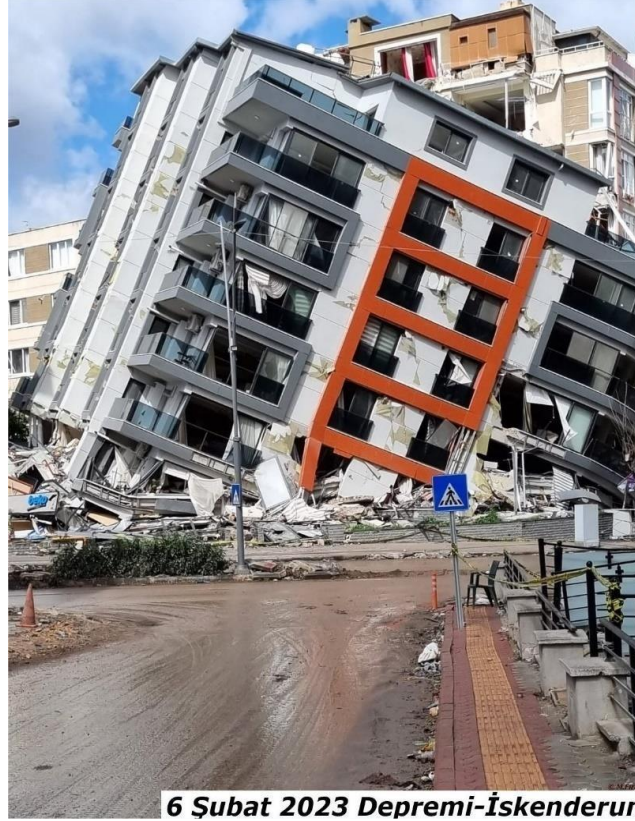




AKTİF TEKTONİK ARAŞTIRMA GRUBU



6 Şubat 2023 Depremi-İskenderun

ATAAG 26. ÇALIŞTAYI Bildiri Özleri Kitabı

01-03 Kasım 2023, İSTANBUL





Aktif Tektonik Araştırma Grubu 26. alıştayı

ATAG 26

01-03 Kasım 2023

Bildiri zleri Kitabı

<https://atag26.bogazici.edu.tr/>

e-mail: atag26@boun.edu.tr

Boğaziçi Üniversitesi
Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü,
Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme Ve Değerlendirme Merkezi,
Kandilli Yerleşkesi-Çengelköy 34684, İstanbul

BOĞAZIÇI ÜNİVERSİTESİ
KANDİLLİ YERLEŞKESİ
FATİN GÖKMEN KONFERANS SALONU

ÖNSÖZ

Güncel tektonik ve depremlerle ilgili araştırmalar çok disiplinli bir yaklaşım gerektirmektedir. Aktif Tektonik Araştırma Grubu (ATAG), Merhum Prof. Dr. A. Aykut BARKA'nın önderliğinde, Türkiye'de depremle ilgili çeşitli bilim dallarındaki araştırmacıları bir araya getiren, gönüllülük esasına dayalı bir öncelik grubu olarak 1997 yılında kurulmuştur. ATAG'ın amacı; ülkemizde aktif tektonik ve deprem konusunda çok disiplinli bilimsel araştırmaların geliştirilmesi ve ulusal düzeyde bilgi birikiminin arttırılması için araştırmacılar ile kurum ve kuruluşlar arasında işbirliği olanakları ve bilgi iletişimini geliştirmek, genç araştırmacıları teşvik etmek ve yönlendirmek, bu amaçla bilimsel toplantı, kurs, seminer ve çalıştaylar düzenlemek olmuştur. Nitekim bu disiplinler arası çalışmaları ülkemizde en iyi harmanlayan yer bilimcilerden birisi de rahmetli Prof. Dr. Aykut BARKA idi. Onun da katkısı ile aktif tektonik çalışmaları günden güne disiplinler arası araştırmalara dönüşmüştür.

Prof. Dr. Aykut BARKA'nın 01 Şubat 2002 tarihinde aramızdan ayrılmasından sonra da bu bilimsel toplantılar yıllık çalıştaylar halinde bugüne kadar başarıyla gerçekleştirilmiştir. Bu yıl yirmialtıncısı yapılacak olan Aktif Tektonik Araştırma Grubu (ATAG) Çalıştayı Prof. Dr. Aykut BARKA'nın aramızdan ayrılmasından sonra da yer bilimci meslektaşları tarafından aksatılmadan sürdürülmüştür.

Temel bilim olarak jeoloji ve özellikle aktif tektonik araştırmalarının jeofizik, jeodezi gibi mühendislik disiplinleriyle işbirliği gereksinimi, özellikle ülkemizde son yıllarda meydana gelen 1999 Gölcük-Kocaeli Doğu Marmara ve Düzce, 2011 Van ve son yaşanan 2023 Kahramanmaraş depremlerinden sonra daha da önem kazanmıştır.

Özellikle bu yıl ülkemizde meydana gelen depremler, ülkemizin ekonomik gelişmesini ve büyüme hızını bile etkileyecek büyüklükte bir problemle karşı karşıya olduğumuzu yeniden gündeme getirmiştir. Deprem olgusu, aktif tektonik konusunda yapılan çalışmaların gerekliliğini ve arttırılmasını vurgular şekilde önümüzde durmaktadır. Bununla beraber, ülkemizde özellikle son yirmi yılda alet, uydu ve iletişim teknolojisinin gelişmesine bağlı olarak aktif tektonik, deprensellik ve sismoloji konularında hızlı adımlar atılmaya başlanmış, yapılan çalışmalarla sorunun derinliğine anlaşılmasında değerli bilgilere ulaşılmıştır.

Bu açıdan bakıldığında ATAG toplantılarının ülkemizdeki bu konuda var olan önemli bir boşluğu doldurduğuna inanmaktayım. Bu yüzden ATAG toplantılarının 26 yıldır süren seri toplantılarının devam etmesindeki önemini vurgulamak isterim.



ATAG 26. alıştayı bu yıl 1-3 Kasım 2023 tarihleri arasında İstanbul'da Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezimiz tarafından Kandilli Kampüsümüzde gerçekleştirilecektir.

Sunulacak bildirilerin ülkemizde deprem biliminin gelişmesine ve ilgili çalışmalara katkı sağlayacağını umarak, yirmialtıncı çalıştayı başarılı geçmesini temenni ederim. ATAG26 alıştayının gerçekleştirilmesine emek veren başta Düzenleme Kurulu Üyelerine, desteklerini esirgemeyen üniversitelerimiz ve kuruluşlarımıza, çalıştaya değerli görüşleri ile destek olan Bilim Kurulu Üyelerine, bildiri göndererek bilimsel destek veren tüm yazarlara ve katılımcılara şükranlarımı sunarım.

Onursal Başkan

Prof. Dr. M. Naci İNCİ

Boğaziçi Üniversitesi Rektörü

Ülkemizde aktif tektonik konusunda çalışan araştırmacıları bir araya getirmek amacıyla 1997 yılında oluşturulan Aktif Tektonik Araştırma Grubu'nun yirmialtıncı toplantısı bu yıl Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami Merkezinin himayesinde Kandilli Kampüsü'nde düzenlenmektedir. Başlangıcından bugüne kadar ulusal çapta yüklendiği görevi başarıyla sürdüren bu oluşum, bilhassa ülkemizde yapılan aktif tektonik araştırmalarının günün bilgi düzeyinde tartışılmasını sağlamıştır. Bugün gelinen noktada artık ülkemizde yapılmakta olan aktif tektonik çalışmalarının daha çok teknolojik katkı ve fayda sağlaması ve uygulamalı bilimlerle daha çok işbirliği içinde olması gereklidir. Nitekim, bu interdisipliner çalışmaları ülkemizde en iyi başaran yer bilimcilerden biri rahmetli Prof.Dr. Aykut BARKA idi. Kendisi bir yandan ülkemizdeki aktif fayların temel jeolojik niteliklerini ve Dünyadaki benzerleriyle kıyaslamasını yaparken bir yandan da bunların boru hatları, otoyol, viyadük, tünel vb mühendislik yapıları üzerindeki olası etkileri üzerine önemli araştırmalar yapmıştır. Böylece, aktif tektonik çalışmalar, yavaş da olsa günden güne interdisipliner araştırmalara dönüşmüştür. Çalıştayı, sona ermiş çalışmaların yanı sıra belirli bir olgunluğa erişmiş, halen sürdürülmekte olan çalışmaların sunulacağı, özellikle genç araştırmacıların, öğrencilerin aktif katkılarının izleneceği bir forum şeklinde gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir.

Düzenlenen bu çalıştayda 3 çağrılı konuşma, 34 sözlü ve 10 poster olmak üzere toplam 47 bildiri sunulacaktır. Ülkemizin çeşitli üniversitelerinden ve yer bilimleriyle ilgili değişik kuruluşlarından gelerek ATAG 26. Çalıştayı'nın gerçekleştirilmesine bilimsel destek sağlayan bütün katılımcıları İstanbul'da ve Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü'nde görmekten büyük bir mutluluk duyduğumuzu belirtirken, emeği geçen tüm kamu kurum ve kuruluşlarına ve sözlü/poster sunumlarla ya da dinleyici olarak katılan ve toplantının bilimsel niteliğinin sağlanmasında bizlere destek veren tüm katılımcılara şükranlarımızı sunarız.

Ayrıca çalıştayı düzenlenmesinde her türlü katkı ve yardımı esirgemeyen Boğaziçi Üniversitesi Rektörlüğü'ne, Doğal Afet Sigortalar Kurumu (DASK)'na, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası (JMO) ve Jeofizik Mühendisleri (JFMO) Odası'na, Sentez Tic.Ltd.Şti., DenAr Deniz Araştırmaları A.Ş., Baytekin Teknik Cihazlar Ticaret Ltd. Şti'ne ve Düzenleme Kurulu adına teşekkür ederiz.

ATAG 26 Çalıştayı Düzenleme Kurulu Adına

Prof. Dr. Haluk ÖZENER

Kurullar

Düzenleyen

(Boğaziçi Üniversitesi-BÜ)

Onursal Başkan

Naci İNCİ (Rektör – Boğaziçi Üniversitesi)

Düzenleme Kurulu

Haluk ÖZENER (Başkan) (Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve DAE.)
Doğan KALAFAT (Sekreter) (Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve DAE.-BDTİM)
Selda ALTUNCU POYRAZ (Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve DAE.-BDTİM)
Musavver Didem CAMBAZ (Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve DAE.-BDTİM)
Kıvanç KEKOVALI (Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve DAE.-BDTİM)
Tuğçe ERGÜN (Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve DAE.-BDTİM)
Yavuz GÜNEŞ (Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve DAE.-BDTİM)
Şule GÜRBOĞA (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)
Ökmen SÜMER (Dokuz Eylül Üniversitesi)

Bilimsel Kurul (Alfabetik sıra)

Cengiz ZABCI (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doğan KALAFAT (Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve DAE.)
Erhan ALTUNEL (Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi)
Mahmut G. DRAHOR (Dokuz Eylül Üniversitesi)
Mustafa Cengiz TAPIRDAMAZ (TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi)
Onur TAN (İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa)
Ökmen SÜMER (Dokuz Eylül Üniversitesi)
Semih ERGİNTAV (Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve DAE.)
Serdar AKYÜZ (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Şule GÜRBOĞA (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)

Yayın Kurulu

Doğan KALAFAT (Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve DAE.-BDTİM)
Selda ALTUNCU POYRAZ (Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve DAE.-BDTİM)
Musavver Didem CAMBAZ (Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve DAE.-BDTİM)
Kıvanç KEKOVALI (Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve DAE.-BDTİM)
Tuğçe AFACAN ERGÜN (Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve DAE.-BDTİM)
Mustafa UĞUR TEOMAN (Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve DAE.-BDTİM)
Erhan ALTUNEL (Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

DAVETLİ KONUŞMALAR

- Doğu Özbekistan'ın aktif tektoniği ve dünya bilim tarihindeki yeri, Orta Asya** 11
Ali KOÇYİĞİT
- Türkiye'de Deprem Ağlarının Gelişimine Tarihsel bir Bakış: Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) Deprem Ağı** 13
Doğan KALAFAT
- Depremlerin Lokasyonu** 15
Cemil Gürbüz
- SÖZLÜ SUNUMLAR**
- Kıt'asal Doğrultu Atımlı Fayların 'Düzensiz' Sismik Davranışına Bir Örnek: Kuzey Anadolu Fayı** 17
Cengiz Zabcı, Erhan Altunel, H. Serdar Akyüz
- Depremini Bekleyen Kent: Erzurum, Doğu Anadolu, Türkiye** 18
Akın Kürçer, Ahmet Bayrak, Çağatay Çal, Halil Gürsoy
- Deprem Tahmin Çalışmaları Yerine Deprem Hasar Tahmin Çalışmalarına Yönelmek: İşe yarıyor mu?** 19
Sedat İnan
- İğdır'da, Diri Faya Meydan Okuyan Bir Baraj Gövdesi Yükseliyor** 20
Esen Arpat
- Kuzey Anadolu Fayı İsmetpaşa Segmentindeki Krip Hareketinin Jeodezik Ölçüler ile Zamansal ve Mekansal Değişimi** 21
Alpay Özdemir, Uğur Doğan, Jorge Jara, Ziyadin Çakır, Semih Ergintav, Romain Jolivet
- Hazar Gölü (Elazığ) ve Çevresini Etkileyen Geçmiş Deprem Kayıtlarının Sediment Karotlarında Çoklu Parametre Yöntemler ile Belirlenmesi** 22
Kürşad Kadir Eriş, Gülsen Uçarkuş, Nurettin Yakupoğlu, Erdem Kırcan, Mehmet Köküm, Asen Sabuncu, Cerennaz Yakupoğlu, Ahmet Şaşmaz, Doğa Dila Gökgöz, Dursun Acar
- Pütürge Fayı'ndaki Depremleri Kaynak Parametrelerinin Kuvvetli Yer Hareketi Simülasyonları ile Tespiti** 23
Onur Batman, Gülüm Tanırca
- Doğu Anadolu Fay Sistemine meydana gelen 06 Şubat 2023 depremlerinde Malatya ve civar yerleşimlerde meydana gelen büyük yıkım; Malatya havzası'nın güney sınırını oluşturan Çöşnük Fayı'nın reaktivasyonu ve hasardaki rolü (GD Türkiye)** 24
Yaşar Ergun Gökten ve Doğan Kalafat
- Büyük Depremlerin Belirlenmesinde Öncü Depremlerin Kullanımı; 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri Özelinde Global Bakış Açısından Yeni Bir Değerlendirme** 25
Ökmen Sümer, Semih Eski, Çiğdem Tepe
- 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş (Türkiye) Deprem Dizisinin Artçı Şok Özellikleri** 26
Onur Tan
- 6 Şubat 2023 Depremleri Sonrası Doğu Anadolu Fayı'ndaki Pütürge ve Erkenek Segmentleri Arasında Kalan Kısımın Deprem Üretme Olasılığının Sorgulanması** 27
Seda Özarpacı, Uğur Doğan, Semih Ergintav, Cengiz Zabcı, Ziyadin Çakır, Alpay Özdemir, Efe Turan Ayruk, İlay Farımaç, Muhammed Turğut
- 06 / 02 / 2023 Tarihli, M 7.7 ve M 7.6 Kahramanmaraş Depremlerinin Yüzey Kırığı, Yanal Atım, Büyüklük İlişkisi ve 20 / 02 / 2023 Tarihli, M 6.3 Hatay Depremi ile Birlikte Aktif fay – Tektonik Ortam** 28
Bülent Doğan, Fuat Erkül, Fatih Şen, Enes Zengin, Sema Alaçam, Neşe Çakıcı Alp, Ömer Aydoğan, Arif Nihat Akçal

