yapılabilmesi için derlenmiş tarihsel kayıtların bulunması ve geniş bir sismik kayıt ağı dizilimine sahip olması sebebiyle özellikle bu bölge için yapılacak çalışmalarda kullanılmak üzere kuvvetli yer hareketi aletsel veri kayıtları elde etmek nispeten mümkündür. Ancak neredeyse tamamına yakını aktif deprem kuşakları üzerinde bulunan ve tarihsel olarak da günümüze kadar pek çok sismik felakete maruz kalmış olan ülkemizin her yöresinde sorunun çözümüne uzun vadede ve bilimsel olarak yaklaşacak olan çalışmalara ihtiyaç vardır.

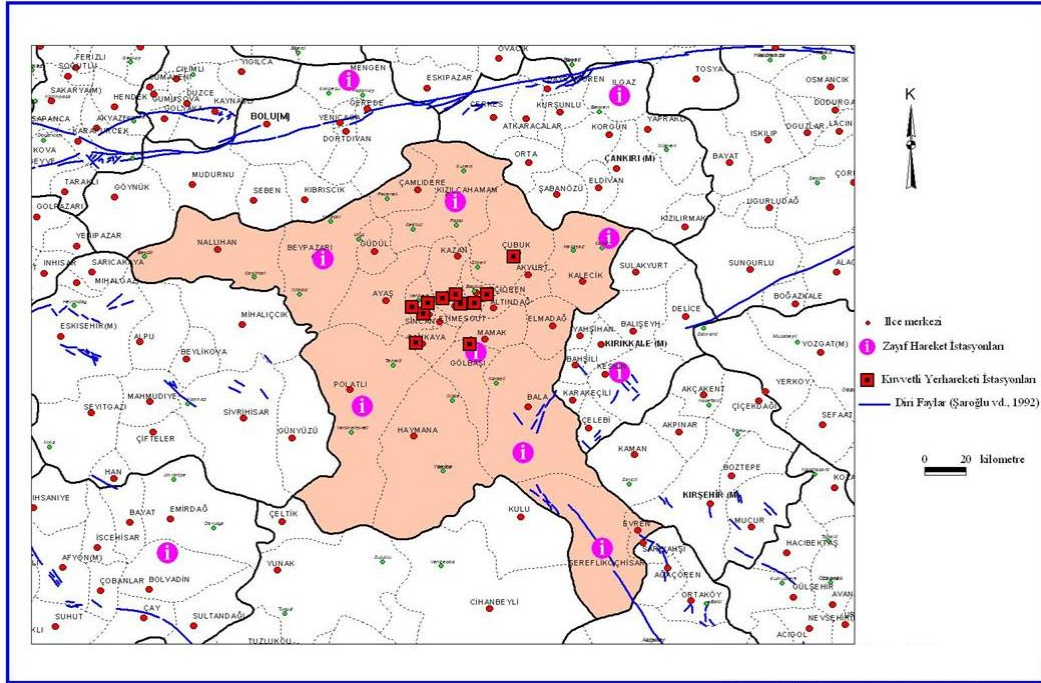
İç Anadolu Bölgesinde, Ankara ve çevresi gibi yüksek sismik aktivitenin tekrarlanma aralığının az olduğu ve sismik kayıt ağına buna bağlı olarak geniş aralıklı ve nispeten

az olduğu alanlarda, yüksek magnitüdü aletsel kayıt verilerinin ($M > 6$) yetersiz olması sebebiyle, bu bölge için yapılacak olan sismik tehlike tahminleri belirsiz ve buna bağılı olarak sismik kaynağın bölgeselleştirilmesini (seismic source regionalization) saptamak zordur. Ancak Ankara ve çevresi, tekrarlanma aralığı uzun ve/veya bölgesel alanda etrafını çevreleyen büyük Fay Sistemlerin (FS) ve Fay Zonları (FZ) üzerinde meydana gelebilecek büyük magnitlü deprem üretme potansiyeline ve sık aralıklı olarak Ankara kent merkezi yakın civarı da meydana gelebilecek orta büyüklükteki deprem üretme potansiyeline sahip Fay kaynaklarından etkilenebilek bir konumdadır. Bu kaynak zonları kuzeyinde Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS), doğusunda Kesikköprü, Seyfe FZ ve Salanda FZ, güneyinde Tuz Gölü FZ, kuzey doğusunda Kırıkkale-Sungurlu FZ ve güneybatısında Eskişehir FZ den oluşmaktadır. Ankara kent merkezi adı geçen bu faylara 80 - 100 km uzaklıktadır. Örneğin Ankara'yı ilçeleriyle beraber bir bütün olarak düşünecek olursak Çamlıdere ve Kızılcahamam gibi ilçelerinin KAFS'ne, Elmadağ ve Kalecik gibi ilçelerinin Kırıkkale-Sungurlu FZ'na, Evren ve Bala ilçelerinin Kesikköprü FZ'na, Şereflikoçhisar ve Haymana gibi ilçelerinin de Tuz Gölü FZ'na çok yakın (yaklaşık 20 – 40 km uzaklıkta) olduğunu söyleyebiliriz (Koçyiğit, 2008). Adı geçen bu faylar büyük ölçekli yıkıcı depremler ($M > 6.0$) üretme kapasitesine sahiptir ve Ankara için önemli bir tehlike kaynağıdır. Bu fay sistemleri üzerinde gerçekleşmiş olan büyük depremlere örnek olarak KAFS üzerinde 26 Kasım 1943 Kastamonu depremi ($M_L = 7.3$), 1 Şubat 1944 Gerede depremi ($M_L = 7.3$) ve 13 Ağustos 1951 Çankırı depremi ($M_L = 6.9$) ve Seyfe FZ üzerinde 19 Mart 1938 Taşkovan-Akpınar depremi ($M_L = 6.6$; KOERİ) sayılabilir. Bu faylara ilave olarak, Ankara kent merkezi yakın civarı da dahil olmak üzere, il sınırları içinde bir çok aktif fay bulunmaktadır. Ancak uzunlukları kısa olan bu faylar yukarıda sayılan faylara göre daha küçük orta büyüklükte ($5 < M < 6$) fakat hasara neden olabilecek büyüklükte deprem üretme potansiyeline sahiptir. Bu depremlere yakın geçmişte olan 06.06.2000 Orta ($M_w = 5.9$ ve 2 artçı şoku $M_w = 5.2$ ve 5.0), 30.12.2004 Çubuk ($M_L = 4.6$), 31.07.2005-09.08.2005 Bala seri ($M_L = 5.3, 4.8$ ve 4.6), 20.12.2007-27.12.2007 Bala seri ($M_w = 5.7, 5.6, 5.2$ ve 4.2) depremleri (AFAD-DD) ile son olarak 15.03.2008 Bala depremini ($M_w = 5.2$; GAZİ-DEMAR) örnek olarak verebiliriz.

Yapılan bilimsel çalışmalar göstermektedir ki, meydana gelen depremler önemli miktarda zararların ve hayat kayıplarının yerel zemin koşullarının etkisi ile doğrudan ilişkilidir. Hasar ve hayat kayıplarına katkı yapan diğer potansiyel etkenler olsa da, yerel saha koşullarından dolayı oluşan yer hareketi büyütme sismik hasarın artmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ankara, büyük fay sistemlerine nispeten uzak olduğu düşünülse de, deprem tehlikesi açısından yukarıda belirtildiği üzere güvenli olarak kabul edilmemesi gerektiği düşünülmektedir. Kuvvetli yer hareketlerinin sonrasında meydana gelen kayda değer zemin büyütme etkilerine sebep olan yerel saha koşullarının etkisi geoteknik deprem mühendisliği çalışmalarında önemli bir yer tutmaktadır. Bu sebeple, her ne kadar büyük fay sistemlerine nispeten uzak bir noktada yer almasına karşın Ankara ve civarındaki pekişmemiş zayıf sediman istiflerinin deprem esnasında nasıl bir davranış göstereceklerinin mutlaka incelenmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu nedenle deprem kaynaklı hasarların oluşmasına önemli katkısı olduğu düşünülen yerel zemin koşullarının etkisi mutlaka araştırılmalıdır. Bu sebeple Ankara ve çevresi için yapılacak deprem tehlike ve risk değerlendirmelerinde bu fay sistemleri ve zonları ciddi şekilde göz önünde bulundurulmalı ve sismik aktiviteleri detaylı olarak incelenmelidir.

Yukarıda bahsedilen bilgiler ve motivasyon göz önünde bulundurulduğunda, Ankara ve çevresinin daha fazla kuvvetli ve zayıf yer hareketi kaydı ile takip edilmesi düşüncesinden yola çıkılarak, Ankara kenti ve yakın civarına deprem nedeniyle oluşacak yer hareketlerinin ve yer ivmelerinin ölçülmesi ve farklı alanlardaki zeminlerin deprem esnasındaki dinamik davranışlarının belirlenmesi amacıyla 2007 yılında Gazi Üniversitesi Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi (DEMAR) tarafından BAP-00/2007-01 Nolu projesi kapsamında zayıf ve kuvvetli yer hareketi kayıt istasyonları kurularak elde edilen verilerin değerlendirilmesi çalışmalarına başlanmıştır (Pampal ve diğ., 2007). Bu amaçla 11 adet zayıf (Gölbaşı, Kızılcahamam, Polatlı, Kargın-Kalecik, Beypazarı, Bala, Keskin, Ilgaz, Mengen, Şereflikoçhisar ve Bolvadin) ve 10 adet kuvvetli yer hareketi istasyonun (Gölbaşı, Eryaman, Eski Beşevler-Maltepe, Kolej, Çankaya, Ümitköy, Çubuk, Yenimahalle, Batıkent ve Sincan) kurumu tamamlanarak, veri işleme ve değerlendirmeleri günümüze kadar yapılmaktadır (Şekil 1). Bu sayede zayıf yer hareketi

istasyonlarından elde edilecek verilerle Ankara ve civarında olabilecek muhtemel bir depremin yeri, büyüklüğü, derinliği ve odak mekanizması çözümü vb. sismolojik deprem parametrelerinin belirlenerek Ankara ve yakın civarının deprenselliği detaylı bir şekilde incelenmektedir. Ayrıca kuvvetli yer hareketi istasyonlarından elde edilen verilerle mühendislik sismolojisi açısından bölgede meydana gelen yer hareketlerin karakteristik davranışlarının ve yer ivmelerinin belirlenmesi ile istasyonların bulunduğu alanlardaki farklı zeminlerdeki dinamik zemin davranışları ve yer etkilerinin belirlenmesi çalışmaları yapılmaktadır. Ayrıca farklı zeminlerde ölçümlenen ve binaya etkileyen deprem kuvvetlerinin belirlenmesi sayesinde depremlere karşı dayanıklı yapı tasarımlarının geliştirilmesine olanak sağlayacak dinamik deprem parametreleri hakkında değerli bilgiler sağlanacaktır. Yapılan bu çalışmaların bölge için yapılacak olan deprem mühendisliği çalışmaları için önemli bir yapı taşı olacağı düşünülmektedir.



Şekil 1. Araştırma Merkezimiz tarafından Ankara ve yakın civarında kurulan kuvvetli ve zayıf yer hareketi kayıt istasyonlarının yerleri (GAZİ-DEMAR).

Çalışmanın giriş kısmında da belirtildiği üzere, yer hareketlerinden kaynaklanan sismik hasarın dağılımları genellikle yerel zemin koşullarındaki mekânsal farklılıklar ile yakından

ilişkilidir. Sismik hasarlar, genellikle anakayaya yakın olan sediman lokasyonlarından ziyade kalın pekişmemiş sediman çökellerinin olduğu yerlerde daha büyüktür ve bu nedenle yerel zemin koşullarının karakterize edilmesi yer hareketinden kaynaklanan tehlike değerlendirmelerinin önemli bir parçası haline gelmiştir (Koçkar ve diğ., 2010). Bu sebeplerle Araştırma Merkezimiz tarafından bu zamana kadar Ankara ve çevresinde kurulan kuvvetli yer hareketi kayıt istasyonları, yukarıda belirtilen farklı alanlardaki zemin davranışların belirlenmesi prensibinden yola çıkarak yerleştirilmiştir. Buna göre Sincan, Kolej, Çubuk ve Eski Beşevler-Maltepe istasyonlarını zayıf Quaterner yaşlı alüvyon ve taraça zeminler üzerine; Eryaman-Güzelkent, Yenimahalle, Batıkent ve Ümitköy istasyonlarını nispeten daha sağlam Geç Pliyosen-Pleyistosen yaşlı Ankara kili olarak da adlandırılan zeminler üzerine; Gölbaşı ve Çankaya istasyonlarını ise kaya zeminler üzerine yerleştirmiştir.

