

DEPREM ARAŞTIRMALARI

Editör

Nilgün SAYIL



© Copyright 2022

Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Kitabevi A.Ş.'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.

ISBN

978-625-8299-45-8

Kitap Adı

Deprem Araştırmaları

Editör

Nilgün SAYIL

ORCID iD: 0000-0002-2686-6473

Yayın Koordinatörü

Yasin DİLMEN

Sayfa ve Kapak Tasarımı

Akademisyen Dizgi Ünitesi

Yayıncı Sertifika No

47518

Baskı ve Cilt

Vadi Matbaacılık

Bisac Code

SCI082000

DOI

10.37609/akya.2044

GENEL DAĞITIM
Akademisyen Kitabevi A.Ş.

Halk Sokak 5 / A Yenışehir / Ankara

Tel: 0312 431 16 33

siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

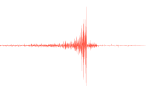
ÖNSÖZ

Soğurulma Tomografisi bölümünde yerküre içerisinde rastgele dağılım gösteren heterojen yapılar boyunca sismik dalga yayılımı ve soğurulma değerlerinin belirlenmesi konusu ele alınmıştır. Sismik soğurulma yöntemleri ve son gelişmeler hakkında bilgi verilmiştir. Yer içerisinde saçılma teorisi açıklanmış ve teorik yöntemleri kullanarak sinyallerin analizleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Soğurulma analiz yöntemlerinin tomografik metotlar kullanılarak yerin üç boyutlu modelleme yöntemleri görseller ile anlatılmıştır. Modern Akustik ve Sinyal İşleme konusunda bilgiler verilmiştir.

Soğurulma tomografisi, hız tomografisinde olduğu gibi yerkürenin yapısının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda üç boyutlu tomografik yöntemlerin geliştirilmesi soğurulma tomografisinin kullanımının yaygınlaşmasını sağlamaktadır. Sismik ağların geliştirilmesi ile artan veri kalitesi ve bilgisayar yazılımlarındaki gelişmeler yerin fiziksel özelliklerinin daha net ortaya konulmasını, diğer bir ifade ile daha yüksek çözünürlüklü sonuçların elde edilmesini imkan vermektedir. Yerküre yapısının belirlenmesi yanında son yıllarda enerji kaynaklarının araştırılması, zemin incelemeleri, madencilik ve mermercilik sektörleri olmak üzere birçok alanda soğurulma tomografisi yaygın olarak kullanılmaktadır. Jeofizik ve Jeoloji Mühendisliği başta olmak üzere yer bilimlerini ilgilendiren tüm mesleki alanlarda, inşaat mühendisliği, akustik mühendisleri ve heterojen ortam kaynaklı dalga yayılımı ile ilgilenen araştırmacıların da ilgisini çekmektedir. Ayrıca bu alanlarda eğitim alan ve lisansüstü eğitim yapan öğrenciler için önemli bir kaynak niteliğindedir.

Şakir Şahin

Deprem dalgaları son otuz yılda geniş ölçekte ve yüksek hassasiyette kayıt edilmektedir. Yer kabuğundaki titreşimleri takip etmek için ivmeölçer ve hızölçer gibi farklı sensörlerin geliştirilmesiyle birlikte yeraltına ait birçok parametre ölçülerek yer kabuğuna ait bilinmezlikler ortaya çıkarılmıştır. Bilim dünyasında yaşanan bu



gelişmelerin yanında deprem konumunun ve deprem büyüklüğünün hesaplanmasındaki bazı özel durumlar sebebiyle ulusal ve uluslararası ölçekteki kurumların yayınladığı deprem parametrelerinde farklılıklar olabilmektedir. Bu bölümde deprem konumlarının ve deprem büyüklüklerinin hesaplanırken hangi parametrelerin önemli olduğu örnekler üzerinden açıklanmıştır.