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Mw7.8 Depremi Kompleks Dinamiği Yasemin Korkusuz Öztürk, Nurcan Meral Özel, Ali Özgün Konca	29
6 Şubat 2023 Depremlerinin Başlangıcı Olan Narlı Fayı'na Ait Bulgular: Yüzeyle Gelişen Karmaşık Deformasyon Yapılarının Maraş Üçlü Eklemleri ile İlişkisi ve Tetiklenmiş Obrukların Doğal Afetlere Etkisi Havva Neslihan Kıray, Cengiz Zabcı, Erdem Kırcan, Gürsel Sunal, Nurettin Yakupoğlu, Asen Sabuncu, H. Serdar Akyüz	30
2023 Güneydoğu Türkiye Sismik Dizisi: Karmaşık Bir Fay Ağının Yırılması Pınar Büyükkapınar, Gesa Petersen, Felipe Orlando Vera Sanhueza, Malte Metz, Simone Cesca, Kenan Akbayram, Joachim Saul, Torsten Dahm	31
6 Şubat 2023 Maraş depremleri sonrası acil deprem sismik gözlem çalışmaları Mehmet Ergin, Ekrem Zor, Eric Sandvol, Zhigang Peng, Adil Tarancioğlu, M.Cengiz Tapırdamaz, Cem Açıkgöz, Fatih Sevim	32
6 Şubat 2023 Depremleri Sonrası Sahaya Özel Zemin Davranış Analizlerinin Önemi Süleyman Gücek, Kamil Bekir Afacan	33
6 Şubat 2023 Pazarcık Depremi (Mw 7.7) ışığında Gölbaşı Havzası'na yönelik tektonik ve paleosismolojik çıkarımlar Erdem Kırcan, Gülsen Uçarkuş, Cengiz Zabcı, M. Ersen Aksoy, Mehmet Köküm, Demet Biltekin, Dila Doğa Gökgöz, Havva N. Kıray, H. Serdar Akyüz	34
Kahramanmaraş (Pazarcık) Depremi (Mw: 7.8) ile oluşmuş kütle hareketlerine bir örnek; Tepelan Kaya Kayması Ökmen Sümer	35
Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri Deprem Sonrası Dönem (Postsismik) Yer Değiştirmelerinin InSAR ile Takibi Ahmet M. Akoğlu, Cengiz Zabcı, Ziyadin Çakır	36
6 Şubat 2023 Depremlerinden Etkilenen Tarihi Yapılarda Restorasyon Öncesi GPR Yöntemi Uygulamaları: Kahramanmaraş Ulu Camii Örnek Çalışması Cahit Çağlar Yalçınır, Yunus Can Kurban, Mohammed Hawwas Hawwas Hayas, Halil Erdim Sarıtepe	37
06 Şubat 2023 Kahramanmaraş-Pazarcık ve 20 Şubat 2023 Hatay-Defne Depremlerinin Hatay Güzelburç Bölgesinde Sebep Olduğu Yüzeyle Deformasyonunun InSAR SBAS Yöntemi ile İncelenmesi Şükrü Onur Karaca, Gültekin Erten, Semih Ergintav	38
Moment Tansör Çözümünün Avantajları: Ege Aktif Tektonizmasında Karşılaştırmalı bir Örnek Mehmet Utku, Recep Çakır, Hasan Sözbilir, Doğan Kalafat, Mustafa Softa, A. Hüsnü Eronat	39
30 Ekim 2020 Mw 6.9 Sisam Depremi Sonrası Kuşadası Körfezi İçindeki Fayların Depremselliğinin ve Aktif Tektonik Özelliklerinin Belirlenmesi Gülsen Uçarkuş, Derman Dondurur, Denizhan Vardar, K. Kadir Eriş, Devrim Tezcan, Neslihan Ocakoğlu, Aslıhan Dondurur, Nurettin Yakupoğlu, Erhan İlkmen, Figen Eskiköy ve Semih Ergintav	40
Aktif Tektonik Sistem İçerinde Biga Yarımadası ve Çevresi Tolga Komut	42
SPAC Yöntemi ve Derin Sondajlar ile Mühendislik Anakayası Seviyesi Belirleme Çalışmaları: İzmir İli Bornova İlçesi İlkeli Sonuçlar Eren Pamuk, Özcan Bektaş, Aydın Büyüksaraç	43
İzmir İç ve Dış Körfezi Aktif Faylarının ve Stratigrafisinin Deniz Sismiği Verileriyle İncelenmesi Aslıhan Nasıf, Özkan Özel, Orhan Atgün, Derman Dondurur, Denizhan Vardar, Mahmut Göktuğ Drahor, Ökmen Sümer	44

Foça-Karaburun Açıklarının Aktif Tektoniği ve Sedimentolojisi	45
Derman Dondurur, Aslıhan Nasif, Denizhan Vardar, Orhan Atgın, Özkan Özel, Murat Ayaz, K. Nesil Kaçar	
Bornova Havzası (İzmir) S-dalga Hız Yapısının Mikrotremör Dizin Ölçümleriyle Belirlenmesi	46
Özlem Karagöz, Onur Tan, Muammer Tün, Ökmen Sümer, Atilla Ongar, Meriç Aziz Berge, Mahmut Drahor, Hiroaki Yamanaka	
Bornova Havzası'nın Tümlleşik Yerbilim Araştırması: Ön Bulgular	47
Mahmut Göktuğ Drahor, Ökmen Sümer, Onur Tan, Meriç Aziz Berge, Özlem Karagöz Tan, Atilla Ongar, Ertuğ Öner, Serdar Vardar, Aylin Karadaş, Caner Öztürk, Rifat İlhan, Semih Eski, Ali Cankurtaranlar, Muammer Tün, Hiroaki Yamanaka	
Makine Öğrenmesi Teknikleri ile Deprem Parametrelerinin Tahmini: Türkiye Veri Seti Uygulaması	48
Fahrettin Kuran, Gülüm Tanırcan, Elham Pashaci	
KB Türkiye'de yapılan deniz çalışmalarına bir örnek: Marmara Denizi	49
Doğan Kalafat, Yojiro Yamamoto, Narumi Takahashi, Zafer Öğütçü, Remzi Polat, Tuğçe Ergün, Özkan Çok, Murat Suvarıklı, Ali Pınar, Cemil Gürbüz, Motoyuki Kido, Yoshiyuki Kaneda, Haluk Özener	
Marmara Bölgesi Deprem Erken Uyarı Sistemi	50
Süleyman Tunç, Berna Tunç, Deniz Çaka, Emrah Budakoğlu ve Şerif Barış	
POSTER SUNUMLAR	
EMS-98 Ölçeğine Göre 26.12.1939 Erzincan (M 7.8) ve 20.12.1942 Erbaa (M 7.0) Depremlerin Makrosismik Şiddet Değerlendirmesi ve Sismogramların Sayısallaştırılması	52
Tuğba Kurtuluş, M. Ersen Aksoy	
Doğu Anadolu Fayı'nın Palu ve Pütürge Segmentlerinin Deprem Döngüsünün Araştırılması	53
Mehmet Köküm, Havva Neslihan Kıray, Cengiz Zabcı, H. Serdar Akyüz, Erhan Altunel, Semih Ergintav, Abdulrahman Elhisso	
Muğla Çevresinde Yer Alan Normal Faylar Üzerine Bazı İksel Morfolojik Gözlemler (Muğla, Yatağan ve Beyağaç fayları, GB Anadolu)	55
Atilla Koyuncu, M. Ersen Aksoy	
Genç Türk akademisyenlerden çağrı: Depreme dayanıklı bir Türkiye ancak "deprem kültürü" ile mümkün	56
Pınar Büyükkakpınar, Ezgi Karasözen, Deniz Ertuncay, Emre Havazlı, Elif Oral	
Beklenen İstanbul Depremi Öncesi İstanbul ili Genelinde Riskli Alan ve Yapılara ait Saha Envanter Çalışması ve Etki Analizleri	57
Hilal Yalçın, Umut Can, Can Dağdelen	
Muğla Bölgesi Deprem Aktivitesinin Sismoloji ve InSAR ile İncelenmesi: İlk Sonuçlar	58
Livane Ezgi Ahi, Murat Ersen Aksoy, Esra Çetin-Kasa	
Ölüdeniz Fay Zonu' nun Akabe Körfezi'ndeki Paleosismik Davranışı	59
Zeynep Bektaş, Ulaş Avşar, Matthieu Ribot, Yann Klinger, Sigurjón Jónsson	
Normal faylar için fay kırığı deprem büyüklüğü ilişkileri üzerine eleştirel bir inceleme	60
Muhammed Nur Abdullah, M. Ersen Aksoy	
Çandarlı Körfez ve Yakın Çevresinin Miyosen-Kuvaterner Tektonik Evrimi	61
Tuba İslam, İrem Elitez, Cenk Yaltrık	
Ara sedimanter seviyelerdeki deformasyonların alt tektonik yapı ile ilgili bilgi almayı etkileyen durumları	62
Dursun Acar, Emin Demirbağ, Hülya Kurt, Neslihan Ocakoğlu	

BİLDİRİ ÖZLERİ

DAVETLİ KONUŐMACILAR

DAVETLİ KONUŞMACI - 1

Active tectonics of Eastern Uzbekistan and its place in history of world science, Central Asia

Ali Koçyiğit^a

^aActive Tectonics and Earthquake Research Laboratory, Department of Geological Engineering, Middle East Technical University, Ankara, TR-0531, Türkiye, (e-mail: alikoçyigit45@gmail.com)

My presentation consists of two basic sections based on content. These are: (1) the place of Uzbekistan in the history of world science, and (2) active tectonics of Eastern Uzbekistan. Geographically the Asia is divided into three parts. These are, from east to west, Eastern Asia, Central Asia and Western Asia or Asia Minor (Turkey). From east to west, respectively, these regions have been homelands of Turks since the 7th century BC. Uzbekistan is located in Central Asia and drained by two large drainage systems, namely the Syr Darya (Seyhan) and Amu Darya (Ceyhun). The area bounded by these two River systems is termed as the Maverannehir, which was the second major homeland of Turks from 8th century to 11th century. Two big historical cities, namely the 2.7 thousand years old Semerkand and Buhara cities are also included in the Maverannehir.

One of the well-known scientists in Uzbekistan is Ulug Beg. He was born in Sultaniye (Azerbaijan) 1394 and died Semerkand 1449. Indeed he was grandchild of Timur Han (Timurlenk). Ulug Beg was dealing with positive sciences such as mathematics, physics and astronomy. He established Semerkand Observatory at the place 4 km ENE of recent Semerkand 1421, and studied there together with Ali Kuşcu, Kadızade Rumi and Gyaseddin Cemşid. Their joint studies led to some new findings in 14th century. These are. (1) determination of sun, moon, stars and some others planets, in particularly, their distances to the world; (2) the length of a year (365 days, 6 hours) with a difference of 15 seconds from those of calculated by the modern technology in the present, (3) preparation of stars tables. Consequently, Ulug Beg was known well not only in Uzbekistan but also on the world. For this reason, a title of 15th century astronomer on the world by the International Astronomical Union. They also gave his name to the observable surface of the moon as the Ulug Beg Crater. The other famous scientist in Uzbekistan was İbni Sina. He was born in the Afshana settlement included in Buhara City in 980 and died in Hamadan 1037. As in the case of Ulug Beg, İbni Sina was also dealing with both the social and positive sciences such as the philosophy, mathematics, physics, chemistry, astronomy and medicine. He first determined some microorganisms leading to the terminal illness in the historical period with the lack of microscope, and then wrote down a book titled 'Law of Medicine'. This book was translated into Latin and then used as a text book in Europe for long time (for seven centuries). In addition, his name was given to a medicine faculty, namely the İbni Sina Medicine Faculty of Ankara University in Turkey.

The second section of my talk is related to the active tectonics of Eastern Uzbekistan. The seismicity of Eastern Uzbekistan is quite high. Three type localities were chosen in order to be understood the source of the seismicity in this region. These are, from NW to SE, Tashkent, Angren and the Fergana Valley, respectively. The first two of them are Quaternary pull-apart basins bounded by strike-slip faults. The last one is a complex structure characterized by the combination

of both the pull-apart and intermountain basins. However, the intermountain character is prominent owing to the relationship between the margin-boundary faults and the field stress state prevailing in this region. The main source of the seismicity in Central Asia is the Talas-Fergana Fault System (TFFS). It is one of the largest intracontinental strike-slip fault systems. It is a 2000 km long and NW-trending dextral strike-slip fault system located between Karatau (Kazakistan) to the northwest and the Tarim Basin (China) to the southeast. It formed at the end of Permian-Triassic time, but reactivated episodically at different times such as the Jurassic, Paleogene, Neogene and in the present owing to the lasting convergence between the Tien Shan and Pamir, i.e., between Asian and Indian plates. The maximum dextral strike-slip displacement accumulated on the TFSS is about 220 km based on the offset Carboniferous suture, namely the south Tien Shan Suture or Turkistan Suture.

The Fergana Basin is one of the largest intermountain depression formed across the western Tien Shan Mountains and the Turkistan Suture running along the northern foot of the Pamir Mountains. It is a 9-120 km wide, 300 km long, E-W trending and eastwards widening balloon-shaped depression. Topographically it is bounded by the Chatkal Range (western section of Tien Shan Orogenic Belt) in the north, Fergana Range in the east, and the Gessar-Alai Range (northernmost extension of the Pamir Orogenic belt) in the south. The relief of the “Fergana Valley” or Fergana Depression is about 5224 m ($5544\text{m} - 320\text{m} = 5224\text{m}$). It is also the center of both the cotton and silk worm, because it is located on the Great Silk Road. Structurally, the Fergana basin is controlled by the north- and south-dipping reverse to thrust faults, NE- and NW-trending sinistral to dextral strike-slip faults. The most diagnosing structure controlling the development of the basin is the NW-trending dextral Talas-Fergana Fault System. The Fergana basin is filled by a totally 8 km thick jurassic to Quaternary sedimentary sequence with the intervening significant time gaps (erosional surfaces). The last and regional two of them are located between the Eocene and Oligo-Miocene units. These are regional angular unconformities, which correspond to the very rapid exhumation of Pamir Orogenic Belt. The second regional angular unconformity is located between the Plio-Quaternary fluvial sedimentary sequence and the underlying pre-Pliocene rocks. This last angular unconformity indicates that the most of slip from the thrust to reverse faults has been transferred to the strike-slip faults. This situation obviously implies to the onset of the strike-slip tectonic regime in Central Asia. Consequently, the Fergana depression started to develop as an intermountain basin under the control of reverse-thrust faults during the Late Oligocene-Early Miocene but it underwent to the control of the strike-slip tectonic regime during the Plio-Quaternary time.

DAVETLİ KONUŞMACI - 2

Türkiye’de Deprem Ağlarının Gelişimine Tarihsel bir Bakış: Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) Deprem Ağı

Doğan KALAFAT^a

^a) Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü-BDTİM, Çengelköy-İstanbul

(e-mail: kalafato@boun.edu.tr)

Deprem Ağları, depremlerin gerçek zamanlı izlenmesi konusunda değerli bilgiler vermektedir ve çok farklı problemlerin çözümüne yönelik olarak değişik konularda kullanılmaktadır. Örnek vermek gerekirse; Yer yapısının, Kıtasal ve Okyanusal kabuk yapısının, Nükleer patlatmaların, Volkanik titreşimlerin araştırılması, Sismik Tomografi, Litosfer, Manto ve Çekirdek’in yapısı ile ilgili araştırmalar, Arama Sismolojisi, Deniz Sismik Araştırmaları, Tsunamiler, Rezervuar Tetiklemeli Sismisite, Gezegenlerdeki titreşimlerin araştırılması gibi pek çok konuda katkı sunmaktadır. İlk mekanik sismograf 1875’de İtalya’da, 1881’ de Japonya’da, 1896’da Türkiye-Kandilli’de ve 1897’de ABD’de kurulmuştur. Dolayısı ile 19. yüzyılın başından itibaren depremlerin sismograflar vasıtası ile izlenmesi başlamıştır.

Ülkemizde Aletsel Sismolojinin ve buna bağlı olarak deprem ağı tarihsel gelişiminde 3 önemli dönem vardır. Bunlar; İmparatorluk Dönemi, Cumhuriyet Dönemi ve Yakın Tarih dönemidir. Deprem ağı gelişmesinde ise 2 tarih çok önemlidir. 1894 İstanbul-Doğu Marmara Depremi ve 1999 İzmit-Gölcük ve Düzce Depremleri.

İlk sismograflar 1880’de Japon depremlerini kaydetmek amacı ile yapılmıştır. Bundan sonra Wiechert 1903’de mekanik sismografin, Galitzin’de 1911’de elektromagnetik sismografin kuramını oluşturmuşlardır. Aynı yıllarda İtalya’da Agamennone, Cancani 1892’de deprem kaydına yönelik büyük sarkaçlar oluşturmuşlardır. 1910-1940 yılları aletsel sismolojinin en hızlı geliştiği dönemdir. 1935’de C.F. Richter kaydedilen genliğe bağlı olarak depremin büyüklüğünü (Ml) tanımlamıştır.

Osmanlı coğrafyası Alpler’den başlayıp Himalaya Dağları’ndan geçen ve dünyanın sayılı deprem kuşaklarından sayılan faal bir hat üzerinde yer alır. Bu nedenle tarih boyunca hafif ve şiddetli olmak üzere birçok sarsıntıya maruz kalan bölgede, siyasî ve jeopolitik öneme sahip olan İstanbul depremleri ön plana çıkar. Osmanlı hâkimiyeti altında İstanbul’da meydana gelen ilk büyük deprem 16 Ocak 1489 tarihiyle kaydedilir. 22 Ağustos 1509’daki sarsıntı ise yarattığı büyük tahribat ve korku nedeniyle “küçük kıyamet” (*kıyamet-i suğra*) ismiyle anılır ve padişah II. Bayezid’in Edirne’ye gitmesine sebep olur. Keza 30 Nisan 1557, 6 Şubat 1659 ve 11 Temmuz 1690’da meydana gelen depremler sonucunda birçok yapı hasara uğrar ve halk panik içinde dışarıda konaklamak zorunda kalır.