Yer hareketi büyütmelerindeki mekânsal dağılımların belirlenmesinde, sismik saha koşullarının ve ayrıca hem genlik (amplitude) hem de frekansa bağlı saha büyütmelerinin niceliksel olarak belirlenmesinde sistematik yaklaşımlar geliştirilebilir (Wald ve Allen, 2007). Bu zamana kadar yapılan çalışmalar, yer sarsıntı hareketinin büyüklüğü ve frekansının belirlenmesinde sediman birimlerinde sıklığının tanımlanması için kayma dalgası hızının önemli bir parametre olduğunu ve bu nedenle saha tepkisi (site response) hesaplamaları için yerel sediman koşullarını niceliksel olarak karakterize etmek üzere kullanılabileceğini göstermiştir (Park ve Elrick 1998; Wills ve diğ., 2000; ve Holzer ve diğ., 2005). Yerel saha koşullarına dair bu değerlendirmeler standartlaştırılmış ve sismik tasarım hükümlerine yansıtılmıştır. IBC 2006 Uluslararası tasarım kodunu (International Code Council; ICC, 2006) buna örnek olarak verebiliriz. IBC 2006'a göre sismik sediman karakteristiklerinin belirlenmesi için tek parametre olarak zeminlerin ilk 30 m derinlikteki ortalama kayma dalgası hızı (V_{s30}), kullanan saha sınıflandırma sistemleri için benimsemektedir (Borcherdt, 2002 ve Dobry ve diğ., 2000). Buna alternatif olarak, bazı saha sınıflandırması sistemlerinde ise zemin profillerini sınıflandırmak için kayma dalgası hızı verisinin yanı sıra yüzey stratigrafi bilgisi de kullanılmaktadır. Buna örnek ise Türk Tasarım Kodudur (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar

hakkında Yönetmelik, 1998). Kuvvetli yer hareket istasyonlarında kayma dalgası hız profillerinin karakterize edilmesi ve bu zemin koşullarının kaydedilen deprem kayıtlarına olan etkisinin belirlenmesi, yer etkilerinin (site effect) değerlendirilmesi için büyük önem teşkil etmektedir. Çünkü deprem esnasında, zemin koşulları yer sarsıntısından önemli miktarda etkilenebilir (Idriss, 1991). Zeminin rijitliği (shear stiffness) ve zeminin derinliği yer sarsıntısının şiddetini, frekans içeriğini (frequency content) ve süresini (duration) değiştirmekte, bu da yapıya etkiyen kuvveti ve deprem sarsıntısı sonucu oluşan zararı etkilemektedir (Rathje ve diğ., 2003). Bir başka deyişle sismik yer tepkisi ve yer hareketi büyütmeleri zeminin rijitliliği ve zeminin derinliğinin birleştirilmiş etkisinden önemli ölçülerde etkilenir. Bu sebeple, hangi tür zeminlerin yer sarsıntısı karakteristiğini nasıl ve ne ölçüde değiştirdiğinin sayısal olarak anlaşılabilmesi için yapılacak olan zeminlerin sınıflandırması çalışmaları için çok önemlidir.

2. Kuvvetli Yer hareketi İstasyonlarının Zemin Karakterizasyonu Çalışmaları

Yapılan bu çalışmada, Rayleigh (Rayleigh-type) yüzey dalgaları kullanılarak tahribatsız sismik test yöntemleri kullanılarak kuvvetli yer hareketi istasyonlarında yerinde kayma dalgası hızı karakterizasyon çalışmaları yapılmıştır. Karşılaştırılabilir sonuçlar sağlayan aktif Yüzey Dalgalarının Çok Kanallı Analizi (MASW) ve pasif Titreşimcik Dizi Yöntemi (MAM) gibi yüzey dalgası yöntemleri kullanılmıştır. Bu iki yöntem daha sonra bir araya getirilerek birlikte sentezlenmiş, istasyonlarda birleştirilmiş kayma dalgası hız profilleri elde edilmiştir (Can ve diğ., 2013). Bu çalışmada elde edilen kayma dalgası hız profillerine ait sonuçlar, kuvvetli yer hareketi istasyonlarının zemin sınıflandırmalarının yapılması daha sonra kullanılmıştır.

2.1. Sismik Test Yöntemi

Gazi-DEPAR kuvvetli yer hareketi istasyonlarında tabakalı bir ortamda Rayleigh-tipi yüzey dalgalarının dağılgan doğasına (dispersive nature) dayanılarak yapılan tahribatsız test yöntemleri kullanılarak kayma dalgası hızı profilleri karakterize edilmiştir. Bu çalışmada

aktif ve pasif yöntem olarak sırasıyla Yüzey Dalgalarının Çok Kanallı Analizi (MASW) ve ölçülen titreşimcilerin analizinin mekansal oto-korelasyon (SPAC) dönüşümüne dayanan (MAM) yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemler birbirine uyumlu sonuçlar vermektedir. Bu yöntemler birlikte kullanılarak kuvvetli yer hareketi istasyonlarının civarındaki yeraltı tabakalarının kayma dalgası hızı profilleri elde edilmiştir. MASW yöntemi ile sığ derinliklerde yüksek çözünürlüğün korunmasını sağlarken kayma dalgası hızı ölçümlerinin daha derinlere inmesini sağlamak amacıyla kullanılan MAM yöntemi ile aktif ve pasif yüzey dalgası yöntemleri bir arada kullanılmıştır.

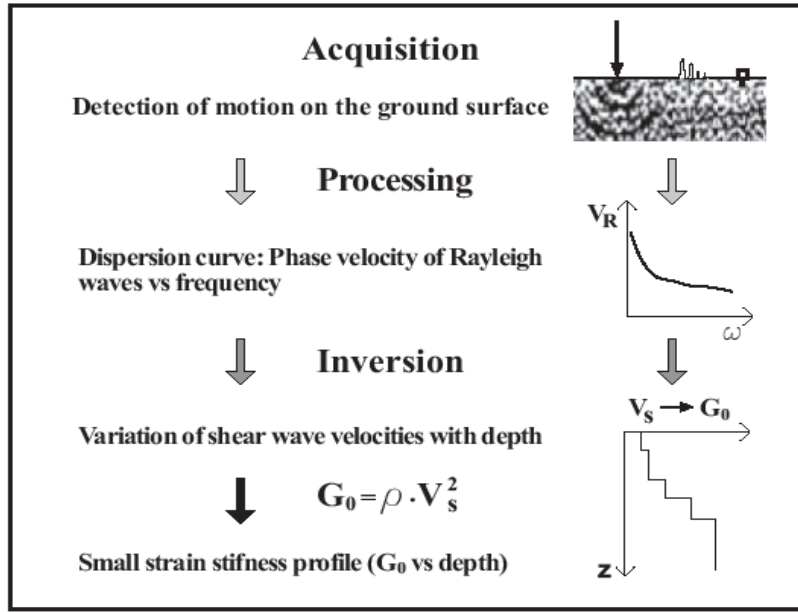
Yüzey dalgaları, aktif ve pasif kaynaklar olmak üzere iki şekilde üretilir. Aktif kaynak, sismik enerjinin jeofon serimine göre belirli bir konumda üretildiği ve kaynak enerji yere uygulandığında kaydın başladığı anlamına gelmektedir. Yüzey Dalgasının Çok Kanallı Analizi (MASW) (Park, 1999) ve Yüzey Dalgasının Spektral Analizi (SASW) (Nazarian, 1984; Stokoe ve diğ., 1994) yöntemleri, aktif kaynaklı yüzey dalgası yöntemleri olarak sınıflandırılmıştır. Bu durum, Titreşimcik Dizi Yöntemi (MAM) (Okada, 2003; Hayashi, 2008) veya Kırılma Titreşimcik (ReMi; Louie, 2001) yöntemleri olarak da bilinen pasif yüzey dalgası tekniklerinden farklıdır. Bu pasif yöntemlerde herhangi bir zaman kırılması mevcut değildir ve jeofon serimine göre çeşitli ve genellikle konumları bilinmeyen doğal olaylarla (rüzgar, dalga hareketi) ve/veya yapay kaynaklarla (toplumsal gürültü, yani trafik, makina vb.) üretilen ortam enerjisinin hareketi kaydedilir (Hayashi, 2008). Kaynak tipi, jeofon tipi ve sayısı gibi ekipman seçimi ve jeofon aralığı, serim uzunluğu ve ofset mesafesi gibi test düzeneği seçimi, testin kapsamı ve kullanılacak yöntemle yakından ilişkilidir. Çünkü yöntemlerin farklı frekans aralığı yaklaşımları vardır. Bu çalışmada sismik tasarım kodların saha koşullarını karakterize etme prensiplerine istinaden temelde 30 m'den daha fazla derinliklerle ilgilenilmektedir. Dolayısıyla ekipman ve düzenek seçimleri bu doğrultuda yapılmıştır.

Yüzey dalgası yöntemleri yeraltı kayma dalgası hızı profillerini elde etmek için, Rayleigh dalgalarının tabakalı bir ortamdaki dağılgan doğasına (dispersive nature) dayanmaktadır. Yüzey dalgası tiplerinden birisi olan Rayleigh dalgası toprak-hava veya toprak-su ara

yüzeyi gibi serbest yüzeyler boyunca ilerler. Göreceli olarak düşük hızlı, düşük frekanslı ve yüksek genlikli olması Rayleigh dalgalarının karakteristik özellikleridir. Rayleigh dalgaları yüzey dalgalarının düşey bileşeni olan P ve radyal bileşeni olan SV dalgasının karışmasının bir sonucudur. Temel mod Rayleigh dalgalarının soldan sağa hareket eden homojen bir ortamdaki parçacık hareketi, serbest yüzey boyunca saat yönünün tersine olacak şekilde eliptik bir şekildedir. Bu dalga hareketinin genliği, derinlikle orantılı olarak üssel olarak azalır. Başka bir deyişle, derinlik dalga boyunun bir fonksiyonudur (Park ve diğ., 1999).Yüzey dalgaları yeterli derinliğe ulaştığında düzlemsel olur. Hareket dalga yayılımı ile tutarlı olarak düşey bir düzlemde kısıtlanmıştır (Telford, ve diğ., 1976 ve Xia, ve diğ., 2004).

Yüzey dalgalarının faz hızları frekansa bağlıdır ve bu özelliğe saçılma (dispersiyon) denir. Yani düşey hız varyasyonu varsayımına göre, bir yüzey dalgasının her bir frekans bileşeni, her bir frekans bileşeninde farklı bir ilerleme (propagation) hızı vardır. Böylelikle, her bir ilerleme frekansının farklı bir dalga boyu olur (Park ve diğ., 1999). Yeraltı tabakaları yüzey dalgası hızları oluşturulmuş dispersiyon eğrileri kullanılarak geriye dönük olarak (back calculated) hesaplanabilir. Farklı ölçeklere karşın, yüzey dalgası yöntemleri aynı prensiplere dayanmaktadır. Bunlar geometrik saçılmalardır. Böylelikle Rayleigh dalga hızının ilerlemesi heterojen bir ortamda frekansa düşey olarak bağlıdır. Uzun dalgaboylu ve düşük frekanslı Rayleigh dalgaları daha derin katmanlara doğru ilerler ve bunların hızları derinlerdeki malzeme özelliklerinden etkilenir. Ancak kısa dalgaboylu ve yüksek frekanslı Rayleigh dalgaları ise yüzeye yakın sığ derinliklere ilerler ve bunlar sığ tabakaların malzeme özellikleri ile ilgili bilgiler içerirler. Yüzey dalgası yöntemleri malzemeleri geniş bir derinlik aralığında karakterize etmek için bu özelliği kullanır (Foti, 2005). Yöntemler arasındaki temel farklar (örneğin, deneysel verinin alınması sırasında ilgilenilen frekans aralığı ve mekasal örnekleme farklılıkları) olsa da, yüzey dalgası yöntemlerinin analiz işleminin tamamı Rayleigh dalgasının tabakalı ortamdaki dispersiyon özelliğine dayanmasından dolayı aynı üç adıma dayanmaktadır (Foti, 2005). Bu adımlar: 1) Deneysel verinin alınması, yani sismik dalgaların mekanik sensörlerle saptanması ve kaydedilmesi, 2) Deneysel dağılım eğrisini oluşturmak için sinyal işlemesi,

ve 3) 1-B kayma dalgası hız profilinin elde edilmesi için hesaplanmış olan dağılım eğrisinin ters çevrimi (inversion) (Jin ve diğ., 2006). Bu işlemler Şekil 2'de akış şeması olarak verilmiştir. Dispersiyon ilişkisinin oluşturulması doğru kayma dalgası hız profilinin hesaplanması için kritik bir adımdır. Dispersiyon ilişkisinin saflığı, spesifikliği ve doğruluğu ters çevrilmiş kayma dalgası hızı profilinin doğruluğunu etkileyen önemli özelliklerdendir (Jin ve diğ., 2006).



Şekil 2. Yüzey dalgası yöntemlerinde genel işlem akışı (Foti, 2005).

Ankara ve çevresindeki farklı litolojilerin sismik tepkilerinin belirlenmesi için 10 farklı kuvvetli yer hareketi istasyonunda toplam 22 yüzey dalgası ölçümü yapılmıştır. Yerinde alınan ölçümler hem pasif (MAM) hem de aktif (MASW) yüzey dalgası yöntemleri ile alınmıştır. Ölçümlerin tamamı genel olarak 12 adet 4.5 Hz'lik doğal frekanslı düşey jeofonların doğrusal dizilmesi ile MASW için 1.5 m ve MAM için 10 m jeofon açıklığı kullanılarak alınmıştır. Çivili jeofonlar serim kablosu aracılığıyla sismografa bağlanmıştır ve yüzey dalgası ölçümlerinin tamamı 12 kanallı GEODE sismograf ile alınmıştır.