Çağlar Özer

Bilindiği üzere depremler dünyadaki en tehlikeli ve yıkıcı doğal olayların başında gelir. Dolayısıyla depremlerin yeri, zamanı ve büyüklüğünün tahmini üzerine yapılan çalışmalar son yıllarda büyük ivme ve önem kazanmıştır. Eğer depremlerin bölge-zaman-magnitüd oluşumları istatistiksel bir tabanda açıklanabilirse, depremlerin davranışları gelecekte olması muhtemel depremlerin tahmininde oldukça önemli önemli hale gelir. Buna bağlı olarak ta kısa, orta ve uzun vadede deprem tahmini yapabilen birçok farklı algoritma geliştirilmiş, Türkiye ve Dünya'nın farklı birçok deprem bölgesi için bu yöntemlerin sonuçları tartışılmıştır. Bu çalışma kapsamında ise tektonik ve deprem oluşumları açısından Türkiye'nin en aktif kuşaklarından biri olan Doğu Anadolu Fay Zonu ve civarında, farklı yöntemlere ait parametreler birlikte analiz edilerek elde edilen çoklu parametre sonuçlarının bu bölgedeki gelecek güçlü/büyük depremlerin tahmini ve güncel deprem tehlikesi için kullanılabilirliği ilk olarak test edilmiştir. Bu parametrelere ek olarak, orta vadede deprem tahmini ve tehlikesi için birincil, daha güvenilir ve daha doğru yorumlar ortaya koyabilme adına farklı jeofiziksel, jeolojik ve jeodezik değişkenleri içeren çalışmalarla kapsamlı bir tartışma yapılmıştır. Dolayısıyla, istatistiksel modeller ve bu model parametrelerin deprem tahmininde kullanımı hakkında birçok kavram ve uygulamayı içeren bu eserin deprem tahmini ve tehlike analizleri konusunda önemli bir boşluğu dolduracağı ve temel ilgi alanı depremlerin önceden tahmini ve kestirimi olan araştırmacılara büyük katkılar sağlayacağı kanaatindeyim. Başta Editör olmak üzere bu çalışmanın değerlendirme ve basım sürecinde katkıda bulunan herkese, kendi zamanlarından çaldığım ve manevi desteklerini esirgemeyen eşim Merve ile oğlum Tanhu Eymen ve kızım Mihrimah Aşem'e teşekkür ederim.

Serkan Öztürk

Deprem kaynaklı yer yüzeyinde meydana gelen kuvvetli yer hareketi miktarının sığ zemin koşulları ile ilişkisi yer tepkisi parametreleri ile ortaya konulmaktadır. Bu kapsamda bölgedeki temel kaya üzerindeki sedimanter tabakaların kalınlık, hız ve yoğunluk bilgisinin yanı sıra temel kaya derinlik geometrisinin de deprem dalgalarının girişiminde ve frekans içeriğinde etkili olduğu bilinmektedir. Yerleşim alanlarının ve nüfus yoğunluğunun havza içindeki dağılımı deprem yer hareketine maruziyet koşullarını ortaya koyar. Hasar görebilirlik değerlendirmeleri yapılarak belirlenen kayıp analizi ve risk hesaplamalarının sahayı temsil edebilecek güvenilirlikte olması için yukarıda belirtilen yerel zemin koşullarının havzanın tamamı için belirlenmesi gerekir. Temel kaya derinliği ve sedimanter tabakaların kalınlığının belirlenmesinde en hızlı ve ekonomik jeofizik yöntemlerden birisi mikrotremor ölçümleridir. Bölüm 4’de bu yöntemden elde edilen zemin hakim frekansı ve temel kaya derinliği Eskişehir Havzası örneğinde tartışılmıştır.

Muammer TÜN

Yerel zemin tabakalarının dinamik davranış özelliklerinin belirlenmesine yönelik olarak mikrotremor yönteminin kullanılması günümüzde oldukça yaygındır. Özellikle deprem mühendisliği ve mühendislik sismolojisi çalışmalarının vazgeçilmezi haline gelmektedir. Çalışma kapsamında deprem riski yüksek bir bölge olan İzmir’in Bornova ilçesinde SESAME kriterleri göz önüne alınarak, 154 noktada mikrotremor ölçümü alınmıştır. Ölçümler, Bornova grabeninde yerleşimin en yoğun olduğu mahalleler olan Kazım Dirik, Erzene ve Ergene’de gerçekleştirilmiştir. GEOPSY yazılımı ile değerlendirilen mikrotremor verilerinden elde edilen HVSR veri dosyası, SESAME projesi kapsamında belirlenen kriterlerin kolaylıkla incelenebilmesi için hazırlanmış olan Microsoft Excel tabanlı bir program ile değerlendirilmiştir. 154 noktada güvenilir zemin hakim frekansı elde edilirken, 134 noktada belirgin doruk koşulları sağlanmıştır. Ölçümlerin örnekleme aralığı yaklaşık 200 metre olup, her noktada en az 40 dakika ölçüm alınmıştır. Zemin hakim titreşim periyotları incelenen alanın tümü için hesaplanmıştır. Ayrıca H/V oranı, bölgedeki ana kaya derinliği, yerel katmanların kayma dalgası hızları gibi dinamik zemin parametreleri haritalandırılmış ve yorumlanmıştır. Bornova’nın incelenen alanlarında yerel zemin koşullarının çok hızlı değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Denizhan KOÇAK