Rasathane’nin deprem çalışmalarıyla esasen ilgilenmesi XIX. yüzyılda Osmanlı İmparatorluğu’nda meydana gelen en büyük doğa olaylarından biri sayılan ve *1894 Depremi* olarak adlandırılan sarsıntı sebebiyle gerçekleşir. 10 Temmuz günü öğle vakti yaşanan sarsıntı halk arasında büyük korku ve telâşa neden olduğu gibi sosyo-psikolojik açıdan da derin tesirler yaratır. 10 Temmuz 1894 Depremi’nin devlet ve halk üzerinde yarattığı etkiden sonra bir sismograf edinmek suretiyle Rasathane’de deprem şubesi açılmasına karar verilir. II. Abdülhamid bir Rasathane inşa edilmesini emreder.

II. Abdülhamid, 1894'de İstanbul'da meydana gelen büyük depremin bilimsel bir şekilde araştırılmasını istemiş ve bu amaçla Atina Rasathanesi Müdürü Demetrios Eginitis'i İstanbul'a davet etmiştir. Eginitis, İstanbul Rasathane Müdürü Aristide Coumbary (Kumbari) Efendi ve yardımcısı Emil Laconie Efendi ile elde edilen birçok bilgiye dayanılarak, çeşitli bölgelerde depremin devam ve büyüklüğüne ilişkin ayrıntılı bir rapor hazırlanmış ve 20 Ağustos 1894 tarihinde padişaha sunmuşlardır.

1894 Büyük İstanbul Depremi'nden sonra rasathanede depremle ilgili sismik ölçüm araçlarının eksik olduğu anlaşılmış, alet alımı için girişimlerde bulunulmuş ve İtalya'ya 2 adet sismograf sipariş edilmiştir. Sismograflardan biri Rasathane-i Amire'ye, diğeri ise Sultan II. Abdülhamid'in ikametgâhı olan Yıldız Sarayı'na yerleştirilmiştir. Bu sismografların kurulması ve işletilmesi için Roma Rasathanesi Deprem Müdürü İtalyan sismologu Giovanni Agamennone, o zamanki hükümet tarafından İstanbul'a resmen çağırılmıştır. Agamennone, İstanbul'da kaldığı iki yıl süresince "Osmanlı İmparatorluğu Zelzele Servisi"ni kurarak bu servis adına 1894-1895 yıllarına ve 1896 başlangıcına ait sismik notlar içeren bir bülten yayımlamıştır.

10 Temmuz 1894 Depremi'nin devlet ve halk üzerinde yarattığı etkiden sonra bir sismograf edinmek suretiyle Rasathane'de deprem şubesi açılmasına karar verilir. Fakat yapılan araştırmalar neticesinde mevcut binanın sismografin yerleştirilmesine uygun olmadığı anlaşılır. II. Abdülhamid, Ocak 1895'de Coumbary, saray mimarı Raimond D'Aranco, Emile Lacoine, Deprem Şubesi Müdürü Agamennone ve Erkân-ı Harbiye Feriki Şakir Paşa'nın seçeceği bir kişiden oluşacak heyetin uygun bulacağı bölgede, bir Rasathane inşa edilmesini önerse de bu gerçekleşmez ve yıllarca süren tartışma ve girişimler sonucunda Rasathane-i Amire'nin 1896 yılında Maçka Silahhanesi karşısındaki bahçeye yapılan deprem şubesi binasına taşınmasına karar verilir. 12 Nisan 1909'da meydana gelen Otuz Bir Mart Vakası'nda Maçka Silahhanesi'nde bir askeri çatışma çıkar ve hem bina, hem de aletleri tahrip edilir; böylece Rasathane'nin faaliyetleri son bulur. Rasathane'nin yıllar boyunca biriktirdiği kayıtların ve aletlerin birçoğu 12 Nisan 1909 isyanı sırasında yok olur. Rasathane binası büyük hasar alır ve kullanılamaz hale gelir.

15 Nisan 1910 tarihinde toplanan Meclis-i Kebir-i Maarif tarafından, Çengelköy İcadiye Tepesi'nde Rasathane'ye uygun bir yer seçilir ve 21 Haziran 1910 tarihinde Mehmed Fatih (Gökmen) Efendi Rasathane-i Amire müdürlüğüne getirilir. 1926 yılında bir takım 3 bileşen mekanik Wiechert sismografin alınması, 1928 de 2 adet Mainka Sismografinin Ankara Belediyesi tarafından Rasathane'ye hediye edilmesi, 1933 te bir takım Galitzin Sismografinin alınması ki dönemin en modern elektro-magnetik sismografıdır, 1948 de elektro-manyetik Coulomb-Grenet Sismografinin ve 1949 da üç takım mekanik Mainka Sismografı alınması gerçekleştirilir. Böylece ülkemizde depremlerin sismograflar vasıtası ile izlenmesi sağlanır. Daha sonra özellikle 2. Dünya savaşı yıllarında ülkemizde bir seri büyük deprem (1939-1945 yılları arası) meydana gelir. Bu depremler ülkemizin bir deprem ülkesi olduğu gerçeğini de ortaya koyar.

1970 yılında Batı Anadolu'da UNESCO desteği ile 12 sabit deprem istasyonu kurulur, böylece ülkemizde bölgesel anlamda ilk deprem ağı çalışır duruma getirilmiş ve daha sonra istasyon sayısı 22'ye çıkarılmıştır.

Ülkemizde depremlerin ciddi anlamda izlenmesine yönelik olarak ikinci büyük atılım 1999 Doğu Marmara Depremleri sonrası olmuştur. Bu tarihe kadar ülke çapında toplam 30 analog kayıtçılı deprem istasyonu sayısı olup, özellikle 2005 yılı sonrası DPT'den alınan kaynak ile mevcut deprem istasyonları modernize edilmiş, tüm donanım, altyapı ve iletişim teknolojisi değiştirilerek modern ve çağın gelişmelerine uygun bir sismik ağ kurulmuştur. Kullanılan donanımlar dünyadaki eş zamanlı gelişmeler takip edilerek seçilmiştir ve geniş-bantlı sayısal formda kayıt yapabilen gerçek-zamanlı çalışan bir ağ kurulumu sağlanmıştır. Deprem istasyonları bilimsel bir metot kullanılarak uygun bir tasarım ile tüm ülke sathına yayılmaya başlanmıştır. İstasyonların yaygınlaşması ve buna paralel depremlerin izlenmesi ile ülkemizdeki depremselliğin boyutu değişmiş ve yıllık deprem miktarında çok önemli bir artış sağlanmıştır. Bu aynı zamanda ülke çapında sismik ağın algılama kapasitesini de olumlu yönde aşağıya çekmiştir. Bugün ülke çapında işletilen 270'e varan deprem istasyonu ile KRDAE, depremlerin gerçek zamanlı olarak izlenmesine, yer bilimlari camiasına açık yakın gerçek zamanlı veri sağlayarak deprem konusunda ulusal ve uluslararası araştırma ve bilimsel yayınların yapılmasına önemli katkı sağlamaktadır.

DAVETLİ KONUŞMACI - 3

ATAG DERSİ

Depremlerin Lokasyonu

Cemil Gürbüz^a

^aBoğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Jeofizik Anabilim Dalı, 34683 Çengelköy, İstanbul (e-mail: gurbuz@boun.edu.tr)

Depremlerin lokasyonu birçok açıdan çok önemlidir. Depremin yerinin, büyüklüğünün, odak derinliğinin ve oluş zamanının doğru belirlenmesi gerekmektedir. Bu bilgiler sayesinde Deprem olayının fiziği, bilimsel amaçlı kullanılmak üzere yeraltının yapısı, mühendislik çalışmalarında, hızlı hasar tespiti ve yardım oluşturma, tektonik yapının belirlenmesi, deprem zararlarının azaltılması çalışmaları, erken tehlike uyarılarının yapılması, nükleer patlatmaların kaydedilmesi ve yerlerinin belirlenmesi gibi bilgileri elde edebiliriz.

Depremlerin lokasyonu için deprem istasyonlarından elde edilen sismogramlar kullanılarak veriler elde edilmektedir. Her bir istasyona ait sismogramlardan P ve S dalgalarının geliş zamanları okunarak gözlemsel veri elde edilir. Bu veri ile birlikte istasyonların lokasyon bilgisi kullanılarak depremlerin yerleri ve büyüklükleri belirlenebilir. Bunun için bir yeriçi hız modeline gereksinim vardır. Bu model yerel, bölgesel ve uzak depremlere göre farklı şekilde elde edilir. Uzak depremlerde IAESPI91 modeli alınarak çözüme gidilirken, bölgesel ve yerel depremlerde yeriçi hız modelinin mevcut deprem verileri ve yapay patlatmalar kullanılarak bulunması gerekir. Bölgenin tektonik yapısı farklı ise bölgeden bölgeye değişen modeller de kullanılmalıdır. Bu yeriçi hız modeli kullanılarak kuramsal olarak P ve S dalgalarının seyahat zamanları hesaplanır. Gözlemsel ve kuramsal seyahat zamanları mukayese edilerek depremin odak noktası, oluş zamanı sına ve yanılma yöntemi ile belirlenebilir.

Depremlerin lokasyonunda her bir depremi ele alarak çözüm aramak yanında birden fazla depremi birlikte kullanılarak çözüme gidilebilir. Bu durumda lokasyon doğrudan değilde rölatif olarak yapılmış olmaktadır. Bu relocation (yeniden lokasyon) yöntemi olarak adlandırılmaktadır. Bunun amacı lokasyonu iyileştirmektir. Yeniden lokasyon için farklı algoritmalar geliştirilmiştir. Burada amaç kurumlar tarafından çözülmüş ilk lokasyon bilgilerini alarak lokasyonu iyileştirilmesidir.

Depremlerin lokasyon problemi bir ters çözüm işlemidir. Sismik dalgalar odak noktasından deprem istasyonuna doğru bir yol izleyerek gelmez. Yer içinin yapısı homojen değil karmaşıktır. Bu nedenle ışınlar eğrisel bir yol izler. Bunun sonucu doğrusal bir denklem ile çözüme gidemeyiz. Doğrusal olmayan bir algoritma ile depremlerin çözülmesi gerekmektedir. Ters çözümü sağlayan muhtelif algoritmalar geliştirilmiştir. Bu algoritmalarından bazıları: HYPO71, HYPOINVERSE, HYPOELLIPSE, HYPOCENTER, HYPOSAT, HypoDD, NonLinLoc, JHD gibi.

Depremlerin çözümü için gerekli olan çok istasyon yanında tek istasyon verisi ile de çözüme gidilebilir. Bu istasyonun üç bileşenli olması ve S/N oranının çok yüksek olması gerekir. Bu genellikle kuyu içi sismograflarından elde edilen veriler için başvurulmuş bir yöntemdir.

Deprem çözümlerinde farklı paket programlar kullanılmaktadır. Otomatik lokasyon yanında depremlerin kaydı alındıktan sonra kullanılan farklı paket programlar vardır. Örneğin SEISAN paket programı ile mevcut veriler kullanılarak lokasyon işlemi yapılabilir. SEISCOMP paket programı ile otomatik çözüm yapılarak anında lokasyon bilgisi elde edilebilir.

BİLDİRİ ÖZLERİ

SÖZLÜ SUNUMLAR

Kıtasal Doğrultu Atımlı Fayların ‘Düzensiz’ Sismik Davranışına Bir Örnek: Kuzey Anadolu Fayı

Cengiz Zabcı^a, Erhan Altunel^b, H. Serdar Akyüz^a

^a İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Müh. Böl. 34469 Maslak, İstanbul (zabci@itu.edu.tr)

^b Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Müh. Böl., 26040 Meşelik, Eskişehir

Kuzey Anadolu Makaslama Zonu (KAMZ) ve onun ana yer değiştirme makaslama olan Kuzey Anadolu Fayı (KAF), doğuda Doğu Anadolu Yığılım Karmaşığı ile batıda Ege Tafrojeni’ni birbirine bağlayan önemli bir kıt’asal doğrultu atımlı fay sistemidir. KAF, 1939 ve 1999 yılları arasında, doğudan batıya doğru göç eden deprem dizisi sonucu yaklaşık 1100 km’lik yüzey kırığı oluşturmuştur. Bu dizi dışında yer alan 1912 Mürefte ve 1949 Elmalı depremlerinde kırılan ~140 km’lik kısım da göz önüne alındığında, KAF üzerinde ülkemiz sınırları içinde sadece doğuda Yedisu ve batıda Marmara Denizi’nde iki adet sismik boşluk bulunmaktadır. Son yüzyılda meydana gelen depremlere ait yüzey kırıklarının yanı sıra, Doğu Akdeniz’in zengin tarihsel kayıtları, KAF’ın deprem davranışının anlaşılmasında önemli bir imkan yaratmıştır. Özellikle son otuz yıldır yapılan hendek ve sualtı karot tabanlı palaeosismoloji çalışmaları, bu zengin tarihsel kayıtların mekânsal olarak konumlandırılmasına olanak sağlamıştır.

Bu çalışma, sadece KAF üzerinde gerçekleştirilen palaeosismoloji çalışmalarının basit bir güncel derlemesini değil, ek olarak bunları farklı fay parçaları ile mekânsal deneştirerek kıt’asal doğrultu atımlı fayların özellikle zamana bağlı sismik davranış karakterinin sorgulanmasını da içerir. Çalışmanın ilk adımında, 100’den fazla farklı yerde açılmış hendeklere ait bir veri tabanı oluşturularak, KAF’ı oluşturan fay parçaları (segmentler) geometrilerine göre sınıflandırılmıştır. İkinci adımda ise sadece sürekli ve güncel deprem kaydı sunan hendeklere ait olay bulguları ve bunları sınırlayan yaşlar, üzerlerinde yer aldıkları geometrik segmentlere göre birleştirilmiş ve sonrasında bu veriler kullanılarak Bayesyen bir yaklaşımla her bir olay için olasılık yoğunlukları hesaplanmıştır. Elde edilen deprem tarihçesi, KAF’ın özellikle orta kesimlerinde var olan veri eksikliğine rağmen, zamana bağlı ‘düzensiz’ bir davranış biçimi sergilediğini göstermektedir. Özellikle büyük geometrik/yapısal sınırların kontrol ettiği depremler hem atım hem de oluşturdukları yüzey kırığı uzunluğu açısından ‘değişken’ bir karaktere sahiptir. Bunlar arasında, özellikle çok sayıda fay parçasının kırılması ile meydana geldiği düşünülen 17 Ağustos 1668 Büyük Anadolu Depremi, mekânsal etki alanı ile 6 Şubat 2023 (Mw 7.7) tarihinde meydana gelen Pazarcık Depremi ile benzerlik göstermektedir. Elde ettiğimiz bu bulgular, belirli bir bölge için gerçekleştirilen sismik tehlike analizlerinin düzenli “deprem tekrarlanma aralığı” kabullerine dayalı bir yaklaşımdan ziyade, özellikle kıt’asal deformasyonun karmaşıklığına dayalı zamansal ve mekânsal olarak sistemin bütününe ele alınarak yapılması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Kuzey Anadolu fayı, paleosismoloji, sismik tehlike

Depremi Bekleyen Kent: Erzurum, Doğu Anadolu, Türkiye

Akın Kürçer^a, Ahmet Bayrak^a, Çağatay Çal^a, Halil Gürsoy^b

^a Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Aktif Tektonik ve Deprem Araştırmaları Koordinatörlüğü, 06530 Çankaya, Ankara (akin.kurcer@mta.gov.tr)

^b Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Merkez, Sivas

Arabistan ve Avrasya Levhaları arasında yer alan Neotetis Okyanusu'nun güney kolunun kapanmasıyla başlayan kıtasal çarpışma, çarpışma cephesinin geri ülkesinde (kuzeyinde), çoğunlukla sıkışmalı tektonik rejim ile karakteristik olan geniş bir deformasyon alanı meydana getirmiştir. Doğu Anadolu Sıkışma Bölgesi (DASB) olarak adlandırılan bu deformasyon alanının en karakteristik aktif tektonik yapıları, D-B doğrultulu ters ya da bindirme fayları, KD-GB doğrultulu sol yanal ve KB-GD doğrultulu sağ yanal doğrultulu atımlı faylardır. Erzurum, DASB'nin kuzeyinde yer almaktadır.