Kuvvetli yer hareketi istasyonlarındaki zeminlerin sismik karakterizasyon çalışmalarına temel oluşturacak aktif yüzey dalgası deneylerinde (MASW) kullanılmak üzere zeminlerin

özelliklerine göre gerekli ekipman ve donanıma uygun olarak 26.5 kg'lık bir ağırlık düşürme düzeneğini tasarımı yapılarak arazi çalışmalarında enerji kaynağı olarak kullanılmıştır. Bu kaynak Gazi Üniversitesi DEMAR tarafından geliştirilmiştir. Amacı 30 m ve daha fazla derinliklere kadar MASW ölçümleri için yeterli enerjiyi ve uygun frekansı üretmektir (Can ve diğ., 2013). Şekil 3'te tasarlanan enerji kaynağı düzeneğinin bazı ünitelerinin genel görünümü ve Şekil 4'te de enerji kaynağı olarak kullanılan ağırlık düşürme düzeneğinin arazi deneyleri sırasında çekilen resimleri görülmektedir. Kaynağın mobil olması, kolaylıkla kurulması ve şehir içinde arazi deneylerinin güvenli bir şekilde yapılabilmesi için tasarlanmıştır. Kamyonetin arkasına monte edilebilen enerji kaynağı ekipmanı gücünü aküden alan bir elektrik motoru ile çalıştırılmaktadır. Yay yüklemesi ile ani bir ivmeli hareket oluşturacak şekilde mekanik olarak tetiklenir ve kuvvet ölçüm sistemi aracılığıyla 100 kgf ile 1000 kgf aralığında kuvvetler uygulayabilir. Çalışmalarda, enerji kaynağı test seriminin her iki ucunda da kullanılmış ve 5, 10, 15 m ileri ve 5 m geri ofset aralığı mesafeleri kullanılarak yanal homojenliğin korunması sağlanmaya çalışılmıştır. Oluşturulan yüzey dalgalarını kaydetmek için 1 ms örnekleme aralığı ile 2 saniye kayıt uzunluğu seçilmiştir. Ters çevrim aşamasında bir girdi parametresi olarak kullanmak üzere deneysel dispersiyon eğrisini elde etmek için faz kayması dönüşüm yöntemi (phase shift transformation method) kullanılmıştır.

Pasif yüzey dalgası deneylerinde ise her ölçüm için de standart olarak 10 dakikalık optimum ölçüm uzunluğu kullanılmıştır (Louie, 2001; Pullammanappallil ve diğ., 2003; Hayashi, 2008). MAM deneyinde, örnekleme aralığı 2 ms olarak seçilmiştir. Dispersiyon eğrilerini oluşturmak için SPAC (Mekansal Otokorelasyon) analiz dönüşümü (Okada, 2003) kullanılmıştır. Faz hızı eğrilerine doğrusal olmayan en küçük kareler yöntemi kullanılarak bir-boyutlu ters çevrim uygulanmıştır ve 30 m'den daha derine kadar bir boyutlu bir S-dalgası hız yapısı elde edilmiştir. Bu adımda ilk olarak oluşturulan faz hızı - frekans grafikleri (dağılım eğrisi), veri noktalarının kalitesinin göreceli göstergesi olan sinyal-gürültü oranı (S/N) eğrileri temel alınarak kontrol edilmiştir.



Elektrik motoru ünitesi



Otomatik tetikleme ve ağırlık kaldırma ve indirme sistemi



Ağırlık düşürme ve ivmeli hareketi sağlayan yay ünitesi

Şekil 3. Tasarlanan enerji kaynağı düzeneğinin bazı ünitelerinin genel görünümü.

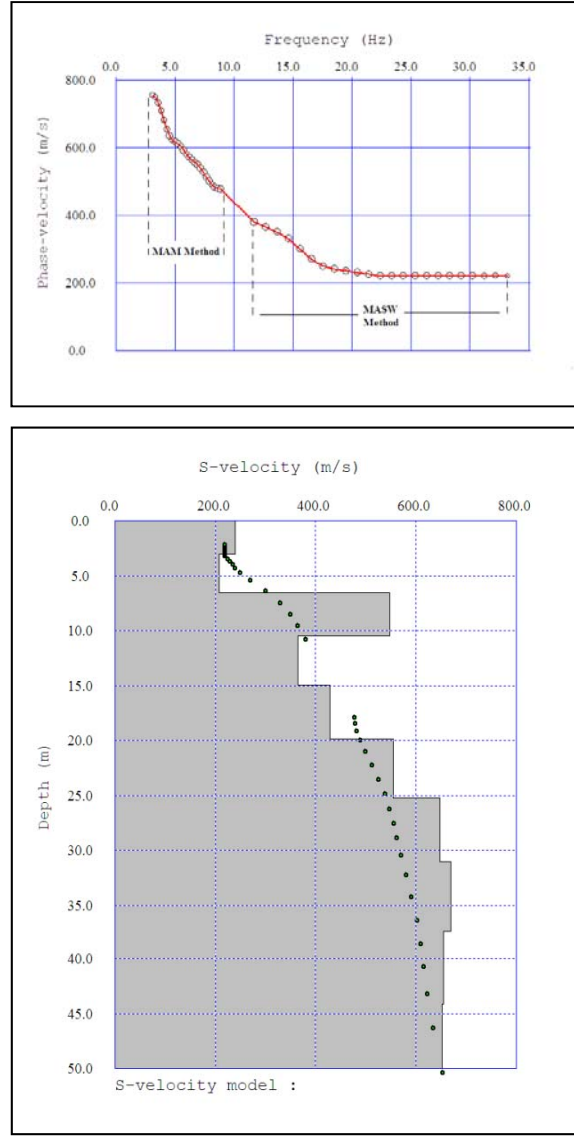


Şekil 4. MASW arazi deneyleri sırasında enerji kaynağı olarak kullanılan ağırlık düşürme düzeneğinin resimleri.

Alan genelinde kör yön (blind way) tekniği kullanılmıştır. Bunun ana amacı incelenen istasyonun ortalama kayma dalgası hızı (V_{s30}) sonuçlarının çıkarılmasıdır. Bu nedenle, en az 30 m derinliğe kadar tabakaları ölçümlemek için uygun jeofon tipi, jeofon mesafesi ve ofset uzunluğu belirlenmiştir. Bu sayede farklı kaynaklara sahip iki yüzey dalgası ölçüm yönteminin sonuçları karşılaştırılabilmiştir. Dispersiyon eğrileri dispersiyon verisine uydurulmuş ve zeminlerin sınıflandırılmasında kullanılmak üzere kayma dalgası profilleri oluşturulmuştur (Şekil 5). Aktif ve pasif yüzey dalgası yöntemlerinin birleştirilmesi ile elde edilen bu profiller kuvvetli yer hareketi istasyonları civarındaki yanıl değışkenliğe dair sonuçlar vermektedir. Aktif MASW ve pasif MAM yüzey dalgası ölçümlerinden elde edilen dispersiyon eğrileri ve bunlara tekabül eden kayma dalgası hız profili için Gazi-DEMAR Eryaman Güzelkent kuvvetli yer istasyonunda gerçekleştirilen örnek bir çalışma Şekil 5'te verilmiştir. Bu şekilde aktif ve pasif yüzey dalgası yöntemleri ile alınan dispersiyon eğrileri arasındaki uyum açıkça görölmektedir.

2.2. Kuvvetli yer hareketi istasyonlarında yapılan zemin sınıflandırması çalışmaları

Araştırma merkezimize ait kuvvetli yer hareketi istasyonları için aktif ve pasif yüzey dalgası yöntemlerinin bir arada kullanılması ile bütünleştirilmiş kayma dalgası hız profilleri çıkarılmış ve buna bağılı kayıt istasyonlarındaki 30 m derinliğe kadar olan zemin profilleri karakterize edilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, kayıt istasyonların bulunduğı zeminler üzerinde yapılan bu karakterizasyon çalışmalarında, IBC 2006 tasarım kodu (International Code Council, ICC 2006) ve Türk Tasarım Kodu (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar hakkında Yönetmelik, 1998) gibi tasarım kodları ve bunlara ait zemin sınıflandırma sistemleri kullanılarak farklı bakış açılarından zemin karakterlerinin yorumlanması yapılmıştır (örneğin, zeminin 30 m derinliğe kadar olan hız verileri, üst zemin tabakası kalınlığı, vb.). Bu sayede Ankara'nın civarındaki kuvvetli yer hareketi istasyonlardaki yerel zemin koşullarının farklı yöntemlerle değerlendirilerek zemin sınıflarının güvenilir bir şekilde belirlenmesi sağlanmıştır.



Şekil 5. Gazi-DEMAR, Eryaman-Güzelkent kuvvetli yer hareketi istasyonunda gerçekleştirilen aktif ve pasif yüzey dalgası ölçümlerinden elde edilen dispersiyon eğrileri (MASW ve MAM) ile bu çalışmaların sonucunda oluşturulan kayma dalgası hız profili.

IBC 2006 tarafından belirtilen saha sınıfları, V_{s30} verisine dağılı olarak zemin profillerini yumuşak zeminden sert kayaya kadar beş ana kategoriye ayırır (Tablo 1). Bu tasarım yöntemine göre hazırlanan zemin sınıfı kategorileri daha önceden de belirtildiği üzere genel ve bütünüleyici bir tanımlama kriterleri kullanarak zemin katmanlarının sadece ilk 30 m'lik derinliğine ait niceliksel ortalama hız değerlerinin alındığı zemin sınıflandırma

sistemlerinden oluşmaktadır. Bu yönetmeliğe göre 30 m'lik kayma dalgası hızı (V_{s30} , m/s) sonuçlarının ortalama değerleri karşılaştırmalı olarak zemin sınıflarını oluşturmaktadır. Buna göre IBC-2006'a göre zemin sınıfları A, B, C, D, E ve F (F sınıfı araziye özel sınıflandırma koşullarını gerektirir) olarak belirlenmiştir. Türk Tasarım Kodu zemin sınıflama sistemi kayma dalgası verisi ile birlikte yüzey tabaka bilgilerinin (stratigrafi) değerlendirilmesine dayanan bir zemin sınıflama sistemine sahiptir. Bu koda göre yapılan zemin sınıflandırması çalışmalarında, yerel zemin koşullarının belirlenmesi için esas alınacak zemin grupları, zemin tanımı gruplarının kayma dalgası hızları (m/s) gibi niceliksel ölçüm sonuçlarına bağlı ve karşılaştırmalı olarak A, B, C, D gruplarına ayrılmıştır (Tablo 2). Yerel zemin sınıfları ise, zemin gruplarına bağlı olarak en üst zemin tabakasına göre (h_1) belirlenmektedir. Yüzey tabakası kayma dalgası hızına dayanarak bir zemin sınıfına atanır (Tablo 2a) ve ardından zemin grubu ve en üst tabakanın kalınlığına bağlı olarak zemin sınıfı belirlenir (Tablo 2b).

Zeminlerin karakterize edilmesi için yerin ilk 30 m'lik derinliği esas alınarak elde edilen ortalama kayma dalgası hızı (V_{s30}) ölçümleri, bu konuda yapılan sınıflandırma çalışmalara bir biçimlilik ve standart getirerek avantaj sağladığı düşünülebilir. Ancak bu derinlik içerisinde yer alan farklı kayma dalgasına sahip birimlerin bir arada niceliksel olarak değerlendirilmesi, zemin sınıflandırma çalışmalarında karşılaşılan zorlukları beraberinde getirir. Türk Tasarım Kodu sınıflandırma sisteminde ise zemin derinliğine dair bir ölçüt kullanmasından dolayı belirli bir avantaja sahip olarak kabul edilse de, sadece yüzey tabakasının özellikleri ve derinliğini göz önünde bulundurur. Dolayısıyla, en üst zemin tabakasının altında yer alan daha derin zeminleri göz ardı eder. Her iki yöntemde de bahsedilen bu zorluklar sebebiyle uluslararası literatürde bu çalışmalar dışında başka parametreleri de içerisinde barındıran (zemin hakim titreşim periyodu, zeminlerin litholojik özellikleri, PI kıvamlılık indeksi içeriği, vb.) değişik tasarım kodları (Eurocode 8, European Standard Norme, 2012) ve konu ile ilgili bilimsel çalışmalarda bahsedilen farklı zemin sınıflandırma sistemleri mevcuttur (GM, Geomatrix, 1993; Seed ve diğ., 1997; BRM Sınıflandırma Sistemi, Rodriguez-Marek ve diğ., 2001, vb.). Ancak bu çalışmalar genel anlamda yapılan zemin sınıflandırması çalışmaları için çok detaylıdır ve istasyonlar

için yapılan çalışmaların standardize edilmesi açısından daha farklı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Sonuç olarak, ulusal ve uluslararası ölçekte kabul gören genel biçimlilik ve standarda sahip olan bu iki tasarım kodununa ait zemin sınıflandırma sistemlerinin birlikte değerlendirilmesinin, konu ile ilgili olarak yer hareketi kayıtları ile bundan sonra yapılması planlanan çalışmalar için uygun olacağı düşünülmektedir.