Emre TİMUR

Meydana gelen bir depremin yeryüzündeki şiddetini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Deprem-zemin-yapı etkileşimi bir depremin yapılarda oluşturacağı hasarı önemli derecede kontrol etmektedir. Kuvvetli yer hareketi kayıtlarının frekans, süre ve genlik parametreleri meydana gelen depremin kaynak parametreleri ve yerel zemin koşullarından önemli derecede etkilenmektedir. Son yıllarda kuvvetli yer hareketi kayıtları kullanılarak yerel zemin koşulları belirlenmektedir. Yerel zemin özelliklerinin depremin ivmesini arttırdığı geçmiş depremlerde tespit edilmiştir. Bu çalışmada kuvvetli yer hareketi kayıtları kullanılarak yerel zemin özelliklerinin belirlenmesi açıklanarak depremselliği yüksek olan Adana ili için kuvvetli yer hareketi kayıtları kullanılarak yerel zemin özellikleri incelenmiştir.

Erdem BAYRAK

En büyük yer hareketi ivmesi (PGA) deprem esnasında mühendislik yapılarının etkileneceği sismik yükler hakkında bilgi vermektedir. Bu nedenle PGA değerlerinin en az hata ile hesaplanması özellikle sismik tehlike değerlendirme çalışmalarının güvenilirliğinin artmasında önemli rol oynamaktadır. Uzun yıllardır araştırmacılar PGA tahmini için farklı denklemler geliştirmiş ve geliştirmeye devam etmektedir. Bu denklemler oluşturulurken hesaplamalarda zorluklarla karşılaşmaktadır. Yapay Sinir Ağları (YSA) son yıllarda farklı problemlerin çözümünde sıklıkla kullanılmakta ve başarılı sonuçlar elde edilmektedir. YSA'ların hesaplama kapasitesinin yüksek olması PGA tahmininde başarılı ve güvenilir sonuçlar verebileceğini göstermektedir. Bu çalışmada depremselliği yüksek Erzurum şehri ve civarında meydana gelen 1994-2022 yılları arasında kaydedilen 791 depremin ($3.0 \leq M$) parametreleri kullanılarak Çoklu-YSA mimarisine göre PGA tahmini yapılmıştır.

Kaan Hakan ÇOBAN

Bölüm 8, deniz tabanında GB'ya eğimli bir normal fay sistemi tarafından üretilen 7 km derinlikte meydana gelen bir senaryo depremden hareketle İzmir Körfezinde tsunami hareketinin sayısal modellemesi sonucu elde edilen bulguları içermektedir. 30.10.2020 tarihinde Sisam Adası-İzmir açıklarında meydana gelen Mw6.9 büyüklüğündeki depremde 1 vatandaşımızın oluşan tsunami nedeniyle yaşamını yitirdiği, Sığacık Körfezinde 3.8 m tırmanma yüksekliğine ulaşan dalga yüksekliği olduğu gerçeği göz önüne alındığında tsunami tehlikesi, ülkemizin üçüncü büyük kenti İzmir için de büyük bir öneme sahiptir. Bu bölüm, tarihsel ve aletsel dönemde tsunamiden zarar gören İzmir Körfezinde tsunami tehdidinin boyutunu bu bölümde anlatılan senaryo deprem modellemesi ile ele almaktadır. Bulgulara göre en yüksek tsunami dalgasının Eski Foça kıyılarındaki 1.7 m'ye kadar ulaşacağı belirlenmiştir. Yeni Foça ve Ardıç kıyılarındaki dalga yüksekliğinin 1.5 m'ye yükselebileceği öngörülmüştür. Benzer sonuçlar kuzeyde Aliğa ilçesine bağlı Nempört Koyu için de geçerlidir. Bu yerleşimler dışında Urla, Balçova ve İzmir Körfezi'nin iç kesimlerinde dalga yüksekliklerinin 0.5-1.5 m arasında olacağı hesaplanmıştır. Deprem sonrası ilk tsunami dalgasının, depremin 13. dk'sında (episantra 10 km uzaklıktaki Eski Foça'ya ulaşacağı, 17. dk'sında en büyük dalganın (1.7 m) geleceği ortaya konmuştur. Burada suyun, kıyından 235 m içeriye kadar gireceği hesaplanmıştır. Sonraki tsunami dalgalarının ise episantra 26 km mesafedeki Urla'ya 35. dk'da ulaşacağı, dalganın 70 cm tırmanacağı belirlenmiştir. Karaburun'a ise 44. dk'da 80 cm yüksekliğindeki en büyük dalga ulaşacaktır ve ilçe topoğrafyasının denize dik oluşu nedeniyle dalgaların kıyından en fazla 40 m içeri gireceği hesaplanmıştır.