Yaklaşık 1 milyon nüfusa sahip olan Erzurum; çoğunlukla eski alüvyon, alüvyon yelpazesi ya da Karasu Nehri'nin güncel alüvyon çökelleri üzerine kurulmuştur. Bu tür pekişmemiş ve suya doygun çökellerin depremler sırasında sıvılaşma, yanal yayılma, zemin büyütmesi gibi nedenlerle ağır hasara neden olduğu 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleriyle bir kez daha gözler önüne serilmiştir. Faylanma tipine göre değişkenlik göstermekle birlikte, yaklaşık 100 km yarıçaplı bir alan içerisinde meydana gelebilecek $M_w > 6,0$ büyüklüğündeki depremlerin, bu tür zeminler üzerine kurulmuş yerleşim yerlerinde hasar meydana getirdiği bilinmektedir. Erzurum ve yakın çevresinde, 100 km yarıçaplı bir alan içerisinde yer alan ve $M_w 6,1 - 7,3$ büyüklüğünde deprem üretme potansiyeli bulunan 27 adet aktif fay bulunmaktadır. Bu fayların başlıcaları; Kuzey Anadolu Fayı'nın Yedisu Segmenti, Kandilli Fayı, Palandöken Fayı, Erzurum Fay Zonu'nun Nenehatun, Dumlu ve Börekli Segmentleri, Pasinler Fay Zonu, Karayazı Fayı ve Horasan-Şenkaya Fay Zonu'nun Gerek, Balabantaş ve Gaziler Segmentleri olarak sıralanabilir.

MTA Genel Müdürlüğü adına Erzurum kent merkezini etkileyebilecek bu faylar üzerinde iki yıldır paleosismoloji çalışmaları yürütülmektedir. Şu ana kadar yürütülen paleosismoloji çalışmaları; 1784 yılından beri deprem üretmemiş olan Yedisu Segmenti başta olmak üzere, Erzurum Fay Zonu'nun Nenehatun, Dumlu ve Börekli Segmentleri yanı sıra, Kandilli Fayı, Karayazı Fayı, Pasinler Fay Zonu ve Horasan-Şenkaya Fay Zonu'nun $M_w > 6,5$ büyüklüğünde deprem üretme potansiyeline sahip aktif faylar olduğunu ortaya koymuştur. Bu faylardan herhangi biri üzerinde meydana gelebilecek $M_w > 6,5$ büyüklüğündeki bir depremin, yerel zemin özellikleri nedeniyle Erzurum kent merkezi ve bağlı ilçelerinde ağır hasar meydana getirme olasılığı yüksektir. Bu bakış açısıyla, Erzurum kenti ülkemizdeki deprem potansiyeli en yüksek illerden biri olarak değerlendirilmeli ve gerekli önlemler acilen alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu sıkışma bölgesi, Yedisu segmenti, Erzurum fay zonu, Horasan-Şenkaya fay zonu, Kandilli fayı, Karayazı fayı

Deprem Tahmin Çalışmaları Yerine Deprem Hasar Tahmin Çalışmalarına Yönelmek: İşe yarıyor mu?

Sedat İnan^a

^a İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 34467 Ayazağa-Sarıyer, İstanbul (sedatinan@itu.edu.tr)

Deprem tahminine yönelik araştırmalar açık veya gizli bir şekilde onlarca yıldır sürdürülmektedir. Gizli deprem araştırması ne demek? Deprem araştırmacılarının gazaba uğramaktan sakınma amacı ile yaptıkları çalışmaların ulvi amacını ifade etmemelerini gizli deprem tahmini araştırması olarak tanımlamak yanlış olmayacaktır. Deprem tahmin araştırmaları kısa ve uzun dönem olarak tanımlanabilir. Örneğin paleosismolojik yöntemle bir fay hattında deprem tekrarlanma aralığını tespit etmek ve/veya jeodezik yöntemlerle levha hareketinin yön ve miktarını ve dolayısıyla fayda kilitlenmiş bölgeyi tespit etme amaçlı çalışmalar uzun dönem deprem tahminine hizmet eder. Kısa dönem deprem tahmin çalışmaları için fay zonundan gaz çıkışı, kaynak sularında fiziksel/kimyasal değişim, yeraltı su seviyesinde değişimler, kayada ölçülebilen elektriksel değişimler, kayada eğim ölçümleri, atmosferik, iyonosferik değişimler gösterilebilir. Deprem öncesi tutarlı ve tekrarlanabilen sinyalleri elde etmek ve buna dayalı deprem tahmini yapma hedefi araştırmacılar için oldukça riskli bir konudur. Çünkü “deprem tahmin edilemez” önyargısına karşı mücadele etmenin yanısıra deprem öncesi sinyallerin tekrarlanabildiğini kanıtlamak için çalışılan alanda gereksinim duyulan ve belirli büyüklüğün üzerinde araştırma için gerçekleşmesi arzu edilen deprem sayısı yeterli olamamakta ve hatta proje süresince hiçbir büyük deprem olmama olasılığı da bulunmaktadır. Proje kapsamında hedeflenen sayıda deprem olmaz ise, bu sefer asıl yıkım araştırmacıların üzerine çökmektedir. Deprem tahmin çalışmaları üzerine çalışan araştırmacıların sıklıkla karşılaştığı bir diğer soru da “deprem tahmininin mümkün olabileceğini varsayar isek, bunu pratikte nasıl uyguluyoruz?” olmaktadır ki bu haksız ve zamansız soru “dereyi görmeden paçaları sıvamak” ve istemeyerek de olsa deprem araştırmalarının önünü kesmek anlamına gelmektedir. Çünkü yanıtının yerbilimciden beklenmemesi gereken bu kritik soru, deprem araştırmacılarının güvenilir bir yöntem elde edebildikleri durumda, acil durum yönetiminden sorumlu ve yetkili idareye sorulması gereken bir sorudur. Halbuki deprem tahminine yönelik araştırma; açık görüşlü, çok disiplinli, kesintisiz, ve uzun soluklu çalışmalar yolu ile, organizasyon, koordinasyon, mali ve idari destek gerektirir ve toplumsal sorumluluk gereği gerçekleştirilmesi zorunludur.

Deprem hasar tahmin çalışmaları, yerbilimcilerin katkısıyla inşaat mühendisliğinin bir alt dalı olan deprem mühendisliği uzmanlarınca gerçekleştirilmektedir. Burada deprem haritası, zemin özelliği, aktif faya olan uzaklık, yapı türü ve kalitesi, nüfus yoğunluğu, altyapı başta olmak üzere birçok parametre gözönünde bulundurularak farklı deprem senaryoları üretilmekte ve bunlara dayalı hasar (can, mal, altyapı kaybı) tahmin çalışmaları yapılmaktadır. Bu yönüyle deprem hasar tahmin çalışmaları nispeten daha az risk almayı gerektirdiğinden araştırmacılar için daha öncelikli araştırma konusu olabilmektedir.

Bu iki ana çalışma konusu birbirine alternatif değildir. “Deprem tahmin çalışmaları”, “deprem hasar tahmin çalışmaları” gibi dikkate alınmalı ve gerekli destek sağlanmalıdır. Sabır ve özenle bu çalışmaların program dahilinde yürütülmesi sağlanmalıdır.

Bu sunumda deprem tahmin vurgusunu destekleyen ve deprem öncesi kabuk deformasyonlarına işaret eden bir kaç örneğe yer verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Deprem tahmini, Deprem hasar tahmini, çok disiplinli araştırmalar

Iğdır'da, Diri Faya Meydan Okuyan Bir Baraj Gövdesi Yükseliyor

Esen Arpat^a

^a Geomar Müh. Ltd. Ş. Kadıköy, İstanbul (esenarpat@gmail.com)

Iğdır Ovası'nın batı sınırına komşu dağlık bölgede 68 m gövde yüksekliğine sahip bir barajın yapımı sürmektedir. Barajın Iğdır il merkezinin, ilçe merkezlerinin ve 70 kadar köyünün içme ve kullanma suyu gereksinimini karşılaması ve verimli Iğdır Ovası'nda 100 bin dekar tarım arazisinin sulanmasına hizmet etmesi ön görülmektedir. Barajın gerisinde 90 milyon m³ su depolanabileceği hesaplanmıştır.

Bu büyücek barajın gövdesi, büyük bir beceri ile Balık Gölü fay sisteminin diri bölütlerinden bir tanesinin tam üzerine yerleştirilmiştir. Bunun bilinçli olarak yapılmış olma olasılığının çok düşük olduğu söylenebilir. Özel depremsellik araştırmaları bir yana, diri fay haritalarına bile bakılmadan yer seçiminin yapılmış olma olasılığı yüksektir. Çünkü Türkiye diri fay haritasında bu fay yer almaktadır ve fayın varlığını doğrulamaya yönelik, bu fayın özelliklerini araştıran bir çalışmanın da DSİ tarafından yapılmamış olduğu anlaşılmaktadır. Oysa fayın morfolojideki izi, fayın diriliğinin yanı sıra atımının bile kesin olarak belirlenmesine olanak verecek ayrıntılar içermektedir. Fay genç bazalt lav akıntılarını kesmiş, 200 m dolayında yatay, 50 m dolayında düşey atıma yol açmıştır.

Baraj ile ilgili yapım çalışmalarını, 2000 yılının sonlarına doğru yörenin uydu görüntülerini, farklı bir amaçla, Google Earth düzeninde incelerken, tesadüfen gördüm. İncelediğim görüntü 2020 Ağustos tarihliydi. Daha eski tarihli uydu görüntülerini araştırdığımda yapım çalışmalarının 2018 Eylül görüntüsünde de belirgin olduğunu gördüm. Bunun üzerine duruma dikkati çeken, yeterince ayrıntılı olduğunu düşündüğüm, bir yazı hazırlayarak 2021 yılı ocak ayı başında JMO" Deprem Danışma Kurulu" internet sayfasında meslektaşlar ile paylaştım ve DSİ nin ilgili dairesinin başkanına iletilmesini sağladım. Ancak, barajın aynı yerde yapımına devam edildiği anlaşılmaktadır. En son, 1 Mayıs 2023'de "Türkiye Baraj Güvenliği Derneği" ne sorunu belgeler ile aktardım. O kanaldan da henüz bir bilgi dönüşü olmadı. Oysa durum çok ciddidir. Düşey atımı da olan diri bir fay barajın gövdesini uzunlamasına kesmektedir. Balık Gölü fay sisteminin ana fayı dâhil, en az iki diri fay da baraj gölünün altında kalacaktır. Baraj gölleri ile bağlantılı olan ve özellikle de eğim atıma sahip faylarda oluşacak yüksek gözenek basıncının faylardaki yinelenme sürelerini kısa devre yapan özellikleri de bilinen bir gerçektir.

İki amaçla bu konuyu bir ATAG Çalıştayı'na taşımaktayım. Amaçlardan birisi daha geniş bir meslektaş gurubu ile konuyla ilgili belgeleri, bir ölçüde ayrıntı ile görsel olarak paylaşmaktır. Diğer amaç ise, bence çok daha önemlidir. "Büyücek bir barajın gövdesi diri olduğu belirgin olan bir fayın üzerine niçin oturtulmaktadır, hem de bir devlet kuruluşu tarafından tasarlanarak?" sorusuna gerçekçi bir yanıt bulmanın zamanının geçmekte olduğunu anımsamak için bu tür toplantıların iyi bir fırsat oluşturduğu düşüncesindeyim. Örneğin, fay sakınım kuşağının genişliğinin 10 cm ye düşürülmesinin yararlı olup olmayacağı konusu üzerinde bir görüş birliğine varılabileceğini düşünüyorum.

Anahtar Kelimeler: Diri faylar-barajlar, Balık Gölü Fayı, Diri fay haritası'nın kullanımı, Fay sakınım kuşağının genişliği

Kuzey Anadolu Fayı İsmetpaşa Segmentindeki Krip Hareketinin Jeodezik Ölçüler ile Zamansal ve Mekansal Değişimi

Alpay Özdemir^a, Uğur Doğan^a, Jorge Jara^b, Ziyadin Çakır^c, Semih Ergintav^d, Romain Jolivet^b

^a Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi Harita Müh. Bölümü, 34220, Esenler, İstanbul (alpayoz@yildiz.edu.tr)

^b École Normale Supérieure, Yer Bilimleri Bölümü, Paris, Fransa

^c İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469, Sarıyer, İstanbul

^d Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeodezi Anabilim Dalı, 34680, Çengelköy, İstanbul

Kuzey Anadolu Fayı (KAF)'nın İsmetpaşa segmentinin 1970 yılından bu yana deprem oluşturmadan asismik olarak kaydığı belirlenmiş olmasına rağmen bu hareketin mekansal ve zamansal değişimleri hakkında güvenilir ve detaylı bilgi bulunmamaktadır. İlk kez 1970 yılında Ambraseys tarafından tespit edilen krip hareketi, İsmetpaşa'nın doğusunda yer alan Hamamlı köyüne tesis edilen 6 noktalı jeodezik ağda araştırmacılar tarafından yersel ve kampanya tipi GNSS ölçmeleri ile izlenmiştir. InSAR gözlemleri ise İsmetpaşa segmenti boyunca yaklaşık 120 km'lik bir kısmının krip ettiğini göstermiştir. Bunun yanısıra, İsmetpaşa segmentinde yer alan kripmetrelerden elde edilen verilere göre Bilham vd. (2016) bölgede gerçekleşen krip hareketinin düzensiz ve geçici ani ivmelenmeler gösteren bir davranış sergilemekte olduğunu ve bu hareketin tek bir aktivite olarak değil birden fazla küçük aktivitenin birleşerek meydana geldiği belirtilmiştir. İsmetpaşa segmenti boyunca gerçekleşen krip hareketinin hızı, ne kadar derine devam ettiği, krip hareketinin hızındaki değişimin ve başlangıcının sebepleri tam anlamıyla bilinmemektedir.

Bu çalışmada, belirtilen soru işaretlerinin sağlıklı bir şekilde irdelenmesi için, krip eden segment boyunca yersel gözlem kapasitesini arttırmak ve sismolojik aktivite ile ilişkilendirerek krip ivmelenmelerinin değişiminin detaylı sorgulanmasının yapılması amaçlanmıştır. Bu amaç kapsamında, Ilgaz'dan Gerede'ye kadar KAF'nın 110 km'lik hat boyunca, 2016 yılından itibaren fayın yakın alanında (<1-4 km) sürekli gözlem yapabilen 18 adet GNSS istasyonu (ISMENET) ERC (European Research Council) projesi kapsamında kurulmuş ve bu ağa ek olarak İsmetpaşa segmentinin yakın çevresinde yer alan TUSAGA-Aktif ağına ait 19 GNSS istasyonu da ilave edilerek ağın gözlem kapasitesi zenginleştirilmiştir.

Bu çalışmada, İsmetpaşa segmenti boyunca krip hızının zamansal ve mekansal değişimine ait sonuçlar irdelenmektedir. Krip hareketinin segment boyunca zaman içinde azalma eğiminde olduğu görülmektedir. Segment boyunca mekansal değişim göz önünde bulundurulduğunda maksimum krip hızının İsmetpaşa'nın yaklaşık 20 km doğusundaki Örenli köyünde 7.8 ± 2 mm/yıl ve krip derinliği 4 ± 1 km olarak kestirilmiştir. Segmentin batı kısmında Yunuslar köyü mevkinde zaman içinde sıfıra yakın değerlere düşmektedir. Segmentin doğu ucunda Ilgaz civarlarında ise krip hızının zaman içinde yaklaşık 6 mm/yıl'dan 4 mm/yıl'a kadar azaldığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Krip, GNSS, KAF, İsmetpaşa, ISMENET

Hazar Gölü (Elazığ) ve Çevresini Etkileyen Geçmiş Deprem Kayıtlarının Sediment Karotlarında Çoklu Parametre Yöntemler ile Belirlenmesi

Kürşad Kadir Eriş^a, Gülsen Uçarkuş^a, Nurettin Yakupoğlu^a, Erdem Kırkan^a, Mehmet Köküm^b, Asen Sabuncu^a, Cerennaz Yakupoğlu^a, Ahmet Şaşmaz^a, Doğa Dila Gökgöz^a, Dursun Acar^a

^a İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü-EMCOL, İstanbul, Türkiye
(e-mail: erisku@itu.edu.tr)

^b Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Elazığ

Elazığ'ın güney doğusunda bulunan ve tektonik kökenli olduğu bilinen Hazar Gölü'nün üzerinde yer aldığı Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS) üzerinde tarihsel çağlar boyunca önemli büyüklükte depremlerin meydana gelmiş olması, bu bölgenin paleosismolojik açıdan önemini arttırmıştır. Hazar Gölü ve çevresinde DAFS'ne ait segmentler üzerinde son 150 yıl içerisinde büyüklüğü 6.7-7.8 (Ms) arasında değişen depremlerin sonucunda bölgede ciddi hasarların meydana geldiği bilinmektedir. TÜBİTAK-ÇAYDAG tarafından destelenen 119Y251 nolu proje ile gerçekleştirilen bu çalışmada erken Holosen'den günümüze bölgeyi etkileyen depremlerin kayıtları gölün farklı lokasyonlarından alınan toplam 11 adet çökel karotunda yüksek çözünürlü sedimentolojik ve jeokimyasal çalışmalar ile saptanmıştır. Genel olarak kalınlıkları 3 cm ila 34 cm arasında değişen bu çökeller karotlarda gözle ayırt edilebilecek şekilde belirgindir. Karotlarda depresel-türbiditlerin farklı litolojik ve dokusal özellikler göstermesi, gölün farklı hidrodinamik koşullarında ve sedimentolojik olarak farklı mekanizmalar ile geliştiklerini ortaya koymaktadır.