Tablo 1. IBC Zemin sınıfının tanımlanmasında kullanılan zemin profilinin 30 m'si için ortalama kayma dalgası hızı (International Code Council, ICC, 2006)

Zemin Sınıfı	Zemin Profili Tanımı	Ortalama Özellikleri üst 30 m için
		Zemin kayma dalgası hızı, $V_s(30)$, (m/s)
A	Sert Kaya	$V_s(30) > 1,500$
B	Kaya	$7,600 < V_s(30) \leq 1,500$
C	Çok sıkı zemin ve yumuşak kaya	$360 < V_s(30) \leq 760$
D	Sert Zemin	$180 \leq V_s(30) \leq 360$
E	Yumuşak zemin	$V_s(30) < 180$

Table 2(a). Türk Tasarım Kodu, Zemin Grupları

Zemin Grubu	Zemin Grubu Tanımı	Kayma Dalgası Hızı (m/s)
(A)	1. Masif volkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar....	> 1000
	2. Çok sıkı kum, çakıl	> 700
	3. Sert kil ve siltli kil	> 700
(B)	1. Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar	700-1000
	2. Sıkı kum, çakıl	400-700
	3. Çok katı kil ve siltli kil....	300-700
(C)	1. Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar	400-700
	2. Orta sıkı kum, çakıl	200-400
	3. Katı kil ve siltli kil	200-300
(D)	1. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları	< 200
	2. Gevşek kum	< 200
	3. Yumuşak kil, siltli kil	< 200

Table 2(b). Türk Tasarım Kodu, Yerel Zemin Sınıfları

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

3. Sonuçlar

Her iki tasarım koduna göre yapılan zemin sınıflandırılması çalışmalarının sonucunda Araştırma Merkezimize ait kuvvetli yer hareketi istasyonları için IBC 2006 ve Türk Tasarım Koduna ait zemin sınıflandırılması sonuçları ile V_{s30} ve yüzey jeolojisi bilgileri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. IBC 2006 ve Türk Tasarım Koduna ait zemin sınıflandırılması sonuçları ile V_{s30} ve yüzey jeolojisi bilgileri.

İstasyon Yerleri	Yüzey* Jelozisi	V_{s30} (m/s)	IBC-2006	Türk Tasarım Kodu
Gölbaşı-Gazi	1	528	S_C Sınıfı	B-Z2
Eryaman-Güzelkent	3	255	S_D Sınıfı	D-Z3
Maltepe-Eski Beşevler-Gazi	3	195	S_D Sınıfı	D-Z4
Çankaya	1	728	S_C Sınıfı	B-Z2
Ümitköy	2	300	S_D Sınıfı	C-Z3
Batıkent	2	341	S_D Sınıfı	C-Z3
Yenimahalle	2	313	S_D Sınıfı	C-Z3
Kolej-Çankaya Bel.	3	351	S_D Sınıfı	D-Z3
Sincan	3	213	S_D Sınıfı	D-Z4
Çubuk-Gazi	3	218	S_D Sınıfı	D-Z4

*1- Miyosen Öncesi-Üst Miyosen'den Alt Pliyoseneye yaşlı temel kayaları; 2- Üst Pliyosenden Pleistoseneye kadar yaş aralığındaki akarsu çökelleri (Plio-Pleistosen akarsu), 3- Kuvaterner teras ve alüvyon çökelleri (Akyürek ve diğ., 1997 and Erol ve diğ., 1980).

Bu zamana kadar yapılan bilimsel çalışmalar göstermektedir ki, sismik yer tepkisi (site response) aynı zamanda zemin derinliğinin bir fonksiyonudur (Seed ve diğ., 1972). Bu

nedenle, zemin derinliklerinin ihmal edilmesi, yer hareketi tahminlerinde (ground motion prediction) beklenmedik seviyelerde belirsizlikler yaratabilir (Rodriguez-Marek ve diğ., 2001). Yer büyütmesi faktörlerinin önemli miktarlarda doğrusal olmayan yer tepkisi etkileri (site response effects) gösterdikleri düşünüldüğünde, günümüzde kullanılan tasarım kodlarını etkileyen en önemli faktörlerden biri olan yerel zemin koşullarının belirli derinliklere kadar karakterize edilmesi, depremle meydana gelen yer hareketlerinin ve buna bağlı olarak yer etkilerinin belirlenmesi çalışmalarındaki belirsizliklerin önemli ölçülerde azaltılmasını sağlayacaktır. Bu sayede, olası bir deprem sırasında yeryüzünde farklı zeminlerde gözlenen sismik hareketlerin karakteristik davranışı kestirilerek, deprem nedeniyle meydana gelecek olası yer ivmelerinin kuvvetli yer hareketi kayıt istasyonların bulunduğu alanlardaki farklı zeminler için nasıl davrandığının belirlenmesi hakkında bilgi edinilebilir ve bu konuda yapılacak olan çalışmalara önemli bir katkı sağlanabilir.

KAYNAKLAR

Technical Committee for Earthquake Geotechnical Engineering TC4- ISSMFE (1999). Manual for Zonation on Seismic Geotechnical Hazard. The Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering.

Koçyiğit, A. (2008). Ankara ve çevresinin deprem kaynakları, Ankara'nın Deprem Tehlikesi ve Riski Çalıştayı, Bildiriler Kitabı, s 34-53, Gazi Üniversitesi, 19 Mart, Ankara.

Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KOERİ), Ulusal Deprem İzleme Merkezi, İstanbul.

<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/map/tr/index.html>.

T.C. Başbakanlık, Afet Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Deprem Dairesi (AFAD-DD), Ankara. <http://kyh.deprem.gov.tr/ftpt.htm>

Gazi Üniversitesi, Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi (GAZİ-DEMAR), Ankara. <http://deprem.gazi.edu.tr/>

Pampal, S., Özmen, B., Başkaya, G., Gel, A.C., İnan, E., 2007, Ankara Yöresi Zayıf ve Kuvvetli Yer Hareketi Kayıt Ağının Kurulması, G.Ü. Bilimsel Araştırma Projesi (BAP-00/2007-01).

Koçkar, M.K., Akgün, H., Rathje, E.M. (2010). Evaluation of site conditions for the Ankara Basin of Turkey based on seismic site characterization of near-surface geologic materials, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol. 30, 8-20.

Wald, D.J., Allen, T.I. (2007). Topographic slope as a proxy for seismic site conditions and amplification. *Bulletin of the Seismological Society of America* 97(5), 1379-1395.

Park, S., Elrick, S. (1998). Predictions of shear wave velocities in southern California using surface geology. *Bulletin of the Seismological Society of America* 88, 677-685.

Wills, C.J., Petersen, M., Bryant, W.A., Reichle, M., Saucedo, G.J., Tan, S., Taylor, G., Treiman, J. (2000). A site-conditions map for California based on geology and shear wave velocity, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 90(6B), 187-208.

Holzer, T.L., Bennett, M.J., Noce, T.E., Tinsley, J.C. (2005). Shear wave velocity of surficial geologic sediments in northern California: statistical distributions and depth dependence. *Earthquake Spectra*, 21(1), 161-177.

International Code Council, ICC. (2006). International Building Code. Structural and fire- and life-safety provisions (seismic, wind, accessibility, egress, occupancy and roof codes), Whittier, CA.

Borcherdt RD. (2002). Empirical evidence for site coefficients in building code provisions. *Earthquake Spectra*, 18(2), 189-217.

Dobry R, Borcherdt RD, Crouse CB, Idriss IM, Joyner WB, Martin GR, Power MS, Rinne EE, Seed RB. (2000). New site coefficients and site classification system used in recent building seismic code provisions. *Earthquake Spectra*, 16(1), 41-67.

Türkiye Cumhuriyeti Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. (1998). Türk Tasarım Kodu, Afet Bölgelerinde İnşa Edilecek Yapılar için Türk Deprem Yönetmeliği, Özellikler. Ankara, Türkiye, 86s.

Idriss, I. M. (1991). Procedures for Selecting Earthquake Ground Motions at Rock Sites. A Report to the National Institute of Standards and Technology, University of California at Davis, September, revised March 1993.

Rathje, E.M., Stokoe, K.H., Rosenblad, B.L. (2003). Strong Motion Station Characterization and Site Effects During the 1999 Earthquakes in Turkey, *Earthquake Spectra*, *Earthquake Engineering Research Institute*, 19(3), 653-676.

Can, H., Koçkar, M.K., Felek, G. (2013). Ankara ve Civarında Gazi Üniversitesi DEMAR Tarafından Kurulan Zayıf ve Kuvvetli Yer Hareketi Kayıt İstasyonlarındaki Zeminlerin Karakterizasyonlarının Yapılması ve Yer Etkilerinin Belirlenmesi, Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, BAP-06/2011-22, 19 s.

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

Nazarian, S. (1984). In situ determination of elastic moduli of soil deposits and pavement systems by spectral-analysis-of-surface-waves method: Ph.D. Dissertation, Univ. of Texas, Austin, USA.

Stokoe, II., K.H., Wright, S.G., Bay, J.A., Roesset, J.M. (1994). Characterization of geotechnical sites by SASW method, in *geophysical characterization of sites*, ISSMFE Technical Committee #10, edited by R.D. Woods, Oxford Publishers, New Delhi.

Okada, H. (2003). The microtremor survey method, *Geophysical Monograph Series no. 12*. Published by Society of Exploration Geophysicists (SEG), Tulsa.

Hayashi, K. (2008). Development of surface-wave methods and its application to site investigations, PhD Thesis, Kyoto University, 278 pp.

Louie, J.N. (2001). Faster, better: shear-wave velocity to 100 meters depth from refraction microtremor arrays. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 91(2), 347–364.

Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E. , Keys, D.A. (1976). *Applied Geophysics*, 1st Edition, Cambridge University Press, New York, 860p.

Xia, J., Miller, R.D., Park, C.B., Ivanov, J., Tian, G., Chen, C. (2004). Utilization of high frequency Rayleigh waves in near surface geophysics. *The Leading Edge*, 23(8), 753–759.

Foti, S. (2005). Surface wave testing for geotechnical characterization, surface waves in geomechanics—direct and inverse modeling for soil and rocks. In: Lai, Wilmanski (Eds.), *CISM Lecture Notes*. Springer-Verlag, Wien-Newyork, 47–71.

Jin, X., Luke, B., Louie, J. (2006). Comparison of Rayleigh wave dispersion relations from three surface wave measurements in a complex-layered system. *Proc., ASCE Geocongress (Atlanta)*. ASCE Press, New York.

Pullammanappallil, S., Honjas, W., Louie, J.N. (2003). Determination of 1-D Shear Wave Velocities Using the Refraction Microtremor Method, *Proceedings of the Third International Conference on the Application of Geophysical Methodologies and NDT to Transportation and Infrastructure*, Orlando, Florida, USA.

Rodriguez-Marek, A., Bray, J.D., Abrahamson, N.A. (2001). An empirical geotechnical Seismic Site Response Procedure, *Earthquake Spectra*, 17(1), 65-87.

Akyürek, B., Duru, M., Sütçü, Y.F., Papak, İ., Şaroğlu, F., Pehlivan, N., Gönenç, O., Granit,

S., Yaşar, T. (1997). Ankara kent merkezi ve çevresinin jeolojisi, ve doğal kaynakları projesi, MTA Derleme No. 9961.(yayınlanmamış).

Erol, O., Yurdakul, M.E., Algan, Ü., Gürel, N., Herece, E., Tekirli, E., Ünsal, Y., Yüksel, M. (1980). Ankara'nın jeomorfoloji haritası. MTA Rapor No: 6875, 300s.

Seed, R. B., Chang, S. W., Dickenson, S. E., Bray, J. D. (1997). Site-Dependent Seismic Response Including Recent Strong Motion Data." Proc., Special Session on Earthquake Geotechnical Engineering, XIV International Conf. On Soil Mechanics and Foundation Engineering, Hamburg, Germany, A. A. Balkema Publ., Sept. 6-12, 125-134.

Geomatrix Consultants (1993). Compilation of geotechnical data for strong-motion stations in the western United States, Report to Lawrence Livermore National Laboratory, Project No.2256.

Seed, H. B., Whitman, R. V., Dezfulian, H., Dobry, R., Idriss, I. M. (1972). Relationships between soil conditions and building damage in the 1967 Caracas Earthquake, J. Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, 98 (SM8), 787-806.

Gazi Üniversitesi Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezine ait

Zayıf ve Kuvvetli Yer Hareketi İstasyonlarının Altyapısı ve Değerlendirmeler

G. Felek, Dr. M.K. Koçkar

*Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi,
Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maltepe, Ankara*

1. Giriş

Ankara kenti ve yakın civarına deprem parametrelerinin ve deprem nedeniyle oluşacak yer hareketlerinin ve yer ivmelerinin ölçülmesi ve farklı alanlardaki zeminlerin deprem esnasındaki dinamik davranışlarının belirlenmesi amacıyla 2007 yılında Gazi Üniversitesi Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi (DEMAR) tarafından BAP-00/2007-01 Nolu projesi kapsamında zayıf ve kuvvetli yer hareketi kayıt istasyonları kurularak elde edilen verilerin değerlendirilmesi çalışmalarına başlanmıştır (Pampal ve diğ., 2007). Bu amaçla 11 adet zayıf (Gölbaşı, Kızılcahamam, Polatlı, Kargın-Kalecik, Beypazarı, Bala, Keskin, Ilgaz, Mengen, Şereflikoçhisar ve Bolvadin) ve 10 adet kuvvetli yer hareketi istasyonu (Gölbaşı, Eryaman, Eski Beşevler-Maltepe, Kolej, Çankaya, Ümitköy, Çubuk, Yenimahalle, Batıkent ve Sincan) olmak üzere toplam 21 adet deprem istasyonunun kurumu tamamlanarak, veri işletimi ve değerlendirmeleri günümüze kadar yapılmaktadır.