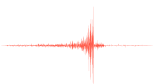
Orhan Polat

G. Güney Doğan

Ahmet C. Yalçiner

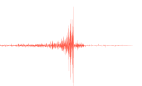
“Deprem Araştırmaları” kitabı özellikle Jeofizik, jeoloji ve inşaat mühendisleri ve tüm yerbilimlerini ilgilendiren araştırmacılar ile bu konularda eğitim alan lisans ve lisansüstü öğrencilerin yararlanabileceği kaynak niteliğindedir. Bilgi birikimleri ve değerli çalışmalarlarıyla bu kitabın hazırlanmasına katkı koyan konularında uzman tüm araştırmacılara sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Nilgün SAYIL



İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1	Soğurulma Tomografisi.....	1
	<i>Şakir Şahin</i>	
BÖLÜM 2	Deprem Konumu ve Deprem Büyüklüğünün Hesaplanmasında Özel Durumlar.....	49
	<i>Çağlar Özer</i>	
BÖLÜM 3	Deprem Tahmini ve Tehlike Analizleri İçin Çoklu Parametre Kullanımı: Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ), Türkiye, Örneği	69
	<i>Serkan Öztürk</i>	
BÖLÜM 4	Yerel Zemin Etkileri.....	117
	<i>Muammer Tün</i>	
BÖLÜM 5	Mikrotremor Verilerinden Güvenilirlik ve Nitelik Analizi*.....	145
	<i>Denizhan Koçak</i> <i>Emre Timur</i>	
BÖLÜM 6	Deprem Kayıtları Kullanılarak Yerel Zemin Özelliklerinin Araştırılması	161
	<i>Erdem Bayrak</i>	
BÖLÜM 7	Yapay Sinir Ağları Tabanlı En Büyük Yer Hareketi İvmesi (PGA) Tahmini..	181
	<i>Kaan Hakan Çoban</i>	
BÖLÜM 8	İzmir Körfezinde Tsunami Hareketinin Bir Sismik Senaryo İçin Sayısal Modellemesi.....	203
	<i>Orhan Polat</i> <i>G. Güney Doğan</i> <i>Ahmet C. Yalçiner</i>	



YAZARLAR

Dr. Öğr. Üyesi Erdem BAYRAK

Atatürk Üniversitesi, Deprem Araştırma Merkezi

 0000-0001-9907-1463

Arş. Gör. Dr. Kaan Hakan ÇOBAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü

 0000-0001-8034-1486

Dr. G. Güney DOĞAN

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Deniz Mühendisliği Araştırma Merkezi

 0000-0002-8638-8792

Jeofizik Y. Mühendisi Denizhan KOÇAK

Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

 0000-0003-1625-4075

Prof. Şakir ŞAHİN

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü

 0000-0001-6345-5270


Doç. Dr. Çağlar ÖZER

Atatürk Üniversitesi, Deprem Araştırma Merkezi

 0000-0001-5401-2013

Prof. Dr. Serkan ÖZTÜRK

Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü

 0000-0003-1322-5164

Prof. Dr. Orhan POLAT

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü

 0000-0001-9490-6839


Dr. Öğr. Üyesi Muammer TÜN

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü

 0000-0002-7118-9977

Doç. Dr. Emre TİMUR

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü

 0000-0003-2084-7164

Prof. Dr. Ahmet C. YALÇINER

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Deniz Mühendisliği Araştırma Merkezi

 0000-0001-8947-7523