Hazar Gölü'nde çalışılan karotlarda gerek radyokarbon ve gerekse radyonüklid yaşlandırma analizlerine dayanan derinlik-yaş modelleri sayesinde son 8500 yılda olduğu düşünülen 28 adet depresel-türbidit seviyesi yaşlandırılmıştır. Bu seviyelerden 11 adeti Doğu Anadolu Fay Sistemi içerisinde bölgeye yakın konumdaki segmentler üzerinde meydana gelmiş aletsel ve tarihsel deprem kayıtları ile eşleştirilmiştir. Bunların haricinde, tarihsel dönem öncesinde 17 adet depremin yaklaşık tarihleri de ilk defa bu çalışma ile ortaya çıkarılmıştır. Karotlarda belirlenen depresel-türbiditlerin aletsel ve tarihsel dönemlerde literatürde büyüklük bilgisi olan depremler ile yapılan eşleştirmeler sonucunda Hazar Gölü'nde depresel-türbiditlerin ancak büyüklüğü 6 ve üzerindeki depremler sonucunda oluşabildiği ortaya çıkmaktadır. Bu sonuç, daha küçük depremlerin gölde türbidit oluşturmaya imkân vermediğini göstermektedir. Hazar Gölü'nde son 1500 yılda çökelen bu seviyelerin aletsel ve tarihsel deprem kayıtları ile eşleştirilmesi sonucunda göle yaklaşık 150 km yakınlıktaki segmentler üzerinde büyüklüğü 6 ve üzerinde meydana gelen depremlerin tekrarlanma aralığının 130+/-35 yıl olabileceği ortaya çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu fay zonu, Hazar Gölü, su altı paleosismoloji, depresel-türbidit, sediment karotu

Pütürge Fayı'ndaki Depremleri Kaynak Parametrelerinin Kuvvetli Yer Hareketi Simülasyonları ile Tespiti

Onur BATMAN^a, Gülüm TANIRCAN^a

^a Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 34684 Üsküdar, İstanbul (onur.batman@boun.edu.tr)

Bu çalışma Doğu Anadolu Fay Zonu'nun (DAFZ) Pütürge kolunda 2020-2022 yılları arasında olan ve moment büyüklükleri 5.1 ile 6.8 arasında değişen 5 adet orta büyüklükteki sığ depremin kaynak özelliklerini belirlemek için yapılmıştır. Kuvvetli yer hareketini oluşturan alanlar (KYHA), stres düşümleri ve yükselme zamanı gibi kaynak özelliklerini belirlemek için analizler boyunca ampirik Green's fonksiyonu (AGF) yöntemi kullanılarak deprem simülasyonları yapılmıştır.

Green's fonksiyonu olarak kullanılacak 5 depremin moment büyüklükleri 4.1 ile 5.0 arasında ve ana şoklarla aralarındaki uzaklık maksimum 6 km olacak şekilde seçilmiştir. AGF yönteminde kullanılacak kuvvetli yer hareketi deprem kayıtları, ilgili deprem çiftine uzaklığı 100 km'yi aşmayacak şekilde en az 4 ivme istasyonundan alınmıştır. Simülasyonlar 0.1-10 Hz frekans bandında gerçekleştirilmiştir.

Deprem simülasyonları sonucunda, kaynak parametrelerini belirlemek için en iyi deprem-dalga-form uyumu gereklidir ancak AGF yönteminde uyumun yeterliliğinin sayısal ifadesi konusunda bir fikir birliği yoktur. Kaynaktaki kuvvetli yer hareketini karakterize etmek, gerçek ve simüle edilen veriler arasındaki en iyi uyumu bulmak için yapılan karşılaştırmalar, bir veya iki parametreye göre (en yüksek yer ivmesi, en yüksek yer hızı vb.) yapılır. Tek parametre sonuçlarına dayanan simülasyonlar sonucunda hassas olmayan deprem-dalga-form uyumlarına rastlanabilir. Bu sebeple Anderson'un 2004'te önerdiği 10 farklı değerlendirme kriterine göre hem gerçek dalga formundan hem de simüle edilmiş dalga formundan ortalama goodnes-of-fit (uyum derecesi) (GOF) hesaplanarak daha hassas analizler yapılmıştır. Ortalama GOF değerinin 6 veya daha üstü olması durumunda simülasyonun başarı bir şekilde gerçekleştiği kabul edilerek kaynak parametreleri saptanmıştır.

Simülasyonlar sonucu 5 depremin ortalama GOF değerleri 6.0-7.6 arasında bulunmuştur. Gerçek ve sentetik ivme-hız ve deplasman dalga formlarında yüksek oranda uyum görülmüştür. KYHA değerleri küresel kaynak ölçeklendirme ilişkileri ile karşılaştırılmış, yüksek oranda tutarlılık görülmüştür. Depremlerin KYHA içindeki ortalama stres düşüm değerleri 0.68 – 6.79 MPa arasında değişmektedir. Bu değer 2020 Sivrice (Mw 6.8) depremi için ise 31.50 MPa olarak elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ampirik Green fonksiyonu, Doğu Anadolu fay hattı, kuvvetli yer hareketi oluşturma alanları

Doğu Anadolu Fay Sisteminde 06 Şubat 2023 Depremlerinde Malatya ve Civar Yerleşimlerde Meydana Gelen Büyük Yıkım; Malatya Havzası'nın Güney Sınırını Oluşturan Çöşnük Fayı'nın Reaktivasyonu ve Hasardaki Rolü (GD Türkiye)

Yaşar Ergun Gökten^a ve Doğan Kalafat^b

^a Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

^b Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve DAE.

06 Şubat 2023 tarihinde Doğu Anadolu Fay Sistemi'nde meydana gelen iki büyük depremde güneydoğu Anadolu'da geniş bir bölge etkilenmiş ve yerleşimlerde büyük yıkım ve can meydana gelmiştir. Ana şoklardan sonra bölge halen de artçı şoklar ve Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin bilinen neotektonik yapılarından aktif olanların ürettikleri bağımsız depremler tarafından etkilenmektedir. Bu beklenen yıkıcı depremler Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin uzun süren sessizliğine son vermiştir. İlk ana şok ($M_w=7.4$) Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin ana kolunda ve Pazarcık yöresinde ve $K70^\circ D$ doğrultulu ana kolun tahmin edilen sismik boşluğunda meydana gelmiştir. Sol yanal doğrulu atımlı Doğu Anadolu Fayı'nın güneybatı yönünde hareket eden kuzeyde yer alan Anadolu Bloğu, bu yöne paralel ve yarı paralel durumda olan fayların uyarılmasına ve aralarında yer alan blokların zorlanmasına neden olmuştur. İlk şoktan kısa süre sonra meydana gelen ikinci ana şok ($M_w=7.6$) Kahramanmaraş şehrini vurmuş ve civar kasaba ve köylerde de büyük hasara yol açmıştır. Bu deprem hareketliliği kuzeybatı yönünde dışbükey Orta Anadolu Fay Sistemi'nin güneyinde yer alan ve kuzeyde Hekimhan'dan güneybatıda Adana Havzası'na kadar olan büyük bir bölgeyi çoğu bağımsız depremlere yol açarak etkilemiştir. Bu depremler sırasında Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin önemli yerleşimi olan Malatya şehri ve civarında büyük yıkım meydana gelmiştir.

Malatya şehri Malatya Havzası'nın güney kenarında ve $K70^\circ D$ genel doğrultulu Doğu Anadolu Fayı Ana Kolu'na çok yakın yer almakta olup ilk ana şok dış merkezi şehrin güneydoğusundaki Pazarcık ilçesinde yer almıştır. Malatya Neotektonik Havzası başlıca iki fay tarafından kontrol edilmekte olup batı-kuzeybatı sınırı Üst Pliyosen'den itibaren olmak üzere sol yanal doğrultu atımlı Malatya Fayı, güney sınırı da eğim atımlı normal Çöşnük Fayı tarafından belirlenmektedir. Olası Lütesiyen sonu yaşlı Çöşnük Fayı'nın geç dönemde havza içerisine, kuzeye doğru gelişen sentetik bileşenlerinde doğrultu atım bileşeni de görülmektedir. Bu fayın geçmişte de dört büyüklüğüne kadar deprem üretmiş olduğu da dış merkez dağılımlarından anlaşılmaktadır. Çöşnük Fayı Malatya şehrinin güneyinde yaklaşık doğu-batı doğrultusunda uzanmakta olup yerleşim tümüyle bu fayın tavan bloğunda ve faya çok yakın şekilde yer almaktadır. Malatya şehrinin yakın güneybatısında yer alan Yeşilyurt ilçesinden sonra fay güneybatıya yönelmekte ve Doğanşehir'den sonra havzanın güneybatı bitimini ve boşalım koridorunu belirlemektedir. Pazarcık ve Kahramanmaraş depremlerinden sonra bir seri artçı şok ile özellikle dış merkezleri Yeşilyurt ve Doğanşehir civarına rastlayan bağımsız depremler bölgeyi halen de etkilemektedir. Çöşnük Fayı Doğu Anadolu Fayı kuzey bloğunun güneybatı yönünde hareketi ile uyarılmış ve Yeşilyurt'da $MW=5-5.6$ ve Doğanşehir'de $M_w=5.3$ büyüklüğünde bağımsız depremler üreterek bölgedeki yıkıma katkıda bulunmuştur. Bu depremlerin fay düzlemi çözümleri sol yanal doğrultu atımlı fay karakteri sunmaktadır. Havzanın kuzeyinde yer alan Hekimhan ilçesi dolayında meydana gelen $M_w=4.5$ büyüklüğündeki depremler Hekimhan batısında yer alan ve Anadolu bloğunun güneybatı yönüne paralel durumda olan faylar üzerinde meydana gelmiş olup fay düzlemi çözümleri de sol yanal doğrultu atım karakteri sergilemektedir. Bu deprem serisi sırasında Malatya Fayı üzerine rastlayan bir dış merkezin kaydedilmemiş olmasının nedeni $N 30 E$ doğrultulu Malatya Fayı'nın Anadolu Bloğu'nun güneybatı hareket yönüne dik olması şeklinde yorumlanmıştır. **Anahtar sözcükler:** Malatya havzası, depremler, Çöşnük Fayı

Büyük Depremlerin Belirlenmesinde Öncü Depremlerin Kullanımı; 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri Özelinde Global Bakış Açısından Yeni Bir Değerlendirme

Ökmen Sümer^a, Semih Eski^a, Çiğdem Tepe^a

(okmen.sumer@deu.edu.tr)

^a Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi, 35390, Buca, İzmir

Büyük depremlerin ön kestirimi çalışmalarında öncü depremlerin kullanılıp kullanılmayacağı özellikle 1960'lı yılların ortasından itibaren bilimsel olarak çokça tartışılmış konulardan biridir. 6 Şubat 2023 tarihinde 6 saat arayla gerçekleşen Kahramanmaraş (Pazarcık) $M_w:7.8$ ve Kahramanmaraş (Elbistan) $M_w:7.6$ çoklu depremleri (multiplet earthquake) sonrasında, bu büyük depremlerin öncesinde öncü deprem aktivitesi olarak değerlendirilebilecek bazı sarsıntılar, bu konudaki tartışmaların yeniden gündeme getirilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Ana depremler sonrasında hatta hemen öncesinden itibaren bölgede meydana gelen depremler değerlendirildiğinde, özellikle Pazarcık merkezli ilk büyük deprem ve onun oluşturduğu yüzey kırığı ile öncü depremlerin dağılımı arasında yakın ilişki olduğu görülmektedir. AFAD (T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı) verilerine göre, Doğu Anadolu Fay Zonu'nun (DAFZ) Erkenek, Türkoğlu ve Amanos segmentlerini içeren alan, aletsel dönem içinde sismik olarak nispeten durgun veya düşük aktiviteye sahipken, Pazarcık merkezli ilk büyük depremin yüzey kırığının en güney ucunda 18 Aralık 2022 tarihinde Kırıkhan güneyi merkezli $M_w:4.8$ deprem meydana gelmiştir. Sonrasında DAFZ üzerinde oluşan yüzey kırığının en kuzeydoğu ucuna karşılık gelen alanda 15 Ocak 2023 tarihinde Çelikhhan'ın kuzeydoğusu merkezli $M_w:4.9$ büyüklüğünde 2 adet kendi içlerinde artçıları olmayan deprem meydana gelmiştir. Aralık 2022-Ocak 2023'te büyüklükleri $M_w: 3.4 - 3.9$ arasında değişen Pazarcık merkezli bir deprem fırtınası gerçekleşmiştir. Yani ilk büyük hareket öncesi, DAFZ'nin kırılacak parçası artçısı olmayan öncü depremlerle kuzeydoğudan ve güneyinden sınırlanmış, kırılmanın başlayacağı merkez ise bir deprem fırtınasıyla karakterize olmuştur. Bu gözlemler doğrultusunda bu çalışma kapsamında, Global ölçekte büyük depremlerde benzer bir olgunun olup olmadığı USGS ve Harvard katalogları kullanılarak araştırılmıştır. Bu taramalarda, aletsel dönem içinde büyüklükleri $M:7.5$ üstü yaklaşık 450 depremin meydana geldiği görülmüştür. Önce 2000 yılından sonra gerçekleşmiş ve sismolojik kayıtları daha sağlıklı olan 130 depreme yoğunlaşmış, sonrasında bu 130 depremden odak merkezleri kıtasal alanlara düşen ve yüzey kırığı haritalanmış depremler ile çoklu deprem mantığı çerçevesinde olan 15 tanesi ayıklanmıştır. Belirlenen 15 depremin 13 tanesinin öncü depremler ile karakterize olduğu, bu öncü depremler ile ana deprem arasındaki ilişkinin benzer özellikler gösterdiği belirlenmiştir. Kronolojik olarak 2001 Kunlun (Çin), 2002 Denali (Alaska), 2005 Muzaffarabad (Pakistan), 2008 Wenchuan (Çin), 2013 Balochistan (Pakistan), 2015 Gorkha (Nepal), 2015 İnnapari (Peru) çoklu depremleri, 2022 Michoacán (Meksika) ve 2023 Kahramanmaraş (Türkiye) depremlerine ait veriler, her deprem geriye dönük 1 yıllık süre içindeki sismik davranışı bakımından, büyük depremlerin belirlenmesinde öncü depremlerin kullanımı açısından değerlendirilmiştir. Bu sunumda konu bilimsel tartışmaya açılacak ve bu yaklaşım çerçevesinde beklenen Marmara depremi değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Öncü deprem, global bakış açısı, yüzey kırığı, büyük deprem, çoklu depremler, beklenen Marmara depremi

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş (Türkiye) Deprem Dizisinin Artçı Şok Özellikleri

Onur Tan^a

^a İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İstanbul (onur.tan@iuc.edu.tr)

Türkiye'nin doğusunda 6 Şubat 2023 tarihinde dokuz saat arayla iki yıkıcı deprem (Mw 7.8, 7.5) meydana gelmiştir. Ana şoklar Kahramanmaraş, Hatay, Adıyaman, Malatya, Adana ve Gaziantep'in de aralarında bulunduğu 11 ilde birçok şehir ve köyü yerle bir etmiştir. Şubat – Eylül ayları arasında 35 bin üzerinde artçı şok tespit edilmiştir. Türkiye'nin ulusal deprem kataloglarındaki deprem odak konumlarının çözünürlüğü sınırlı olduğundan, bu çalışmada artçıların konumları çift fark yöntemi kullanılarak iyileştirilmiştir. Artçı şok dağılımı ve bunların faylar üzerinde açığa çıkan sismik enerji ve Coulomb gerilme değişim alanları ile ilişkisi incelenmiştir. İyileştirilmiş odaklar, faylar üzerindeki aktiviteyi anlamak için daha net bir görüntü vermektedir. Deprem dağılımı, Nurdağı'ndaki ilk ana şokun (Mw 7.8) yırtılmasının Ölü Deniz Fay Zonu'nun en kuzey segmenti üzerinde tek taraflı olarak yayıldığını ve ardından Maraş Üçlü Eklemlerinden Doğu Anadolu Fay Zonu'na geçtiğini göstermektedir. Çift taraflı uzanan yırtılma, Samandağ'dan Pütürge'ye kadar fay zonu üzerinde yoğun artçı şok aktivitesine neden olmuştur. Elbistan'daki ikinci ana şok (Mw 7.5), Çardak Fayı üzerindeki pozitif Coulomb gerilme değişimi nedeniyle tetiklenmiş ve fayın her iki ucunda yoğun kümelenmeler oluşturmuştur. Fay düzlemleri üzerinde düşük atım alanlarında çok sayıda artçı şokun meydana geldiği, diğer yandan yüksek sismik enerjinin açığa çıktığı kesimlerde düşük artçı aktivitesinin olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Artçı sarsıntılar, çift fark yöntemi, depremsellik ve tektonik, Coulomb gerilme değişimi