Araştırma Merkezimiz tarafından kurulmuş olan zayıf yer hareketi istasyonlarından gelen veriler ile Ankara ve civarında oluşan depremlerin lokasyonu, derinliği, büyüklüğü ve odak mekanizması çözümü gibi birçok sismolojik parametrenin uygun yazılım programları (örneğin, ZSACWIN; Kandilli-UDİM, 2010) ile hesaplanması ve yorumlanması yapılmakta, bu sayede Ankara ve yakın civarının depremselliği detaylı bir şekilde incelenmektedir. Ayrıca kuvvetli yer hareketi istasyonlarından gelen ivme-kayıt verilerinin ise uygun yazılım programları (örneğin, SCREAM ve ART ivme analiz yazılımları; GÜRALP, 2012) ile değerlendirilmeleri yapıp depolanmaktadır. Bu verilerle mühendislik sismolojisi açısından bölgede meydana gelen yer hareketlerin karakteristik davranışlarının ve yer ivmelerinin belirlenmesi ile istasyonların bulunduğu alanlardaki

farklı zeminlerdeki dinamik zemin davranışları ve yer etkilerinin belirlenmesi çalışmaları yapılmaktadır.

2. Zayıf Yer Hareketi İstasyonlarının Kurulumu

Gazi Üniversitesi Deprem Mühendisliği Araştırma ve Uygulama Merkezince kurulmuş olan zayıf yer hareketi istasyonlarının kurulum aşamalarına örnek olarak Şekil 1’de Bala istasyonu kurulum çalışmaları verilmiştir. Zayıf yer hareketi kayıt istasyonlarının tamamı için öncelikle 2x2x1 m’lik bir temel çukuru açılmış, bu çukur çimentolanarak ve izolasyonu yapılmış, hazırlanan alana istasyon kabini yerleştirilmiş ve gerekli ekipmanlar (sismometre, sayısallaştırıcı, dönüştürücü ekipmanlar, akü şarj aleti vb.), internet modem ve elektrik bağlantıları sağlandıktan sonra resimdeki gibi son haline getirilmiştir.

Kurulum aşamaları: 1-İstasyon temel kazımı, 2-Drenaj borusunun döşenmesi, 3-Topraklama levhasının yerleştirilmesi ve hattının çekilmesi, 4-Konteynırın üzerine oturacağı betonun dökülmesi, 5-Elektrik ve telefon hattının çekilmesi, 6-Konteynırın yerleştirilmesi, 7-İstasyon yalıtımının yapılması, 8-İstasyonun etrafına demir çit çekilmesi, 9-Zayıf hareket istasyonunun çalışması için kullanılacak cihazların montajı.

Kullanılan cihazların detay bilgileri: CMG-3ESPD Sayısal Çıkışlı Broadband Sismometre, CMG-DM24 Broadband 6 Kanallı Sayısallaştırıcı, SDA-510net Veri iletişim ve UPS modülü (sentez), SCREAM: Network yapılandırma ve veri toplama yazılımı kurulumu.



Şekil 1: Bala istasyonun zayıf yer hareketi kurulum aşamaları.

3. Kuvvetli Yer Hareketi İstasyonlarının Kurulumu

Merkezimiz tarafından kurulumu tamamlanarak aktif hale getirilen kuvvetli yer hareketi istasyonlarında yapılan bir çalışmaya örnek Şekil 2’de verimiştir. Bu şekilde Batıkent İlköğretim Okulunun bodrum katına yerleştirilmiş olan istasyonun kurulum resimleri görülmektedir.

Kurulum aşamaları: 1-Cihazın betona sabitlenmesi, 2-GPS anteninin montajı, 3-Elektrik ve telefon hattının çekilmesi, 4-Kuvvetli hareket ölçüm cihazı ve yardımcı ekipmanların ahşap kutu içerisinde korumaya alınması, 5-Ahşap kutunun betona sabitlenmesi.

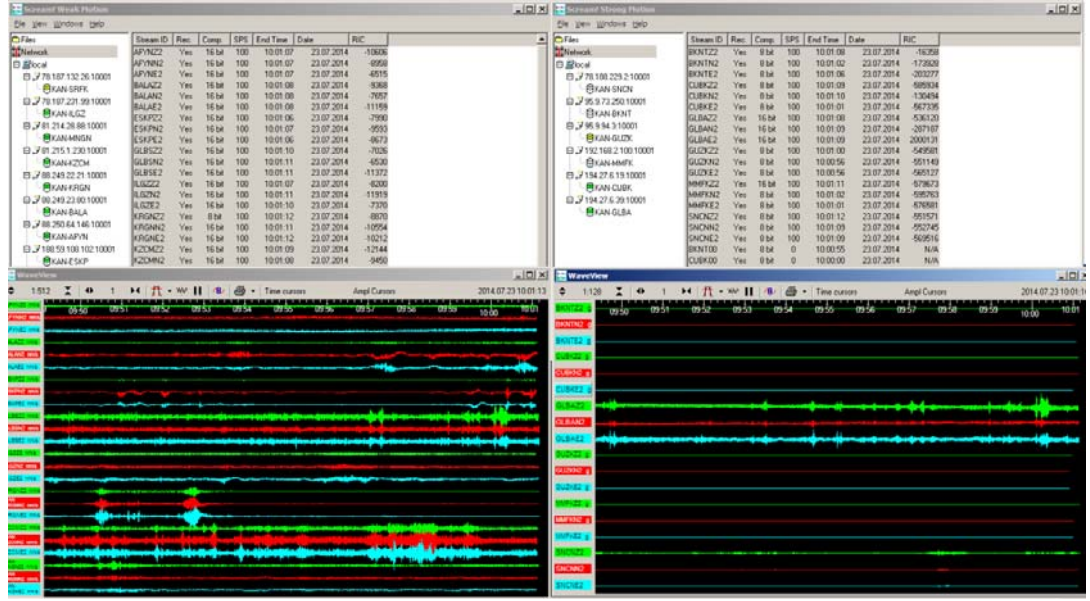
Kullanılan cihazların detay bilgileri: CMG-5TD Sayısal Çıkışlı Kuvvetli Hareket Kayıtçıları, CMG-DM24 Broadband 6 Kanallı Sayısallaştırıcı, SDA-510net Veri iletişim ve UPS modülü (sentez), SCREAM: Network yapılandırma ve veri toplama yazılımı kurulumu.



Şekil 2: Batıkent istasyonun kuvvetli yer hareketi istasyonu kurulumundan bir görünüm.

4. Veri Toplama ve Veri İşlem Çalışmaları

Araştırma Merkezimiz tarafından kurulan istasyonlarımızda ölçülen verilerin merkezimize akışı sayısal dönüştürücüler yardımıyla on-line internet aracılığı ile merkezimde toplanır (Şekil 4). Bu veriler Scream programında görüntülenip, Zsacwin programıyla çözüm işlemi yapıp Ankara ve civarında oluşan depremlerin sismolojik parametrelerinin (lokasyonu, derinliği, büyüklüğü ve odak mekanizması çözümü, vb.) uygun yazılım programları (örneğin, ZSACWIN; Kandilli-UDİM, 2010) ile hesaplanması ve yorumlanması yapılır. Ayrıca kuvvetli yer hareketi istasyonlarından gelen ivme-kayıt verilerinin ise uygun yazılım programları (örneğin, SCREAM ve ART ivme analiz yazılımları; GÜRALP, 2012) ile değerlendirilmeleri yapıp depolanmaktadır. Bu verilerle mühendislik sismolojisi açısından bölgede meydana gelen yer hareketlerin karakteristik davranışlarının ve yer ivmelerinin belirlenmesi ile istasyonların bulunduğu alanlardaki farklı zeminlerdeki dinamik zemin davranışları ve yer etkilerinin belirlenmesi çalışmaları yapılmaktadır. Şekil 3'te merkezimize akışı sayısal dönüştürücüler yardımıyla on-line internet aracılığı sağlanan verilerin Scream (GÜRALP, 2012) yazılımında örnek bir görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3 : Merkezimize akışı sağlanan verilerin örnek bir görüntüsü.

5. Ankara ve çevresinde 1.Ocak-31 Haziran tarihleri arasından meydana gelen Depremler

Gazi Üniversitesi Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi tarafından OCAK-HAZİRAN 2014 tarihleri arasında zayıf yer hareketi istasyonları tarafından ölçülmüş olan depremlere ait sismolojik parametrelerinin yer aldığı veriler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. OCAK-HAZİRAN 2014 tarihleri arasına ait Deprem Kataloğu sismolojik parametreleri.

OCAK-HAZİRAN 2014 - Deprem Kataloğu								
Tarih (UTC)	Saat	Enlem	Boylam	Derinlik (Km)	M _L	M _w	İL	İLÇE
1/20/2014	3:53:48	38.48	31.83	4.1	3.0		KONYA	ILGIN
3/11/2014	10:23:30	38.48	31.83	5.9	3.4		KONYA	ILGIN
4/4/2014	21:05:53	40.64	32.76	5.2	2.9		ANKARA	KIZILCAHAMAM
4/14/2014	18:40:13	40.69	34.85	6,1	3.6	3.4	ÇORUM	
4/14/2014	18:51:03	40.69	34.85	6,8	3.5	3.4	ÇORUM	

Yukarıda verilen tabloda belirtilen depremlere ait kuvvetli yer hareketi istasyonları tarafından ölçülebilen ivme kayıt verilerinin pik ivme değerlerinin merkezimiz istasyonlarına uzaklıkları da göz önüne alındığında çok düşük olması sebebiyle çalışmanın bu kısmına belirtilmemiştir. Bunun yerine belirtilen tarihler arasında meydana gelen Ege Denizi Depremine (24.05.2014) ait kuvvetli yer hareketi istasyonlarımız tarafından ölçülen deprem sonuçlarına aşağıda kısaca değinilecektir.

24 Mayıs 2014 tarihinde, T.S. 12:25:00 (UTC 09:25:00) saatlerinde Ege Denizinde, Gökçeada ile Samothraki ve Limnos Yunan adaları üçgeninde Moment magnitüdü 6.5 ve derinliği 20 km'den fazla olduğu düşünülen bir deprem meydana gelmiştir. Depremlere ait ilksel çözüm parametreleri çeşitli kuruluşlarca Tablo 2'deki gibi hesaplanmıştır. Deprem meydana geldiği bölgeye en yakın yerleşim yerleri olarak Çanakkale ili Gökçeada ilçesi belirlenmiştir. Depremden sonraki bir hafta içerisinde büyüklüğü 3 ile 3.9 aralığında yaklaşık 100, 4.0 ile 4.8 (M_w , M_l) aralığında değişen 18 ve 5'ten büyük 1 deprem (M_w :5.3) olmak üzere 119 dan fazla artçı deprem meydana gelmiştir (AFAD-Ön Rapor, 2014).

Tablo 2. 2014.05.24 Ege Denizi Depremi verileri

KURULUŞ	ZAMAN (TS)	ENLEM	BOYLAM	DERİNLİK (km)	MAGNİTÜD
AFAD	12:25:00	40.2108° K	25.3073° D	25.02	$M_w=6.5$
KOERİ	12:25:01	40.324° K	25.469° D	23.3	$M_l=6.5$
USGS	12:25:03	40.305°N	25.453°E	10	$M= 6.9$
EMSC-CSEM	12:25:02.9	40.290° N	25.400° E	27	$M= 6.9$

24.05.2014 Ege Denizi Depremi ($M_w= 6.5$), deprem dış merkezine 51-724 km uzaklıklardaki AFAD'ın Ulusal Kuvvetli Yer Hareketi Gözlem ağına ait 186 farklı ivme-ölçer istasyonu tarafından kaydedilmiştir (AFAD-Ön rapor, 2014). Bu istasyonlar içerisinde

ölçülen en büyük ivme değeri Doğu-Batı yönünde Gökçeada istasyonu (176,6 cm/sn²) tarafından kaydedilmiştir. Bu istasyonlardan ivme değeri 100 gal üzerinde veri kaydı alan 5 istasyona ait bilgiler ve ölçümler aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 3). Bunların dışında bahsedilen 186 istasyondan 4 tanesi de AFAD tarafından Ankara’da kurulmuş olan kuvvetli yer hareketi kayıt istasyonlarıdır (Bala, Çamlıdere, Kızılcahamam ve Eskişehir Yolu). Bu istasyonlarda depremin olduğu yere uzaklıkları sebebiyle (605-636 km arası) 1.02 ile 0.46 gal aralığında düşük ivme değerleri ölçülmüştür.

Tablo 3. AFAD Ulusal Kuvvetli Yer Hareketi Gözlem ağına ait istasyonlardan, 24.05.2014 Ege Denizi Depremi sırasında ivme değeri 100 cm/sn² üzerinde veri kaydı alan istasyonlara ait bilgiler ve ölçümler (AFAD-Ön Rapor, 2014).