6 Şubat 2023 Depremleri Sonrası Doğu Anadolu Fayı'ndaki Pütürge ve Erkenek Segmentleri Arasında Kalan Kısımın Deprem Üretme Olasılığının Sorgulanması

Seda Özarpacı^a, Uğur Doğan^a, Semih Ergintav^b, Cengiz Zabcı^c, Ziyadin Çakır^c, Alpay Özdemir^a, Efe Turan Ayruk^a, İlay Farımaz^a, Muhammed Turğut^a

^a Yıldız Teknik Üniv., İnşaat Fakültesi, Harita Müh. Böl., 34220, Esenler, İSTANBUL (seda.ozarpaci@gmail.com)

^b Boğaziçi Üniv., Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeodezi, 34680, Üsküdar, İSTANBUL

^c İstanbul Teknik Üniv., Maden Fakültesi, Jeoloji Müh. Böl., 34469, Sarıyer, İSTANBUL

Doğu Anadolu Fayı (DAF) üzerinde 24 Ocak 2020'de Sivrice'de (Elazığ) Mw6.8 büyüklüğünde meydana gelen deprem sonrası Pütürge segmentinin kırılmayan kısımlarında Sivrice depremi sonrası oluşan deformasyonları izlemek, bu kırılmamış bölümün yeni bir deprem tetikletme olasılığını araştırmak amacı ile GNSS kampanyaları ve kritik yerlere konan sürekli GNSS istasyonları ile jeodezik çalışmalar başlatılmıştır. Bu çalışmalar, PSInSAR ve sismoloji çalışmaları ile zenginleştirilerek çok disiplinli bir bakışla yürütülürken, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş (Türkiye) deprem dizisi meydana gelmiştir. Bulgularımız, Sivrice depremi sonrası Pütürge segmenti üzerindeki gerilimin Pütürge segmentin güneybatı ucuna doğru arttığını göstermektedir. Çalışmalarımız, öncelikle 6 Şubat 2023 depremlerinin oluşturduğu kırığın Pütürge segmenti ile ilişkisini, arada ne boyutta kırılmamış bir kısım kaldığını anlamaya yönelik yoğunlaşmıştır. Sunumumuzda bu kapsamda elde ettiğimiz ön bulgular tartışılacaktır.

Bu çalışma TÜBİTAK 121Y400 numaralı proje ile desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: DAF, 24 Ocak 2020 Sivrice depremi, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş deprem dizisi, GNSS, InSAR

06 / 02 / 2023 Tarihli, M 7.7 ve M 7.6 Kahramanmaraş Depremlerinin Yüzeysel Kırığı, Yanal Atım, Büyüklük İlişkisi ve 20 / 02 / 2023 Tarihli, M 6.3 Hatay Depremi ile Birlikte Aktif fay – Tektonik Ortam Analizi

Bülent Doğan^a, Fuat Erkül^b, Fatih Şen^c, Enes Zengin^d, Sema Alaçam^e, Neşe Çakıcı Alp^a, Ömer Aydoğan^b, Arif Nihat Akçal^b

^aKocaeli Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fak / Anıtpark Yerleşkesi, 41300, İzmit-Kocaeli (bulentd@kocaeli.edu.tr)

^bAkdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Pınarbaşı Mah. Dumlupınar Bulvarı Kampüsü, 07070, Konyaaltı/Antalya

^cİstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Müh Prog, 34116, Fatih / İstanbul

^dKütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 43100, Kütahya

^eİstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Harbiye Mh, Taşkılla Cd, No:2, 34367 Şişli / İstanbul

Anadolu aktif kıtasal levhasının, levha arası (transform) fay özelliğindeki, Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin (DAFS), güneybatı kesimindeki; (1). 06 / 02 / 2023 tarihli, saat 04:17, M 7,7 ve (2). levha içi (transcurrent) niteliğindeki fay zonu üzerinde; saat:13:24, M 7,6, büyüklüklerindeki depremler, 300 km ve 140 km uzunluklarında, yüzeysel kırıkları oluşturmuştur. Bu transform fayın, Arabistan kıtasal levhasındaki devamı olan Ölüdeniz Fay Sisteminin, en kuzey ucu da, yüzeyde fay izi ve yerdeğiştirme (atım) oluşturmaksızın, 20 / 02 / 2023 tarihli, M 6,3 büyüklüğündeki deprem ile kırılmıştır.

Birinci (1). depremde Amanos fay zonu ve içindeki Aşağıoba ve Narlı segmentleri, Gölbaşı, Erkenek ve Çelikhan fay zonları; K05° - 45°D doğrultuları arasında, 200±50 m zon genişliklerinde ve sol yanal doğrultu atımlı fay geometrisinin, farklı yapılarını içeren, yüzeysel kırıkları oluşturmuştur. Bu yüzeysel kırığı üzerinde; aralarında yaklaşık 90 km'lik mesafe olan biri güneybatıda 6,85± 0,4 m, diğeri de kuzeydoğuda 6,80± 0.1 m olmak üzere, iki yüksek sol yanal atım değerleri ölçülmüştür. İkinci (2). Deprem de, Doğanşehir – Göksun Fay zonu, doğuda; K10° - 30°D, batı ve orta kesimde; K80°D ve D – B doğrultuları arasında ve K – G genişliğinde, 100±50 m deformasyon zonu şeklinde yüzeysel kırıkları oluşturmuştur. Bu kırıklar üzerinde en yüksek 12,40±1,60 m, sol yanal atım değeri ölçülmüştür. Bu lokasyonun doğu ve batısına doğru sol yanal atım değerlerinin azaldığı görülür. 05 / 05 / 1986 tarihli M 6,1 büyüklüğündeki Sürgü depremi ise yaklaşık D- B doğrultulu, Sürgü fay zonu üzerinde herhangi bir yüzeysel kırığı oluşturmamıştır. Birinci depremin yüzeysel kırıkları üzerinde ölçülen birbirine yakın iki ve bu lokasyonların güneybatı ve kuzeydoğusu aralarındaki mesafede kalan, yüksek sol yanal atım değerleri, mesafe-atım grafiğinde, iki parabolik eğri şeklinde gözlenir. İkinci deprem yüzeysel kırığının üzerinde ölçülen en yüksek ve diğeri sol yanal atım değerlerinin atım-mesafe grafiği de bir parabolik eğri gözlenir. Maksimum sol yanal atım, yüzeysel kırığı uzunluğu ve ortalama sol yanal atım değerleri birlikte değerlendirildiğinde, (1). deprem ile ardışık, çok kısa zaman aralıklı, büyüklüğü 7,2 ile 7,5 arasında ve birbirini üzerleyen, bir başka depremin de gerçekleşmiş olabileceğini gösterir.

DAFS'nin ana kolu üzerindeki (1). ve doğrultu atımlı fay deformasyonu sürecinde (en az 5 Milyon Yıl) oluşan, ana fayın, makaslama fayı görünümündeki (2). depremi oluşturan fay zonu, birlikte değerlendirildiğinde; kuzeydoğuda Çelikhan (Adıyaman) ile güneybatıda Hatay'ı, KD – GB, batıda Göksun ve doğuda Doğanşehir lokasyonlarını, D – B doğrultularında birleştiren yüzeysel kırıkları, bu litosferik kabuk alanında, sol yanal doğrultu atımlı faylanmanın, balık kılçığı (fish bone) veya kama (wedge) geometrisini belirtir. Bu depremlerin oluşması, büyük deprem tekrarlanma periyotları ve kırılma mekaniği, birlikte değerlendirildiğinde, gelecekte bölge civarındaki; “Ölüdeniz Fay Sistemi”, “Akçadağ (Malatya)”, “Göksun – Kozan” ve “Andırın – Osmaniye – Toprakkale – Karataş – Yumurtalık” sol yanal doğrultu atımlı fay zonlarının üzerinde, büyük deprem oluşma olasılığı çok yüksektir.

Anahtar Kelimeler: Deprem büyüklüğü, yüzeysel Kırığı, Doğu Anadolu Fay Sistemi, Ölü Deniz Fay Sistemi, levha arası doğrultu atımlı (transform) fay, sol yanal doğrultu atım, balık kılçığı yapısı

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Mw7.8 Depremi Kompleks Dinamiği

Yasemin Korkusuz Öztürk^a, Nurcan Meral Özel^a, Ali Özgün Konca^a

^a Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeofizik Anabilim Dalı, 34684, Üsküdar, İstanbul, Türkiye (yasemin.ozturk@boun.edu.tr)

6 Şubat 2023 tarihinde yerel saat ile 04:17'de meydana gelmiş olan Kahramanmaraş merkezli Mw:7.8 büyüklüklü deprem 50.000'den fazla insanın hayatını kaybetmesine ve 250.000 binanın yıkılmasına neden olmuştur. Deprem Doğu Anadolu Fayı (DAF)'na neredeyse paralel olarak bağlanan Narlı Fayı üzerinde başlamış ve DAF'ın kuzey ve güney segmentleri boyunca kırılmaya neden olmuştur. Kendisinden 9 saat sonra da Elbistan (Kahramanmaraş) merkezli Mw:7.6 büyüklüklü ikinci bir depremi tetiklemiştir. Yüzlerce yıldır büyük deprem üretmemiş olan DAF'ın kuzey bölümü yıllık ortalama 12 mm/yıl hız ile sol yanal olarak kayarken, güneye gidildikçe bu hız 5 mm/yıl'a kadar düşmektedir. Dolayısı ile DAF'ın üretebileceği depremlerin mekaniğini anlamak oldukça önemli ve karmaşıktır.

Kahramanmaraş Bölgesi'nde bir sismik boşluk olduğu uzun yıllardır biliniyor olmasına karşın, beklenen depremin bu kadar büyük olması ve hatta lokal bir fayda başlayıp DAF'ın yeteri kadar enerji yüklenmiş olan tüm segmentlerini tetikleyebilecek olması öngörülememiştir. Bu çalışmada kompleks Kahramanmaraş depremine uyguladığımız dinamik simülasyon hem bu deprem serisinin dinamiğini anlamak, hem DAF'ın hem de dünya genelindeki tüm karmaşık fay yapılarının meydana getirebilecekleri olası depremlerin fiziksel parametrelerinin anlaşılabilmesi için önemli bilgiler sunacaktır. Kahramanmaraş depremi için gerçekleştirmiş olduğumuz ilksel dinamik deprem kırılması simülasyonları, ilk depremin aslında en az üç farklı depremin birleşimi ile meydana geldiğini göstermektedir. Depremin Pazarcık'ta, DAF'a ulaştıktan sonra, dinamik tetikleme ile kuzey ve statik tetikleme ile güney segmentlere ilerlediği görülmüştür. Ayrıca kırılmanın DAF'ın her iki ucunda sönümlenme nedenleri, bazı bölgelerde süper-kayma hızlarına ulaşma nedenleri, segmentlerin tetiklenme şekilleri ve depremin gerçek magnitüd hesaplamasına yönelik çalışmalarımız devam etmektedir. Gerçekleştirilecek dinamik deprem kırılması senaryoları, kompleks fay sistemlerinin mekaniğini anlamak konusunda öncülük edecek ve gelecekte hazırlanacak olan hasar ve risk haritaları için önemli altlık oluşturacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kahramanmaraş depremi, dinamik deprem, simülasyon, deprem kırılması, Doğu Anadolu Fayı

6 Şubat 2023 Depremlerinin Başlangıcı Olan Narlı Fayı'na Ait Bulgular: Yüzeyde Gelişen Karmaşık Deformasyon Yapılarının Maraş Üçlü Eklemi ile İlişkisi ve Tetiklenmiş Obruğun Doğal Afetlere Etkisi

Havva Neslihan Kıray^a, Cengiz Zabcı^a, Erdem Kırkan^a, Gürsel Sunal^a, Nurettin Yakupoğlu^a, Asen Sabuncu^a, H. Serdar Akyüz^a

^a İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469, Sarıyer, İstanbul (kiray20@itu.edu.tr)

6 Şubat 2023 günü saat 04.17'de "Kahramanmaraş Üçlü Eklemi" olarak adlandırılan bölgede meydana gelen Pazarcık (Mw 7.7) ve ardından saat 13.24'te gelişen Ekinözü (Mw 7.6) depremleri yaklaşık 450 km uzunluğunda bir yüzey kırığı oluşturmuşlardır. Farklı fay sistemlerine ait birçok fayın bu iki deprem sırasında oluşturdukları yüzey deformasyonları, dünyanın her yerinden yer bilimcilerin ilgisini çekmekte ve bu ilgi neticesinde çok disiplinli araştırmalar gerçekleştirilmeye devam etmektedir. Devam eden çalışmalara rağmen, bu bildirin coğrafi kapsamı ile ilgili olarak; (i) bu iki depremin birbirileri ile olan ilişkisi, (ii) Narlı Fayı (NF)'nda gelişen bir depremin komşu faylarda daha büyük depremleri tetikleyebilmesi, (iii) Narlı Fayı'nın hangi fay sisteminin parçası olduğu gibi farklı konular halen tartışmalıdır.

Bu çalışmanın amacı yukarıdaki sorulara yanıt aramakla birlikte; (1) güneyde Eğlen köyünde hasara sebep olan tetiklenmiş obrukların gelişimini anlamak, (2) bu lokasyondan KKD doğrultusunda devam edip Eski Narlı'ya ulaşan NF'nin bu kesiminin yüzey kırığını İHA destekli arazi gözlemleri ile detaylı haritalayarak atım dağılımını belirlemek ve (3) son olarak Eski Narlı'dan K30°-35°D doğrultusu ile devam edip Büyük Nacar civarında ana kırık zonu ile kesiştiği alanda gelişen birbirinden farklı uzunluklara, kinematiklere ve doğrultulara sahip yapıları Prandtl Hücre Modeli çerçevesinde anlamlandırmaktır.

Narlı Fayı'nda meydana gelen yüzey kırığının yaklaşık uzunluğu 30 km olmakla birlikte bu yüzey kırığının büyük bir kısmı Aksu Çayı Havzası'nda yer alır. Ceyhan Nehri'nin önemli kollarından birini oluşturan Aksu Çayı ise; Gaziantep, Adıyaman ve Kahramanmaraş illerinin kesişim noktasında, başka bir deyişle "Kahramanmaraş Üçlü Eklemi" içerisinde yer almakta olan karstlaşmaya elverişli tektonik kontrollü bir havzaya sahiptir. 6 Şubat depremleri sırasında bu havzanın güney kesimlerinde uzun eksenleri 30 ila 150 m arasında değişen ve iç içe girmiş dairesel geometriye sahip 10'dan fazla tetiklenmiş obruk gelişmiş ve bunlardan bazıları yerleşim alanlarında yıkıma sebep olmuştur. Kuzeyde Büyük Nacar civarında ise, 'Doğu Anadolu Fayı (DAF)' ile NF'nin kesişim alanında gelişen büyük bir makaslama zonunda; KG, DB, KD-GB, KB-GD uzanımlı, uzunlukları 10 m'den 250 m'ye değişen, normal-ters ve doğrultu atım bileşenli birbirinden farklı yüzey kırıkları haritalanmıştır. Gözlenen bu yapılar; birbirine doğru yaklaşan/uzaklaşan kama şekilli, rijit ve çok uzun levhalar arasında sıkıştırılan alanın deformasyon analizinde kullanılan farklı Prandtl Hücre Modelleri ile karşılaştırılarak sunulacaktır.

Bu çalışma, İTÜ Rektörlüğü'nün desteğiyle başlamış, devamında TÜBİTAK 1002-C projesi çerçevesinde sürdürülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Narlı fayı, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri, tetiklenmiş obruk, Prandtl hücre modeli

2023 Güneydoğu Türkiye Sismik Dizisi: Karmaşık Bir Fay Ağının Yırılması

Pınar Büyükakpınar^{a,b}, Gesa Petersen^a, Felipe Orlando Vera Sanhueza^{a,c}, Malte Metz^{a,b}, Simone Cesca^a, Kenan Akbayram^{d,e}, Joachim Saul^a, Torsten Dahm^{a,b}

^aHelmholtz Centre Potsdam GFZ German Research Centre for Geosciences, 14471, Potsdam, Almanya
(pinar@gfz-potsdam.de)

^bUniversity of Potsdam, 14469, Potsdam, Almanya

^cInstitute for Geological Sciences, Freie Universität Berlin, 12249, Berlin, Almanya

^dEnerji, Çevre ve Doğal Afetler Araştırmaları Merkezi, Bingöl Üniversitesi, 12000, Bingöl, Türkiye

^eMühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bingöl Üniversitesi, 12000, Bingöl, Türkiye

6 Şubat 2023 tarihinde Türkiye'nin güneydoğusunda 7,7 ve 7,6 büyüklüğünde iki deprem meydana gelmiştir. Deprem dizisi Türkiye ve Suriye'de yaygın hasara ve on binlerce can kaybına neden olmuştur. Yerel, bölgesel ve telesismik verilere dayanarak, tamamlayıcı kaynak karakterizasyon tekniklerini birleştirerek ana şokları ve artçı şokları analiz ediyoruz. Ana şoklar için geri projeksiyon analizi ve sonlu kaynak ters çözümü, ana faylar boyunca sismik kaymayı, kopma uzunluğunu ve yayılma modunu çözerken, 221 artçı şok için centroid moment tensör ters çözümü fay ağının ayrıntılarını çözmektedir. İlk ana şok bir tali fay üzerinde başlamış ve komşu Doğu Anadolu fay zonunu harekete geçirmiştir. Daha önce kısmen durağan olan çok sayıda fay segmenti üzerinde önce kuzeydoğuya ve daha sonra güney-güneybatıya doğru ~500 km boyunca iki taraflı olarak yırtılmıştır. İkinci ana şok, doğu-batı yönelimli Sürgü-Misis fay zonunu yırtarak 7 m kaymaya neden olmuştur. Heterojen moment tensörleri ile artçı şokların analizi, yırtılma ayrıntılarını geriye dönük olarak yeniden yapılandırmaktadır. Doğu Anadolu Fay Zonu'nun ana kolu boyunca, farklı segmentlerin geometrisi daha önce görülmemiş ayrıntılarla haritalandırırken, ilk kez Sürgü-Misis fay zonu boyunca büyük yapıların geometrisi ve davranışı aydınlatılmıştır. Çalışmalarımız yırtılma evriminin birçok yönüne ışık tutmakta ve yıkıcı deprem dizisi hakkında yeni bilgiler sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu Fay Zonu, fay ağı geometrisi, artçı şok analizi, kopma uzunluğu, sismik kayma, deprem kaynak karakterizasyonu

6 Şubat 2023 Maraş Depremleri Sonrası Acil Deprem Sismik Gözlem Çalışmaları

Mehmet Ergin^a, Ekrem Zor^a, Eric Sandvol^b, Zhigang Peng^c, Adil Tarancıoğlu^a, M.Cengiz Tapırdamaz^a, Cem Açıkgöz^a, Fatih Sevim^a

^a Tübitak-Mam, Idsby, Yer Bilimleri Araştırma Gurubu, Kocaeli, TÜRKİYE (mehmet.ergin@tubitak.gov.tr)

^b Department of Geological Sciences, University of Missouri, Columbia/USA

^c School of Earth and Atmospheric Sciences Georgia Institute of Technology

Türkiye 6 Şubat 2023 yerel saatle 04:17:32'de Kahramanmaraş ili Pazarcık ilçe merkezinin yaklaşık 30 km güneybatısında başlayan ve Doğu Anadolu Fayı Zonu (DAFZ)' nun büyük bir bölümünün yırtılması ile sonuçlanan Mw=7.8 büyüklüğünde yıkıcı bir depremle uyanmıştır. Deprem ardından kış koşullarının yarattığı ağır şartlar altında yaralarını sarmaya çalışırken, yaklaşık 9 saat sonra 13:24:47'de, Kahramanmaraş Elbistan ilçesi merkezli Çardak fayı kaynaklı büyüklüğü Mw=7.6 olan ikinci bir depremle daha sarsılmıştır. İlk şok ve onu takip eden ikinci şoktan oluşan deprem çifti (Doublet Earthquake) ülkemizde 11 büyük şehirde can kayıpları, ciddi yıkım ve yapısal hasara sebep olmuştur. Her iki büyük ana depremin artçı sarsıntıları devam ederken 20 Şubat 2023 tarihinde bu ana depremlerin daha güneyinde Hatay ili Defne ilçe merkezli 6.4 büyüklüğünde tetiklenmiş ayrı bir deprem meydana gelmiştir. Depremler tahminleri aşacak kadar yıkıcı ve büyüklüklerde olmalarına rağmen, bölgenin tarihsel ve aletsel dönemdeki deprem etkinliği göz önüne alındığında, sürpriz olarak nitelendirilemeyecek özelliktedir. Zira, çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar sonucu oluşturulan tarihsel/aletsel deprem katalogları Kahramanmaraş ve civarında meydana gelmiş çok sayıda yıkıcı depremi rapor etmektedir.

Ardarda gerçekleşen bu depremler ve ardından meydana gelen artçı sarsıntıların yüksek hassasiyetle konumlandırılabilmesi, depremin meydana geldiği kırık hattı karakterinin ve komşu sistemler ile ilişkisinin tam olarak anlaşılabilmesi açısından kritik önemdedir. Bu bağlamda, TÜBİTAK MAM-DEPAR-II (Büyük Deprem Sonrası Acil Gözlem Araştırmaları) projesi kapsamında en kısa sürede deprem bölgesine intikal edilerek bölgedeki istasyon sayısı arttırılmıştır. Bölgede 2021 yılından itibaren proje kapsamında halihazırda işletilmekte olan istasyonlarımız da bu artçı deprem çalışmalarına dahil edilerek toplam 15 adet deprem gözlem istasyonu ile bölgedeki etkinlik izlenmiş ve kayıt altına alınmıştır.

Devam eden artçı şok dizilimini daha iyi yakalamak için, tüm kırılma bölgesi boyunca 116 adet daha sismoloji istasyonu Missouri Üniversitesi ve Georgia Tech Üniversitesi ile işbirliği çerçevesinde Mayıs ayı itibarı ile yerleştirilerek 4 ay süresince gözlemler sürdürülmüştür. Ayrıca, ilk depremin merkez üssü yakınındaki iki fayı kesen doğrultuda 80 deprem istasyonu profili de oluşturulmuştur. Bu yoğun sismolojik gözlem ağının öncelikli bilimsel hedefleri, en son teknolojiye sahip deprem ekipman ve yapay zeka algoritmalarını kullanarak daha yüksek çözünürlüklü bir artçı şok konumlandırması yaparak katalog oluşturmaktır. Bu sayede, etkinlik gösteren aktif fayların daha iyi tanımlanabilecek ve deprem merkez üslerinden uzaktaki olağandışı hasarların kökeni anlamaya katkı sunulacaktır. Yerel, bölgesel ve telesismik dalga formlarını kullanarak hem fayları hem de derin kabuk ve manto yapılarını görüntüleme çalışmaları devam etmektedir. Bu sunumda, devam eden artçı depremlerin dağılımı ile ilgili kısa bir özet yapılacak ve toplanan verilerin ön analizinden elde edilen ilk bulgular paylaşılacaktır.

Anahtar Kelimeler: DEPAR, artçı depremler, sismolojik gözlem ağı, yapay zeka uygulamaları

6 Şubat 2023 Depremleri Sonrası Sahaya Özel Zemin Davranış Analizlerinin Önemi

Süleyman Gücek^a, Kamil Bekir Afacan^b

^a Afyon Kocatepe Üniversitesi, 03200, Afyonkarahisar (sgucek@aku.edu.tr)

^b Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, 26040, Eskişehir

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş-Pazarcık (Mw=7.7) ve Elbistan (Mw=7.6) Depremleri 11 ilimizi etkilemiş olup depremler, Türkiye'nin doğusunda ve güney doğusunda yer alan Hatay, Adıyaman, Kahramanmaraş, Malatya, Gaziantep, Osmaniye, Adana, Kilis, Diyarbakır, Şanlıurfa ve Elazığ illerinde binlerce insanımızın hayatlarını kaybetmesine, on binlerce insanın yaralanmasına, alt yapı ve ulaşım sistemlerinde, yapılarda ve yollarda ciddi hasarlara neden olmuştur. Bu çalışma kapsamında 6 Şubat depremleri sonrasında sahaya özel analizlerle, hasarın ve yıkımın ne kadar büyük olduğunu tahmin edebilme kapasitesi araştırılmıştır. Her türlü statik-sismik tasarım için yönetmelik genel bir standart sunmaktadır. Meydana gelen depremlerin oluşumunu ve ivmesini dikkate aldığımızda, yapılarımızın betonarme tasarımları yeterli olsa bile zeminde gerçekleşecek sıvılaşma ve zemin büyütme olaylarının depremin şiddetini artırdığını bir kez daha net bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu sebeple sadece üst yapılarda değil, zemin araştırmalarına da ciddi anlamda önem verilmesi gerekliliğini net bir şekilde ortaya koymuştur.

Depremlerin yıkıcılığının azaltılmasına bir katkı sağlamak amacıyla bölgede depremden en çok etkilenen illerin başında gelen Hatay, Adıyaman ve Kahramanmaraş bölgelerinden alınan sondaj-sismik ölçüm bilgilerine dayanarak sahaya özel analizler yapılmıştır. Arazi ve laboratuvar deney sonuçlarından yararlanılarak DeepSoil programında zemin büyütme ve sıvılaşma analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği(2018)'e göre değerlendirilmiştir. Hasarın büyümesi ve yıkıcı hale gelmesinin temel unsurlarından biri yerel zemin özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkan zemin büyütmesi ve sıvılaşma kavramlarıdır. Analiz sonuçlarına göre 3 farklı bölge zemininde de tasarım spektrumunun önerdiği kısa periyot spektral ivmesinin eksik kaldığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Zemin dinamik davranışı, tasarım spektrumu, sahaya özel analiz, zemin büyütmesi, sıvılaşma

6 Şubat 2023 Pazarcık Depremi (Mw 7.7) Işığında Gölbaşı Havzası'na Yönelik Tektonik ve Paleosismolojik Çıkarımlar

Erdem Kırcan^a, Gülsen Uçarkuş^a, Cengiz Zabcı^a, M. Ersen Aksoy^b, Mehmet Köküm^c, Demet Biltekin^d, Dila Doğa Gökgöz^d, Havva N. Kıray^a, H. Serdar Akyüz^a

^a İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469, Sarıyer, İstanbul (kirkan15@itu.edu.tr)

^b Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Üniversite Yerleşkesi, 48000 Kötekli, Muğla

^c Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Merkez, Elazığ

^d İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 Ayazağa Yerleşkesi, İstanbul

6 Şubat 2023 günü saat 04.17'de meydana gelen Pazarcık (Mw 7.7) ve ardından saat 13.24'te gelişen Ekinözü (Mw 7.6) depremleri ana yırtılma zonu, eşlik eden diğer faylar ile birlikte toplam 450 km uzunluğunda bir yüzey kırığı meydana getirmiştir. Narlı Fayı boyunca başlayarak Doğu Anadolu Fayı'nda devam eden kırılma, bölgedeki makaslama rejiminde yer alan pek çok tektonik yapının etkisi ile literatürde az rastlanır çeşitlilikte yüzey deformasyonu yaratmıştır. Sismik aktiviteye birden fazla fay parçasının dahil olması ve etkilenen bölgenin büyüklüğü, yüzey kırığının uzunluğu, kayma dağılımı ve kırılma bölgesinin genişliği hakkında ayrıntılı ve çok yönlü çalışma yapmayı zorunlu hale getirmiştir. Bu iki deprem sonucunda bölgedeki tektonik deformasyonun araştırılması, anlaşılması, kayıt altına alınması ve yorumlanabilmesi için çok disiplinli çalışmalar halen devam etmektedir. 2022 yılında başlamış olduğumuz ve (i) Gölbaşı Havzası ve civarının karmaşık tektonik ve paleosismolojik özelliklerine yönelik yeni bulgular elde etmek, (ii) bölgedeki deprem tarihçesinin sualtı ve kara paleosismolojisi verilerini kullanarak zamansal ve mekânsal olarak detaylandırmak ve (iii) Gölbaşı Havzası'nı oluşturan tektonik rejimi açıklamayı amaçlayan çalışmanın kapsamı, 6 Şubat depremleri ile genişletilmiştir. 2022 yılında Gölbaşı Havzası göllerinden aldığımız sualtı karotları ve Balkar (Adıyaman) bölgesinde açtığımız hendek verileri birlikte değerlendirilmiş, yaşlandırma ve veri setlerinin korelasyonu çalışmaları devam ederken 6 Şubat depremleri meydana gelmiştir. Deprem sonrasında yerinde arazi gözlemleri ve insansız hava aracı (İHA) ile kayıt altına aldığımız yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları üzerinden gerçekleştirdiğimiz ölçümler vasıtası ile Sakarkaya (Kahramanmaraş)-Harmanlı (Adıyaman) arasında kalan bölgedeki yüzey kırığı haritalanmış ve güncel atım dağılımı çıkartılmıştır. Deprem öncesi yüksek çözünürlüklü sayısal yer modeli verilerinden hazırladığımız fay haritası son depremin yüzey kırığı ile geometrik olarak büyük ölçüde uyumludur. Bununla birlikte Balkar'da 2022 yılında açtığımız ve 1 adet olay seviyesi tespit ettiğimiz Çelik-1 hendeği deprem sırasında 530 cm +/- 8 cm sol yanal ötelenmiş olması devam eden çalışmanın sonuçlarını daha da önemli hale getirmiştir. Paleosismolojik kayıtların kronolojik hassasiyetini arttırmak amacı ile 2023 yılı eylül ayında havzanın kuzey doğusunda (Ozan) 2 adet ve havzanın güney batısında (Balkar) 2 adet olmak üzere toplam 4 adet hendek çalışması daha gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen bulgular mevcut çalışmanın çıktıları ile birlikte değerlendirilerek; (i) atım dağılımı ve yüzey kırığı geometrisinden yararlanarak bölgedeki fayların Gölbaşı Havzası ile ilişkisinin ortaya çıkarılması, (ii) havzanın kuzey doğusunda baskın olarak gözlemlenen yanal yayılma yapılarının havza evrimindeki etkisinin araştırılması, (iii) bölgedeki paleosismolojik kayıtların detaylandırılarak segmentasyon ve tarihsel depremler üzerine yeni çıkarımlar geliştirmek amaçlanmaktadır.

Bu çalışma, TÜBİTAK desteği ile yürütülmekte olan 121Y287 No'lu projenin bir parçası olup, arazi çalışmalarının bir bölümü TÜBİTAK 1002-C projesi çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: 6 Şubat 2023 Pazarcık depremi, Gölbaşı Havzası, Doğu Anadolu fayı, paleosismoloji

Kahramanmaraş (Pazarcık) Depremi (M_w: 7.8) ile Oluşmuş Kütle Hareketlerine Bir Örnek; Tepehan Kaya Kayması

Ökmen Sümer^a (okmen.sumer@deu.edu.tr)

^a Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi, 35390, Buca, İzmir

Bilindiği gibi 2023 Şubat ayı içinde Türkiye'nin güneydoğusunda 3 adet önemli deprem meydana gelmiştir. Bu depremler; 06 Şubat 2023 günü yerel saat ile 04:17'de merkez üssü Pazarcık (Kahramanmaraş) M_w: 7.8 ve aynı gün saat 13:24'de merkez üssü Elbistan (Kahramanmaraş) M_w: 7.6 ve 20 Şubat 2023 günü saat 20:04'de yaşanan Defne (Hatay) M_w: 6.4 depremleridir. Bu depremler sırasında depremlerin etki alanı ve çevresinde birçok simotektonik ve sismogravitasyonel yapı oluşmuştur. Bu yapılardan en dikkat çekici olanlardan biri Pazarcık merkezli ilk büyük deprem sırasında Hatay ili Altınözü ilçesi Tepehan mahallesi sınırlarında gelişmiş Tepehan Kaya kaymasıdır. Bu deprem kaynaklı sismogravitasyonel tip jeolojik yapı, deprem merkez üssünden yaklaşık 136 km, deprem yüzey kırığından ise yaklaşık 19 km uzakta Orta Miyosen yaşlı killi kireçtaşı, marn ve ince kırıntılı tortul kayalardan yapıları Tepehan Formasyonu üzerinde gelişmiştir. Bu çalışmada yapının tipinin, geometrisinin ve diğer yerbilimsel özelliklerinin belirlenmesi adına arazi çalışmaları yanında GNSS-RTK modüllü İnsansız Hava Aracı (IHA) verileri kullanılmıştır. Santimetre hassasiyetindeki veriler, yapının yaklaşık D-B yönlü en uzun ekseninin 496 m, en geniş K-G ekseninin ise 184 m olduğunu ortaya koyarken, yapılan hesaplamalarda toplam hareket eden kütlelerin 71.000 m² yüzey alanını üzerinde ortalama hacminin en az 1.1 milyon m³ ve toplam ağırlığının 2,75 megaton olduğunu göstermektedir. Morfogenetik değerlendirmeler, yapının çok hızlı gelişmiş ötelenme tipi, kesintili, sırt tipi deprem kaynaklı büyük ölçekli bir kaya kayması olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer yandan bu yapının dinamiklerinin daha iyi anlaşılması açısından, Global ölçekte Tepehan kaya kaymasına benzer deprem etkisinde gelişmiş kütle hareketlerinin bir derlemesi ve envanteri çıkarılmış, bu tip yapıların benzerlikleri ve farklılıkları ortaya konulmaya çalışılarak bir değerlendirmesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deprem kaynaklı kütle hareketi, kaya kayması, deprem merkez üssüne uzaklık, yüzey kırığına uzaklık, global ölçekte karşılaştırma

Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri Deprem Sonrası Dönem (Postsismik) Yer Değiştirmelerinin InSAR ile Takibi

Ahmet M. Akoğlu^a, Cengiz Zabcı^a, Ziyadin Çakır^a

^a İstanbul Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü (akoglua@itu.edu.tr)

Hatay'ın Kırıkhan ve Adıyaman'ın Sincik ilçeleri arasında 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen 7.7 büyüklüğündeki ilk depremde 300 km'yi bulan bir kırılma yaşanmış, bu depremden 9 saat sonra yine aynı gün içinde meydana gelen 7.6 büyüklüğündeki ikinci depremde ise Çardak ve Çıglık faylarını içeren 140 km'lik bir kırılma daha meydana gelmiştir.