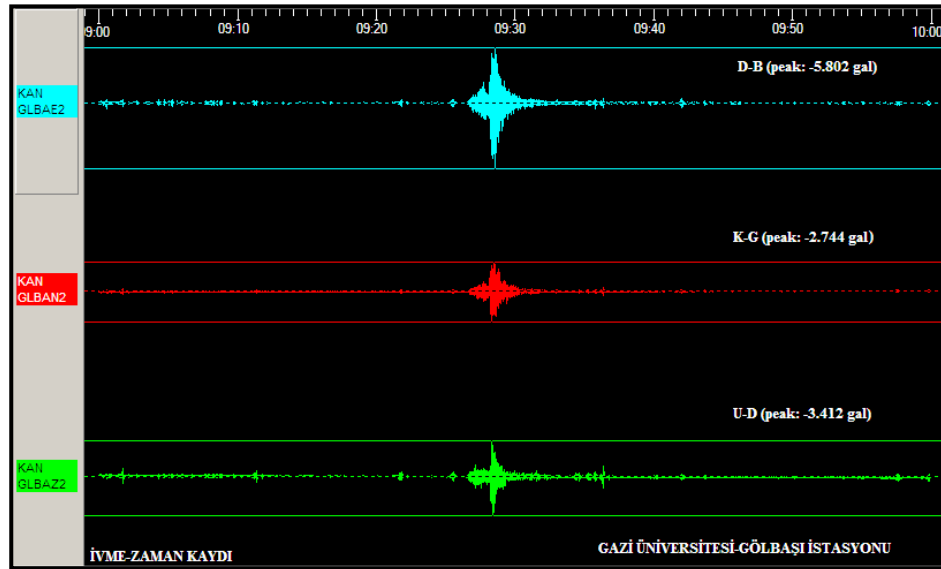
İSTASYON				Enlem	Boylam	Rakım (m)	CIHAZ TÜRÜ	OLCULEN İVME DEĞERLERİ (gal)			Uzaklık R _{epi} (km)	İstasyonun Kayma Dalgası Hızı V ₃₃₀ (m/sn)
No	İL	İLÇE / SEMT	Kodu					KG	DB	Düşey		
1	Çanakkale	GÖKCEADA	1711	40.19082	25.90783	78	GMSPPlus	171.44	176.6	131.99	51	
3	Edirne	ENEZ	2201	40.72448	26.08731	15	CMG-5TD	96.56	111.65	49.89	87	
4	Çanakkale	MERKEZ	1701	40.14145	26.39948	1	CMG-5TD	141.04	121.26	44.88	93	192
5	Çanakkale	MERKEZ_2	1713	40.16216	26.41166	53	GMSPPlus	94.39	97.47	46.22	94	
9	Çanakkale	GELİBOLU	1710	40.42334	26.66715	40	CMG-5TD	123.15	94.4	44.98	118	286

24.05.2014 tarihinde meydana gelen Ege Denizi Depremi, Araştırma Merkezimize ait Gölbaşı, Sincan, Etimesgut, Batıkent, Maltepe ve Çubuk kuvvetli yer hareketi istasyonları tarafından da kayıt edilmiştir. Bu istasyonlarda ölçülen pik ivme değerleri Tablo 4’te verilmiştir. Bunlardan ölçülen en büyük ivme değeri Doğu-Batı yönünde Gölbaşı istasyonu (5,802 gal) tarafından kaydedilmiştir. Bu istasyondaki veriye ait ivme-zaman (DB, KG ve Düşey) kaydı örnek olarak Şekil 4’te verilmiştir (Koçkar ve diğ., 2014). Ankara'daki en büyük ivme seviyeleri depreme olan uzaklığı sebebiyle AFAD kuvvetli yer hareketi kayıt istasyonlarında olduğu gibi düşük ivme değerleri vermektedir (yaklaşık olarak 5.8 gal ile 0.67 gal seviyeleri arasında). Bu deprem ile ilgili olarak Araştırma Merkezimiz çalışmalarına devam etmektedir. Konu ile ilgili yeni gelişmeler olduğunda ve yeni çalışmalar yapıldığında tekrar bilgilendirmeler yapılacaktır. Hazırlanan rapor ile ilgili bilgilere web sayfamızdan ulaşılabilir (<http://deprem.gazi.edu.tr/>).

Tablo 4. Gazi-DEPAR istasyonlarında ölçülen Ege Denizi Depremine ait ölçülen pik ivme değerleri.

İSTASYON			Enlem	Boylam	Rakım	Ölçülen İvme Değerleri (gal)			Uzaklık (km)
İl	İLÇE	Kodu				KG	DB	DÜŞEY	
Ankara	Gölbaşı	KAN-5830	40°46.819'N	32°48.878'E	1021	2.744	5.802	3.412	655
	Sincan	KAN-5823	39°59.559'N	32°36.883'E	833	1.554	1.326	1.152	621
	Güzelkent-Etimesgut	KAN-5821	39°59.559'N	32°36.883'E	815	1.334	1.124	0.974	624
	Batıkent	KAN-5818	39°57.547'N	32°43.480'E	830	1.291	1.174	0.867	629
	Maltepe	KAN-5832	39°55.927'N	32°50.636'E	966	0.843	0.669	0.767	642
	Çubuk	KAN-5829	40°13.461'N	33°02.501'E	910	2.515	1.760	0.814	650

Not: veriler işlenmemiş ham verilerdir.



Şekil 4. Gazi-DEPAR kuvvetli yer hareketi Gölbaşı istasyonu tarafından ölçülen en büyük ivme-zaman kaydı (DB, KG ve Düşey). Bu en büyük ivme değeri Doğu-Batı yönünde 5.802 gal olarak ölçülmüştür.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Pampal, S., Özmen, B., Başkaya, G., Gel, A.C., İnan, E., 2007, Ankara Yöresi Zayıf ve Kuvvetli Yer Hareketi Kayıt Ağının Kurulması, G.Ü. Bilimsel Araştırma Projesi (BAP-00/2007-01)
- T.C. Başbakanlık, Afet Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 24/05/2014 Ege Denizi Depremi Ön raporu, Ankara. <http://kyh.deprem.gov.tr/ftpt.htm>
- Koçkar, Mustafa K., Anıl, Özgür ve Akbaş Oğuzhan, 24.05.2014 Ege Denizi Depremi Ön Araştırma Raporu, Gazi Üniversitesi, Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi, 14 sayfa, Mayıs 2014. <http://depem.gazi.edu.tr/>
- <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/>
- <http://earthquake.usgs.gov/>
- <http://www.emsc-csem.org/>

MERKEZ MÜDÜRÜMÜZ Prof. Dr. Özgür ANIL HOCAMIZIN BÜYÜK BAŞARISI

2014 yılı GEBİP ödülüne layık görülen Gazi Üniversitesi Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürü ve Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Özgür Anıl, bu ödülü almış olmaktan dolayı mutlu olduğunu söyleyerek, şöyle konuştu: “TÜBA tarafından her yıl tüm Türkiye’de Üstün Başarılı Genç Bilim İnsanlarına yürüttükleri bilimsel çalışmaları teşvik etmek amacıyla ödüller verilmektedir. GEBİP olarak isimlendirilen ödül programı kapsamında 2014 yılında tüm Türkiye çapında 15 kişiye verilen bu ödülü kazanmaktan gerçekten büyük bir onur ve mutluluk duyduğumu ifade etmek isterim. Bu ödülü alarak üniversitemi, çalışmalarımı sürdürdüğüm fakültemi ve bölümümü temsil etmek ayrıca bana büyük bir mutluluk vermiştir. Verilen ödül 3 yıllık süreyle bilimsel çalışmalarımızın belirli bir miktarda verilen destek ile daha hızla ve verimle yürütmesinde önemli bir katkı sağlayacaktır. Ayrıca ödül kapsamında doktora öğrencilerimizin de verilen destek ile teşvik edilmesi, ulusal ve uluslararası konferans katılımlarımızın desteklenmesi gibi teşviklerde yer almaktadır. Aldığım destek ile ilerleyen 3 yıl içerisinde patlayıcıların yapılar üzerindeki etkilerini deneysel ve teorik olarak incelenmesini hedefleyen bir proje yürütmeyi planlamaktayım. Proje kapsamında hem sahada hem de laboratuvar ortamında yapılan deneyler ile patlama etkisiyle oluşan kuvvetlerin yapılar üzerindeki etkilerinin net olarak belirlenmesi ve bu etkilere karşı güvenli olarak inşa edilmesi gereken yapıların tasarımı için bu bilgilerin kullanılması hedeflenmektedir.”



Türkiye Bilimler Akademisi'nin (TÜBA) Üstün Başarılı Genç Bilim Adamlarını Destek Programı (GEBİP) ödülüne layık görülen Gazi Üniversitesi Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürü ve Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Özgür Anıl, 26 Haziran'da Gazi Kültür Merkezi'nde öğle yemeğinde Rektör Prof. Dr. Süleyman Büyükberber tarafından başarılarından dolayı tebrik edilmiştir.



MERKEZİMİZ HAKKINDA BİLGİLER

I. Merkezin Amacı, Tarihçesi ve Kısa Tanıtımı

Gazi Üniversitesi Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi (DEPAR) 2547 sayılı Yükseköğretim Kanununun 7/d-2 maddesi uyarınca hazırlanmış ve 22 Nisan 2005 tarih ve 25794 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren yönetmelik ile Gazi Üniversitesi Rektörlüğüne bağlı bir merkez olarak kurulmuştur.

Merkezimizin amaçları şunlardır;

- a) Depremlerin nedenleri, oluşumu, mühendislik yapıları ve insanlar üzerindeki etkileri ve deprem risklerinin azaltılması konularında, temel ve uygulamalı araştırmalar yapmak, teşvik ve koordine etmek, danışmanlık hizmeti vermek, bilimsel toplantı, kurs ve seminerler düzenlemek,
- b) Yurtiçi ve yurtdışındaki benzer merkezlerle iletişim kurmak, işbirliği yapmak, lisansüstü eğitimde kurs ve programlar geliştirilmesine yardımcı olmak, bilgi birikimi sağlamak ve yaymaktır.

Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezinde depremlerin nedenleri, oluşumu, depremlerin mühendislik yapıları ve insanlar üzerindeki etkileri ve deprem risklerinin azaltılması ile afet yönetimi konularını temel alan uygulamalı araştırmalar yürütülmektedir. Merkezimizin katkılarıyla bilimsel toplantı, kurs ve seminerler düzenlenerek halkı bilgilendirme faaliyetlerinde bulunularak üniversitemiz en iyi şekilde temsil edilmekte ve üniversitemizin tanınırlığına önemli katkılar sağlanmaktadır. Ayrıca yukarıda kısaca özetlenen konularla ilgili çok sayıda uluslararası ve ulusal makale yayınlarak, kitaplar hazırlanarak, çeşitli toplantılarda bildiriler sunularak, konferanslar verilerek ve panellere katılarak bilimsel literatüre

katkı sağlanmakta, üniversitemizin bilimsel camiada deprem, deprem mühendisliği ve afet yönetimi konularında önemli bir konuma gelmesi sağlanmaktadır.

Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi Üniversitemizin Mühendislik Fakültesinin Maltepe'de yer alan yerleşkesinde bulunmakta olup, merkezimiz öğretim üyeleri bloğunun birinci katında hizmet vermektedir. Merkezimizin Ankara ili ve çevresinde konumlandırılmış 21 adet zayıf ve kuvvetli yer hareketi ölçüm istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonlardan “Veri-İşlem” merkezimize 7/24 veriler aktarılmakta olup, depremler ile ilgili bu veriler merkezimizde bulunan bilgisayar alt yapısı ile format dönüşümü, değerlendirme, arşivleme ve veri dağıtımları yapılmaktadır.

Mühendislik Fakültesi Öğretim Üyeleri bloğunda merkezimize ait toplam 6 adet oda bulunmaktadır. Bu odalar deprem ve veri işlem odası, personelin çalışma odaları, merkez müdürü ve merkez müdür yardımcısının odalarından ibarettir. Merkezimizin mühendislik fakültesinde yer almasının avantajlarını kullanarak yürütmekte olduğu araştırma ve uygulamalı çalışmalarda Mühendislik Fakültesinde bulunan İnşaat Mühendisliği Bölümünün ve Dekanlığımızın bütün imkânlarından, toplantı salonlarından, laboratuvar ve dersliklerinden gerektiği durumlarda faydalanabilmektedir.

Merkezimiz diğer tüm araştırma ve uygulama merkezlerinde olduğu gibi direkt olarak Sayın Rektörümüze bağlı olarak çalışmalarını ve faaliyetlerini sürdürmektedir. Yapılacak olan araştırma ve uygulama çalışmaları ile ilgili olarak Rektörlüğümüzün olurları alınarak uygun görülmesi durumunda çalışmalara başlanılmakta ve gerekli olan mali harcamalar yine Rektörlüğümüzden onay alındıktan sonra yapılmaktadır. Merkezimizde yürütülen faaliyetler merkez müdürümüzün başkanlığında, personeli ile birlikte yapılmaktadır. Merkez yönetim kurulu yardımıyla çalışma ve araştırma

programları yapılmakta, faaliyet alanlarıyla ilgili çalışma esasları belirlenmektedir. İhtiyaç duyuldukça da Danışma kurulu üyelerinden destek alınmaktadır. Ayrıca merkez müdür yardımcısı da her türlü çalışmada merkez müdürüne destek olmaktadır.

II. Merkez Müdürü

Prof. Dr. Özgür ANIL (Merkez Müdürü ve Yönetim Kurulu Başkanı)

III. Merkez Müdür Yardımcıları

Doç. Dr. S. Oğuzhan AKBAŞ (Merkez Müdür Yardımcısı)

IV. Yönetim Kurulu Üyeleri

- 1) Prof. Dr. Özgür ANIL (Merkez Müdürü ve Yönetim Kurulu Başkanı)
- 2) Doç. Dr. S. Oğuzhan AKBAŞ (Merkez Müdür Yardımcısı)
- 3) Doç. Dr. Sabahattin AYKAÇ (Üye)
- 4) Prof. Dr. Kurtuluş SOYLUK (Üye)
- 5) Doç. Dr. Ayhan GÜRBÜZ (Üye)
- 6) Doç. Dr. Abdullah TOGAY (Üye)
- 7) Doç. Dr. Özlem GÜZEY (Üye)

V. Danışma Kurulu Üyeleri

- 1) Prof. Dr. Hüsnü CAN Gazi Üniversitesi
- 2) Prof. Dr. Uğur ERSOY Boğaziçi Üniversitesi
- 3) Prof. Dr. Tuğrul TANKUT ODTÜ

4) Doç. Dr. Mustafa ŞAHMARAN	Gazi Üniversitesi
5) Prof. Dr. Ali İhsan ÜNAY	Gazi Üniversitesi
6) Dip. İng. Ünsal SOYGÜR	Gazi Üniversitesi
7) Oktay ERGUNAY	Afet İşleri Eski Genel Müdürü

VI. Merkezimizde Fiilen Çalışan Personel

- 1) Dr. Bülent ÖZMEN
- 2) Dr. Mustafa Kerem KOÇKAR
- 3) Gülçin FELEK

MERKEZİMİZ TARAFINDAN YAPILAN BİLİMSEL YAYINLAR VE PROJELER (01.01.2014 – 31.06.2014)

1. Yıldırım, O., and Günay, E., **Anıl, Ö.**, Aygün, C., “Analysis of a Skid Type Landing Gear of a Rotary Wing Unmanned Air Vehicle by Means of Experimental and Finite Element Methods”, 4th International Advances in Applied Physics and Materials Science Congress & Exhibition, APMAS 2014, Fethiye, Turkey.
2. **Anıl, Ö.**, Durucan C., “Effect of Opening Location on the Punching Shear Behavior of Two Way RC Slabs”, ICESA 2014, International Civil Engineering & Architecture Symposium for Academicians, Side, Antalya, Turkey.
3. **Anıl, Ö.**, Kaya, N., “Strengthening of One Way RC Slab with Opening using CFRP Strips”, ICESA 2014, International Civil Engineering & Architecture Symposium for Academicians, Side, Antalya, Turkey.
4. **Anıl, Ö.**, Akbaş, S.O., Gezer, O., Yılmaz, M.C., “Investigation of Impact Behavior of Steel Pipes with Protective Layer”, ICESA 2014, International Civil Engineering & Architecture Symposium for Academicians, Side, Antalya, Turkey.
5. **Anıl, Ö.**, Akbaş, S.O., Babagiray, S., Belgin Ç.M., Ünsal, N., “Experimental and Analytical Investigation of Baring Capacity of Irregularly Shaped Footings on Sand”, ICESA 2014, International Civil Engineering & Architecture Symposium for Academicians, Side, Antalya, Turkey.
6. Yılmaz, M.C., **Anıl, Ö.**, Alyavuz, B., Kantar, E., “Load Displacement Behavior of Concrete Beam Under Monotonic Static and Low Velocity Impact Load”, International Journal of Civil Engineering, **(Basılmak üzere kabul edildi)**.
7. **Anıl, Ö.**, Kına, T., Salmani, V., “Effect of Opening Size and Location on to Punching Shear Behavior of Two Way RC Slab”, ICE Publishing, Magazine of Concrete Research, **(Basılmak üzere kabul edildi)**.
8. Akgün, H., Muratlı, S., and **Koçkar, M.K.**, “Geotechnical investigations and preliminary support design for the Geçilmez tunnel: A case study along the Black Sea Coastal Highway, Giresun, northern Turkey,” Tunnelling and Underground Space Technology, Vol. 40, pp 277-299., 2014.

9. Avşar, Ö., Akgün, H., and **Koçkar, M.K.**, "Investigation of the failure mechanism and stabilization of a landslide in weathered tuffite, Giresun, northeastern Turkey," Environmental Earth Sciences (DOI 10.1007/s12665-014-3323-5), 2014.
10. Oral, D.G., Akgün, H., and **Koçkar, M.K.**, 2014, "Characterization and assessment of large landslide movement along the Bursa-İnegöl-Bozüyük Highway in Turkey," IAEG-International Association for Engineering Geology and the Environment, XII Congress - Torino, Italy, September 15-19, 2014 (**Konferans makalesi basılmak ve sözlü olarak sunulmak üzere kabul edildi**).
11. Kelam M.A., Arslan A., Eker A. M., Akgün H., **Koçkar M. K.**, 2014, "Optical Fiber Technology to Monitor Slope Movement," IAEG-International Association for Engineering Geology and the Environment, XII Congress - Torino, Italy, September 15-19, 2014 (**Konferans makalesi basılmak ve poster olarak sunulmak üzere kabul edildi**).
12. **Özmen, B.**, Erkan, B.B.B., 2014, Probabilistic Earthquake Hazard Assessment for Ankara and its Environs, Turkish Journal of Earthquake Sciences, 23: 462-474, DOI:10.3906/yer-1032-6.
13. **Özmen, B.**, Bayrak, Y., Bayrak, E., 2014, An Investigation of Seismicity for the Central Anatolia Region, Turkey, Journal of Seismology, 18(3), 345-356, DOI 10.1007/s10950-013-9411-2
14. Ünal, S., Çelebioğlu, S., **Özmen, B.**, 2014, Seismic Hazard Assessment of Turkey by the Statistical Approaches, Turkish Journal of Earth Sciences, 23: 350-360, DOI: 10.3906/yer-1212-9.
15. **Özmen, B.**, Özden, A.T., 2013, Türkiye'nin Afet Yönetim Sistemine İlişkin Eleştirel Bir Değerlendirme, İ.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, No:49 (Ekim), ss.1-28 (Dergi Haziran 2014'te yayınlanmıştır.)

Araştırma Raporu:

1. **Koçkar, Mustafa K., Anıl, Özgür ve Akbaş Oğuzhan**, 24.05.2014 EGE DENİZİ DEPREMİ ÖN ARAŞTIRMA RAPORU, Gazi Üniversitesi, Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi, 14 sayfa, Mayıs 2014.

Merkezimizde ve/veya merkezimizin katkısıyla yürütülen projeler

- ODTÜ, Bilimsel Araştırma Projesi (BAP -2012 -03-09-002), “Sismik ve Jeoteknik Karakterizasyon Çalışmaları ile Zeminlerin Dinamik Karakterlerinin ve Yer Etkilerinin Sayısal Çözümlemelerle Belirlenmesine Yönelik Çalışmaların Düzce ve Çevresinde, Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS) Boyunca Uygulanması,” Proje Araştırmacısı: **Dr. Mustafa K. Koçkar**, Proje Süresi: Ocak 2012-Aralık 2014, Proje Bütçesi: 21.000 TL.
- AFAD, Ulusal Deprem Araştırma Programı (UDAP Ç1402), “Kocaeli İli Heyelan Hareketlerinin İzlenmesinde Fiber Optik Teknolojisinin Kullanımı,” Proje Araştırmacısı: **Dr. Mustafa K. Koçkar**, Proje Süresi: Nisan 2014-Nisan 2016, Proje Bütçesi: 172.243TL

MERKEZİMİZ TARAFINDAN YAPILAN DİĞER FAALİYETLER (01.01.2014 – 31.06.2014):

Dr. Bülent ÖZMEN, Afyon İl Sağlık Müdürlüğü tarafından hazırlanmış ve ZAFER Kalkınma Ajansı tarafından desteklenmiş olan ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi Afet Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi tarafından yürütülen “Yapısal Olmayan Afet Tehlike ve Risklerinin Azaltılması Temel ve Eğitici Eğitimi Programı” projesi kapsamında 13-15 Ocak 2014 tarihleri arasında “Afet Yönetimi Sistemlerinde Kurumsal Yapılanma”, “Sağlık Hizmeti veren Kurumların Afet Yönetim Sistemindeki Yeri”, “Afet ve Acil Durum Yönetimi Planlarının Genel Esasları” ve “Sağlık Kurumlarında Afet ve Acil Durum Yönetimi Planlama Yaklaşımları” konularında eğitim vermiştir.

Dr. Bülent ÖZMEN, Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından yürütülen “Afete Hazır Türkiye” projesinin “Afete Hazır Okul” çalışması kapsamında Antalya’da Milli Eğitim Bakanlığı personeli için düzenlenmiş olan “Temel Afet Bilgileri” ve “Okul Afet ve Acil Durum Yönetimi Planı” ile ilgili 26 – 28 Ocak 2014 tarihleri arasında eğitim veren eğitmenlere yardımcı olmak üzere davet edilmiştir.



Dr. Bülent ÖZMEN, Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA) tarafından “Invitation Program on Natural Disasters and Disaster Management in Afghanistan” program kapsamında 2 – 8 Şubat 2014 tarihleri arasında “Türkiye’nin Afet Risk Yönetimi” ile ilgili konuşma yapmak üzere Japonya’ya davet edilmiştir.

Dr. Bülent ÖZMEN, Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından başta depremler olmak üzere afet yönetimi konusunda koordinasyon ve dil birliği sağlamak amacıyla “Ulusal Deprem Risk Yönetimi Terimler Sözlüğü” hazırlamak için kurulan “Ulusal Afet Yönetimi Terimler Sözlüğü Çalışma Komisyonuna” seçilmiştir. Bu komisyon tarafından da üst kurul üyeliğine seçilmiştir. Üst Kurul 2014 yılı içinde değişik tarihlerde AFAD Deprem dairesi başkanlığı toplantı salonunda toplantılar gerçekleştirerek afet yönetimi terimleri sözlüğü üzerinde çalışmalar yapmıştır.



Dr. Bülent ÖZMEN, Acil ve Afet Derneği (ACAT) tarafından Çorum’da 15 Şubat 2014 tarihinde düzenlenmiş olan “Çorum İli Afet Riskleri ve Yapılması Gerekenler Paneli” ne panelist olarak davet edilmiş ve “Çorum ilinin Depremselliği” konusunda konuşma yapmıştır.



Dr. Bülent ÖZMEN, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası tarafından düzenlenen 1 – 7 Mart Deprem Haftası Etkinlikleri kapsamında 5 Mart 2014 tarihinde Jeoloji Mühendisleri Odası konferans salonunda “Ankara’nın Deprem Tehlikesi” konulu bir konferans vermiştir.



Dr. Bülent ÖZMEN, 14 – 18 Nisan 2014 tarihleri arasında MTA’da gerçekleştirilen 67. Jeoloji Kurultayında “Doğal Afetler ve Afet Yönetimi” konusunun oturum yürütücülüğü görevini yapmış ve “Neotektonik ve Depremsellik” konulu oturumunda oturum başkanlığı görevini üstlenmiştir.

Dr. Bülent ÖZMEN, Süleyman Demirel Üniversitesi Uluslararası Mühendislik ve Teknoloji Öğrencileri Topluluğu tarafından Isparta'ya "Isparta'nın Deprem Tehlikesi ve Riski" konusunda konferans vermek üzere Gazi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Süleyman PAMPAL ile birlikte davet edilmiştir. Konferans 2 Nisan 2014 tarihinde saat 10:30 da başlamış ve 12:00'ye kadar sürmüştür.



Dr. Bülent ÖZMEN, 16 Nisan 2014 tarihinde saat 16:30 – 17:00 arasında Kanal B TV'de yayınlanmakta olan GÜNCEL programına konuk olmuş ve ay tutulması, deprem ilişkisi ve yerel yönetimler tarafından afet konusunda yapılması gereken çalışmalar hakkında yorumlarda bulunmuştur.

Dr. Bülent ÖZMEN, 7 Mayıs 2014 tarihinde saat 16:30 – 17:00 arasında Kanal B TV'de yayınlanmakta olan GÜNCEL programına konuk olmuş ve Antalya körfezi, Kuşadası, Bodrum, Sivas gibi yerlerde meydana gelen depremler ve Afete Hazır Okul kampanyası hakkında yorumlarda bulunmuştur.

Dr. Mustafa Koçkar, T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı tarafından organize edilen ve Avrupa kuvvetli yer hareketi çalışma grubu ORFEUS (Observatories and Research Facilities for European Seismology) işbirliği ile 12-13 Mayıs 2014 tarihleri arasında Ankara'da yapılan "International Workshop on

Strong Motion and Acceleration Data" konulu çalışmaya Araştırma Merkezimiz adına davetli katılımcı olarak çağrılmıştır. Söz konusu çalıştay, Avrupa ve Akdeniz Ülkelerinde deprem kuvvetli yer hareketi gözlem ağıları işleten, veri sağlayan ve bu verileri kullanan araştırmacıların katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Çalıştayda, ülkemizden ve 20 farklı ülkeden gelen davetli katılımcıların sözlü sunumları yanında, mühendislik sismolojisindeki gelişmeler, ortak veri politikası, standartlar, erişim ve kullanım imkanları ile geleceğe yönelik planlar konusunda görüş alışverişinde bulunulmuş ve uygulamaya dönük sürdürülebilir kararlar alınmıştır. Bu çalışmaya ait ayrıntılı bilgi ve program ve katılım sonrası alınan kararlar Orfeus-2014 web sayfasında yer almaktadır (http://kyh.deprem.gov.tr/orfeus_2014/index.htm).



Dr. Bülent ÖZMEN, 27 Mayıs 2014 tarihinde saat 09:20 – 10:00 arasında Kanal B TV’de yayınlanmakta olan SORMAK GEREK programına konuk olmuş, 24 Mayıs 2014 tarihinde Gökçeada’nın 40 km kuzeybatısında meydana gelen 6.5 büyüklüğündeki deprem ve yapılması gereken çalışmalar hakkında yorumlarda bulunmuştur.

Dr. Mustafa Koçkar, 20-22 Haziran 2014 tarihleri arasında düzenlenen 13. Uluslararası Mudurnu İpek Yolu Kültür Sanat Turizm Festivali etkinliklerine, Gazi Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Hülagü Kaplan ve öğrencileri ile birlikte, “ŞBP Bölümü, Mudurnu Atelyesi Kentsel Tasarım Sergisinin” Kent Müzesinde yapılan açılışına katılmak üzere Mudurnu Kaymakamlığı ve Belediye Başkanlığı tarafından davet edilmiştir. Bu sergide “Mudurnu ilçesi kaya düşmesi ve şev duraysızlığı problemlerinin önlenmesi için yapılan değerlendirmeler ve islah çalışmaları” üzerine bilimsel bir konuşma ve poster sunumu yapmıştır.



Dr. Bülent ÖZMEN, Kalkınma Bakanlığı tarafından 10. Kalkınma Planı hazırlıkları kapsamında oluşturulan “Afet Yönetiminde Etkinlik Özel İhtisas Komisyonuna” raportör üye olarak seçilmiştir. Komisyonda ayrıca Gazi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi olan ve merkezimizin de müdürlüğünü yapmış olan Prof. Dr. Süleyman

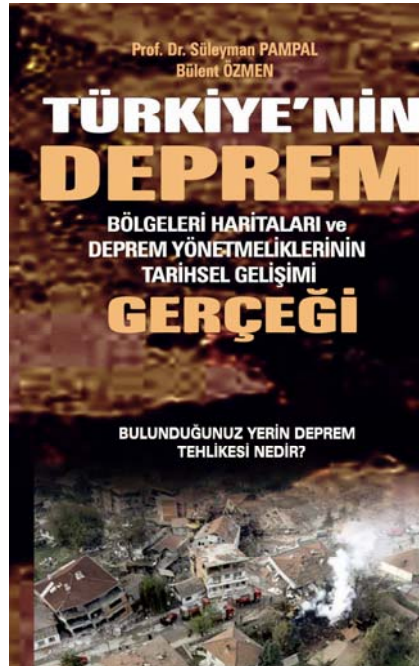
PAMPAL ve Prof. Dr. Hüsnü CAN'da üye olarak görev almışlardır. Hazırlanmış olan rapor Kalkınma Bakanlığı tarafından kitap haline getirilerek Haziran 2014 tarihinde bastırılmıştır.



DAHA ÖNCEKİ YILLARDA YAPILMIŞ ÇALIŞMALARDAN BAZI ÖRNEKLER

1- Türkiye Deprem Bölgeleri Haritaları ve Deprem Yönetmeliklerinin gelişimi

Deprem zararlarının azaltılmasına yönelik çalışmaları kapsayan ilk yasa 22 Temmuz 1944 tarihinde “Yersarsıntılarında Evvel ve Sonra Alınacak Tedbirler Hakkında Kanun” adı altında yürürlüğe girmiştir. 4623 sayılı bu yasa gereği Bayındırlık ve Milli Eğitim Bakanlıkları tarafından birlikte ülkemizde ilk defa bir “Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası” ve buna paralel olarak ta “Deprem Yönetmeliği” hazırlanmıştır. Gerek mühendislik sismolojisindeki gelişmeler, gerekse tektonik ve sismotektonik bulguların ve deprem kayıtlarının artması nedeniyle Deprem Bölgeleri Haritaları (1945, 1947, 1963, 1972 ve 1996) ve Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelikler (1947, 1953, 1962, 1968, 1975 ve 1996, 2007) birçok kez değiştirilmiştir. Proje ile; değişik tarihlerde Bakanlar Kurulu kararı ile onaylanarak yürürlüğe giren ve bazılarının mevcutlarının yok denecek kadar az kaldığı Deprem Bölgeleri Haritaları ve Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelikler ile ilgili bilgiler derlenmiş ve haritaların hangi esaslara dayanarak yapıldığı gibi bilgiler derlenmiş ve elde edilen sonuçlar kitap, makale, bildiri şeklinde kamuoyu ile paylaşılmıştır.



2- Ankara Yöresi Zayıf ve Kuvvetli Yer Hareketi Kayıt Ağının Kurulması (ANKARA-NET)

Projemizin amacı; Ankara kenti ve yakın civarına, deprem nedeniyle oluşacak zayıf ve kuvvetli yer hareketlerini ölçmek için sismik istasyonlar kurmak, deprem sırasında oluşan yer ivmesini ölçmek, her tür yapıya depremle gelen ve hasar yapabilen kuvvetleri belirleyerek buradan elde edilen verilerle depreme dayanıklı yapı yapma tekniklerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktır. Ayrıca projemizin bir diğer amacı da; depremin yeri, büyüklüğü, derinliği gibi deprem parametrelerini belirleyerek Ankara ve yakın civarının depremselliğini detaylı bir şekilde incelemektir. Bu çalışma ile Ankara ve yakın civarında yer alan fayların karakteristik özelliklerini (tür, uzunluk, derinlik, tekrarlanma süresi, geçmişte yarattığı ve ileride yaratabileceği en büyük deprem büyüklüğü) ve diri fayların deprem oluşturma potansiyellerini belirleme çalışması yapan bilim insanlarına katkı sunulmaktadır. Böylece bu proje ile elde edilen ve edilecek olan verilerin ışığında; Ankara ili ve yakın çevresindeki diri fayların karakteristik özellikleri ve depremsellikleri, deprem üreten ve/veya üretme potansiyeline sahip olan kaynak zonlar ve diri fayların belirlenmesi, deprem olma olasılıkları ve tehlike-risk hesapları, deprem nedeniyle yapıya gelebilecek yer ivmeleri ölçülerek depreme dayanıklı yapı yapma tekniklerinin geliştirilmesi, zemin büyütme özelliği olan yerlerin belirlenebilmesi, mikrobölgeleme çalışmaları ve zemin etütleri gibi çalışmaları yapan ve/veya yapacak olan bilim camiasına, belediyelere, kamu kurum ve kuruluşlarına elde edilen ürünler sunularak çalışmalarını çok daha sağlıklı verilerin ışığında yapabilmeleri ve deprem zararlarının azaltılması çalışmalarında önemli bir yere sahip olan deprem tehlikesi ve risk belirleme çalışmalarının çok daha detaylı veriler kullanılarak sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi çalışmalarına katkı sağlanmaktadır.

3- Ankara'nın Deprem Tehlikesi ve Riski Çalıştayı

Gazi Üniversitesi Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi (DEPAR) Ankara'nın deprem açısından durumunu bilimsel çalışmalarla ortaya koymak amacıyla 19 Mart 2008 tarihinde Gazi Üniversitesi Rektörlüğü Mimar Kemaleddin Salonunda

“Ankara’nın Deprem Tehlikesi ve Riski Çalıştayı” düzenlemiştir. Ayrıca Çalıştay sonunda yapılmış olan **“Ankara Depreme Hazır mı?”** konulu panelde ise Ankara’nın deprem açısından durumu, yapılması gereken çalışmalar ve çözüm önerileri detaylı bir şekilde tartışılmıştır. Çalıştayda yapılan bütün sunular ve panelde yapılan bütün konuşmalar Prof. Dr. Süleyman PAMPAL ve Dr. Bülent ÖZMEN’in editörlüğünde bir kitap haline getirilerek bastırılmış ve ilgili bütün kurumlara dağıtılmıştır. Ayrıca kitap www.deprem.gazi.edu.tr adresinden indirilebilir.



4- Türkiye’nin Deprem Gerçeği Paneli

Gazi Üniversitesi Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi (DEPAR) Türkiye’nin deprem açısından durumunu ortaya koymak, yapılması gereken çalışmalar ve çözüm önerilerini tartışmak amacıyla 11 Aralık 2009 tarihinde, Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Akademi Salonunda saat 14:00’de “Türkiye’nin Deprem Gerçeği Paneli” düzenlemiştir. Türkiye’nin Deprem Gerçeği Panelinde yapılmış olan konuşmalar ve sunular Prof. Dr. Hüsnü CAN ve Dr. Bülent ÖZMEN in editörlüğünde

kitap haline getirilmiştir. Kitap pdf formatında merkezimizin web sayfasından (www.deprem.gazi.edu.tr) indirilebilir.



5- Afet Yönetimi ve Deprem Eğitimi

Ülkemiz yeryüzünün en aktif fay zonları içerisinde bulunan ve her zaman deprem tehlikesine ve riskine maruz olan ve/veya olabilecek olan bir ülkedir. Eğitim, deprem zararlarının azaltılması çalışmalarında önemli bir yer tutar. İlgili Kamu Kurum ve Kuruluşları, Valilikler, Belediyeler, Sivil Toplum Kuruluşları, Özel firmalarla işbirliği yapılarak depremlerin etkisini azaltmak, kayıpları en aza indirebilmek bilgili, bilinçli ve sorumlu bireyler, yöneticiler, personeller yetiştirebilmek için Deprem ve Afet Yönetimi konusunda eğitim çalışmaları yapılmaktadır.

6. Onarım ve Güçlendirme Çalışmaları

Dinar (1995), Adana-Ceyhan (1998), Marmara (1999) ve Düzce (1999) depremlerinden sonra çok sayıda kamu ve özel binaların onarımı/güçlendirilmesi için çalışmalar yürütülmüş ve birçok uygulama projesi üretilmiştir.

Tamamlanmış Araştırma Projesi Raporları

Pampal, S., Özmen, B., 2006, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritaları ve Yönetmeliklerinin Tarihsel Gelişimi, *G.Ü. Bilimsel Araştırma Projesi (BAP-00/2006-01)*.

Pampal, S., Özmen, B., Başkaya, G., Gel, A.C., İnan, E., 2007, Ankara Yöresi Zayıf ve Kuvvetli Yer Hareketi Kayıt Ağının Kurulması, *G.Ü. Bilimsel Araştırma Projesi (BAP-00/2007-01)*.

Dorum, A., Özmen, B., 2010, Ankara'nın Deprem Tehlikesinin Belirlenmesi, *G.Ü. Bilimsel Araştırma Projesi (BAP-00/2007-01)*.

Can, H., Koçkar, M.K., Felek, G., 2013, "Ankara ve Civarında Gazi Üniversitesi DEMAR Tarafından Kurulan Zayıf ve Kuvvetli Yer Hareketi Kayıt İstasyonlarındaki Zeminlerin Karakterizasyonlarının Yapılması ve Yer Etkilerinin Belirlenmesi," *Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (BAP-06/2011-22)*, 19 s.

Can, H., Felek, G., Koçkar, M.K., 2013, "Ankara ve Çevresindeki Plio-Kuvaterner Zeminlerde Mikrobölgeleme Çalışmaları," *Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (BAP-06/2010-04)*, 47 s.

Merkezin Misyonu

Deprem tehlikesi ve riskinin belirlenmesi ve zararlarının azaltılması konularında çok disiplinli araştırma-geliştirme (AR-GE) çalışmaları yürütmek,

Bu çalışmalar ve geçmişteki deneyimlerden elde edilen sonuçları araştırmacılar, merkezi ve yerel yönetimler ve halkın yararlanmasına sunmak,

Önleme ve zarar azaltma (risk yönetimi), olaya müdahale ve iyileştirme (acil durum yönetimi) planlarının hazırlanması ve uygulanması konularında yerel yönetimlere destek olmak ve halkın eğitimi, bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi çalışmalarını yürütmektir.

Merkezin Vizyonu

Ulusal düzeyde en verimli ve en kaliteli Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi haline gelmek, Uluslar arası düzeyde ise saygın, iyi tanınan ve aranan, işbirliği yapma olanakları sürekli gelişen bir merkez olmaktır.

Çalışma Alanları

YAPILARIN DEPREM GÜVENLİĞİ ARAŞTIRMALARI

DEPREM SENARYOLARI

DEPREMSELLİK, DEPREM TEHLİKESİ ve RİSKİ

DEPREM MASTER PLANLARI

AFET YÖNETİMİ, AFET ve ACİL DURUM PLANLARI

HALKI BİLGİLENDİRME, BİLİNÇLENDİRME ve EĞİTİM ÇALIŞMALARI

BİLİMSEL TOPLANTI, KURS ve SEMİNERLER DÜZENLEME, KONFERANS VERME

ZEMİN ve TEMEL ETÜDÜ RAPORLARI

PLANA ESAS JEOLJİK, JEOLJİK-JEOTEKNİK ve MİKROBÖLGELEME ETÜT RAPORLARI