Bu iki büyük depremi takip eden 7 aylık süre boyunca adı geçen faylarda meydana gelen deprem sonrası hareketlerin incelenmesi için Sentinel-1 ve ALOS2 radar uydularına ait veriler kullanılmış ve zaman serileri hesaplanmıştır. Atmosferik gecikmelerden arındırılmamış ilksel sonuçlarımıza göre depremlerde kırılan faylar üzerinde deprem sonrası hareketler belirgin şekilde devam etmekte olup ikinci depremde kırılan ve Malatya şehrimize doğru uzanan Çıglık fayı üzerinde de hareket gözlenmektedir. Bu iki depremde kırılmamış Sürgü fayının bir bölümünün de asismik şekilde hareket ettiği görülmektedir.

Bunlara ek olarak 24 Ocak 2020'de meydana gelmiş olan Mw 6.8 Sivrice (Elazığ) depremi öncesi dönemde asismik hareket gözlediğimiz DAF'ın Pütürge bölümünün 2023 depremlerinde kırılmadığı ama üzerindeki asismik hareketin halen net bir şekilde devam ettiği anlaşılmaktadır. Bu fay üzerinde halen kırılmamış ve en az 20 km'yi bulan bir fay parçası kaldığı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: InSAR, 2023 Kahramanmaraş depremleri, Doğu Anadolu fay zonu, deprem sonrası dönem yerdeğiştirme, postsismik

6 Şubat 2023 Depremlerinden Etkilenen Tarihi Yapılarda Restorasyon Öncesi GPR Yöntemi Uygulamaları: Kahramanmaraş Ulu Camii Örnek Çalışması

Cahit Çağlar Yalçınmer^a, Yunus Can Kurban^b, Mohammed Hawwas Hawwas Hayas^b, Halil Erdim Sarıtepe^c

^a ÇOMÜ ÇAN MYO, Çanakkale (yalciner@comu.edu.tr)

^b ESOGÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

^c Cumhuriyet Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Sivas

6 Şubat 2023'te dokuz saat arayla meydana gelen, merkez üsleri sırasıyla Kahramanmaraş'ın Pazarcık ve Elbistan ilçeleri olan, 7,8 Mw ($\pm 0,1$) ve 7,5 Mw büyüklüklerindeki iki depremin yarattığı faciada geçmiş dönem mirası olarak korunan ve günümüzde de kullanılmaya devam eden birçok tarihi yapıda ağır tahribatlara ve yıkımlara neden olmuştur. Bu doğal afetlerde etkilenen önemli tarihi yapılardan biri de Kahramanmaraş Ulu Camii'dir.

Kahramanmaraş Ulu Camii, Kahramanmaraş'ta bulunan Dulkadiroğulları döneminde inşa edilmiş bir camidir. Yanında Taş Medrese ve Kapalıçarşı bulunur. Kahramanmaraş Kalesi'ne yakın bir konumdadır. Taç Kapı üstündeki yazıttan Dulkadiroğulları'ndan Süleyman oğlu Ala Üd-Devle Bey'in 1496'da yaptırdığı anlaşılmaktadır. Günümüzde de deprem öncesi aktif kullanımına devam edilmekte olan camiinin, deprem sonrası yenileme ve restorasyon çalışmaları öncesinde, restorasyon projelerine yönelik statik incelemesine destek olmak amacıyla önceki çalışmalar ışığında GPR-CX (Yapı Radarı) ve GPR-HDR (Yeraltı Radarı) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar genel olarak duvar ve zeminlerde uygulanmıştır. Bu doğrultuda 11 farklı bölge tanımlanmış ve bu bölgelerden 7 tanesi duvar ölçümü 2 tanesi iç zemin ve 2 tanesi ise dış bahçe ölçümü olmuştur.

Yıllardır tarihi eser restorasyonları öncesinde başarılı bir şekilde kullanılan tahribatsız jeofizik yöntemlerin en yaygınlarından olan GPR-CX ve GPR-HDR ölçümleri ile depremin yapıda oluşturduğu hasar gerek duvarlarda gerekse zeminde tespit edilerek olası güçlendirme ve yenileme çalışmalarına ışık tutacak sonuçlar sağlamıştır. Elde edilen sonuçların değerlendirilip, yorumlanması ile de hali hazırda yapılmakta olan restorasyon ve yenileme çalışmalarına altlık oluşturabilecek veri setlerinin gösterimleri hazırlanmıştır. Tarihi eserlerin doğru restorasyonu veya yenilenmesi amaçlanan çalışmalarda bu tarz tahribatsız yöntemler ile sağlanan veriler gerek ekonomik gerekse doğru işlem uygulaması açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: 6 Şubat 2023 depremleri, restorasyon, Kahramanmaraş Ulu Camii, GPR

06 Şubat 2023 Kahramanmaraş-Pazarcık ve 20 Şubat 2023 Hatay-Defne Depremlerinin Hatay Güzelburç Bölgesinde Sebep Olduğu Yüzey Deformasyonunun InSAR SBAS Yöntemi ile İncelenmesi

Şükrü Onur Karaca^a, Gültekin Erten^a, Semih Ergintav^b

^a Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Uzaktan Algılama ve CBS Koordinatörlüğü, Çukurambar Mahallesi Dumlupınar Bulvarı No:11, 06530, Çankaya, Ankara (onurkaraca87@hotmail.com)

^b Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Jeodezi Anabilim Dalı, 34684, Çengelköy, İstanbul

Güncel depremlerin yerleşim yerlerindeki etkilerinin araştırılması, ileride meydana gelecek yıkıcı depremler sonucunda oluşabilecek can ve mal kayıplarının önlenmesinde büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş-Pazarcık ve 20 Şubat 2023 Hatay-Defne Depremleri sonrasında, daha önce tarafımızca çalışılmış ve sürekli çökme gösterdiği belgelenmiş Hatay Güzelburç bölgesinde bulunan deformasyon alanı Çok Zamanlı İnterferometrik Sentetik Açıklıklı Radar (Multi-InSAR) yöntemi olan SBAS kullanılarak analiz edilmiş ve zaman serileri oluşturulmuştur. Genel olarak, çalışma alanı Asi Nehri'nin kıvrımlı yapısı üzerinde yer almakta olup bu nehir yapısının deformasyon alanını ciddi ölçüde etkilediği ve deformasyon alanının güneye doğru genişlediği görülmektedir. Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından sağlanan Sentinel-1A artan yönlü görüntüler toplam yüzey deformasyonunu ve bu deformasyonların zaman içindeki değişimlerini gösteren serilerini belirlemek için kullanılmıştır. Bu amaçla ENVI SarScape yazılımı ile üretilen sonuçlar, otomatik analiz temelli Hyp3-MintPy kullanılarak elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmış ve Line-Of-Sight (LOS) artan yönlü hat geometrileri için yüzey deformasyonuna ait 4D modeller oluşturulmuştur. Bu zaman serileri, ayrıca aylık yağış verileriyle ilişkilendirilmiş ve zaman serilerindeki ketorolojik kayıtlarda da sorgulanmıştır. Çalışma sonucunda, temel olarak Hatay ili Güzelburç merkezinde yer alan sanayi bölgesinde (yaklaşık 9,5 km²) çanak benzeri bir yapıya benzeyen yüzey deformasyonunun deprem öncesinde kış ve bahar aylarında yavaşladığı, yaz aylarında ise aşırı su kullanımı nedeniyle hızlandığı görülmüştür. Zaman serileri deprem sırasında ani bir çöküşün olduğu ve daha sonra çökme hızında değişim olduğunu göstermektedir. Deprem sonrasındaki değişimin deprem sonrası bölgedeki yeraltı suyunu besleyen kaynaklardaki olası değişimlerle ilişkilendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Çok-Zamanlı InSAR, SBAS, yüzey deformasyonu, zaman serisi, Hatay-Güzelburç, Sentinel-1

Moment Tensör Çözümünün Avantajları: Ege Aktif Tektonizmasında Karşılaştırmalı Bir Örnek

Mehmet Utku^{a,b}, Recep Çakır^c, Hasan Sözbilir^{d,b} Doğan Kalafat^e, Mustafa Softa^d, A. Hüsni Eronat^f,

^a Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir (Sorumlu Yazar: mehmet.utku@deu.edu.tr)

^b Dokuz Eylül Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, (DEÜ-DAUM), 35390 Buca, İzmir

^c Olympia, Washington State, USA

^d Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir

^e Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 34684 Çengelköy, İstanbul

^f Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, 35330 İnciraltı, İzmir

Depremlerin faylanma mekanizmalarının, eşdeğer-kuvvet bileşenlerinin, büyüklük ve odak derinliklerinin kestiriminde kullanılan en iyi yaklaşım, moment tensör (tensor) ters çözümüdür. Sismik momentin skaler bir sayının ötesinde bir tensör olduğu gerçeğinin kullanıldığı bu çözümler, bir denklem takımının iteratif çözümüne dayanır. Günümüzde yaygın olarak aşırı tanımlı denklem sistemleri çözülür. Kullanılan istasyon sayısının yeterli olmaması durumunda ise moment tensör çözümü yine de çözümü garantiler, fakat çözümün güvenlik katsayısı kullanılabilirlik sınırında kalır. Denklem sisteminin tam (full determined) çözümü için 6 istasyon gerekir. Buna göre bu çalışmada, farklı faylanma mekanizmalı 2 deprem ele alınmış, bunlar üzerinde istasyon sayısına ait yayının örüntüsünün (radiation pattern) moment tensör ters çözümüne etkisi incelenmiştir. Bir başka deyişle, moment tensör ters çözümünün, yayının örüntüsüne duyarlılığı ele alınmaktadır. Bunun için kullanılan depremler 31/08/2022 (10:10:10UTC, Mw5.3, H=8 km) Güney Sisam depremi ile 07/01/2023 (01:52:57UTC, Mw5.0, H=16 km) Midilli Adası (Ege Denizi) depremidir.

Aşırı tanımlı bir sistem olarak çözülen bu depremlerin faylanma mekanizmaları, sırasıyla, normal faylanma ve doğrultu atımlı faylanmadan ibarettir. Bu çözümler, yine aynı sırayla, sismik boşluksuz 144 ve 201 istasyonla CPS3.30 açık kaynak paketi (Herrmann, 2021) kullanılarak yapılmıştır. Her iki deprem üzerinde önce 6 istasyon esas alınarak ~300 ve ~325 derecelik sismik boşluklarla yapılan çözümlerden elde edilen sonuçlarla, yaklaşık eşit aralıklı alınan 6 istasyonun yayının örüntüsünü tamamlayan dağılımına göre yapılan çözümlerden elde edilen sonuçlar da fiziksel olarak aynıdır. Hatta yaklaşık 180 derece sismik boşluklu ve aşırı tanımlı sistem çözümünden elde edilen sonuçlar da değişmemektedir. Buradan, doğru çözümü garantilemede tensör tanımlamasının bağlayıcı olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu tanımlama ile de sismik yayının deterministik olarak ele alınmış olmaktadır.

Sahip olunan bu avantajın yansımaları şöyle açıklanabilir: Günümüzde istasyon sayısı artmış, sinyal kalitesi yükselmiş ve bilgisayar gücü artmış bulunmaktadır. Bu gelişmelerden hareketle, en doğru deprem çözümleri otomatiğe bağlanacak şekle gelmiştir. Kaliteli 6 istasyon verisi ile hızlı çözümler gerçekleştirilebilmektedir. Buradan kestirilecek magnitüdler, sismik tehlike hesaplamalarında kullanılabilir en doğru/iyi parametre özelliği taşımaktadır. Ayrıca, moment tensör çözümleri Coulomb ve deformasyon haritalarıyla birleştirildiğinde, bu çözümlerin çok önemli bir kaynak niteliği taşıdığı aşikârdır. Moment tensör çözümlerinin şimdilik bir kısıtı, küçük depremlerdir ($M < 3.7$), burada da yerel hız modeli eksikliği ve istasyon sıklığı yetersizliğinin sonuca yansması baskındır.

Anahtar Kelimeler: Deprem, moment tensör, ters çözüm, yayının örüntüsü, istasyon sayısı

30 Ekim 2020 Mw 6.9 Sisam Depremi Sonrası Kuşadası Körfezi İçindeki Fayların Depremselliğinin ve Aktif Tektonik Özelliklerinin Belirlenmesi

Gülşen Uçarkuş^a, Derman Dondurur^b, Denizhan Vardar^c, K. Kadir Eriş^a, Devrim Tezcan^d, Neslihan Ocakoğlu^e, Aslıhan Dondurur^b, Nurettin Yakupoğlu^a, Erhan İlkmen^f, Figen Eskiköy^g ve Semih Ergintav^g

a İTÜ, Jeoloji Müh. Bölümü ve EMCOL, Maslak, İstanbul (ucarkus@itu.edu.tr)

b DEU, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, İzmir

c İÜ, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul

d ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü

e İTÜ, Jeofizik Müh. Bölümü, Maslak, İstanbul

f TÜBİTAK MAM, Gebze, Kocaeli

g BÜ, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, İstanbul

Kuşadası Körfezi, Batı Anadolu'da hakim K-G yönlü gerilme rejimi altında oluşmuş, D-B uzanımlı grabenler serisinin bir parçasıdır. Sismojenik olarak aktif fayların çevrelediği Kuşadası Körfezi'nde 30 Ekim 2020 tarihinde Sisam adasının yaklaşık 8 km kuzeyinde aletsel büyüklüğü Mw 6.9 olan bir deprem meydana gelmiştir. Ana şok ve artçı şokların deprem odak mekanizması çözümleri deniz tabanında Sisam Adası fayı boyunca yaklaşık 30 km uzunluğunda bir kırığın oluştuğunu, ana şok ile ana şokun doğusundaki faylanmaların D-B uzanımlı normal fay karakterinde olduğunu, öte yandan ana şokun batısındaki depremlerin doğrultu atım karakterli olduğunu göstermiştir. İzmir ve çevresinde yıkım ve can kaybına sebep olan Sisam depremini takiben, Kuşadası Körfezi'ne uzanan deniz içindeki diğer fayların sismojenik özelliklerinin ortaya konulması amacı ile TÜBİTAK Başkanlığı Acil Afet İzleme programı kapsamında bir deniz araştırma projesi planlanmıştır. Bu kapsamda Kuşadası Körfezi içindeki fayların aktif tektonik özelliklerinin belirlenmesi kapsamında 2021 ve 2022 yıllarında TÜBİTAK MAM R/V Marmara gemisi kullanılarak iki ayrı sefer düzenlenmiş, ulusal ve uluslararası suları kapsayacak şekilde 1300 km CHIRP mühendislik sismiği, 1000 km sparker sismik yansıma veri seti toplanmış, sismik verilere dayanarak belirlenen 35 noktadan ise gravite karotu (gravity core) yöntemiyle sediman örnekleri alınmıştır. Bu çalışma kapsamında, deniz tabanındaki fayların morfotektonik, yapısal ve geometrik özelliklerinin belirlenmesi, fay atımlarının hesaplanması, stratigrafinin incelenmesi ve eski depremlerin tespit edilmesi için sualtı paleosismolojisi yapılması hedeflenmiştir.

Kuşadası Körfezi'nin çok ışınlı batimetri verisi deniz tabanını kesen D-B uzanımlı normal fay sarplıklarının morfolojik izlerinin körfezin en batı ucuna kadar uzandığını göstermektedir. Sismik yansıma verileri, doğudan batıya genişleyerek uzanan bir deformasyon zonu içerisinde çok sayıda normal bileşenli fayın varlığını göstermekte olup bunların birçoğunun deniz tabanını kestiği bazılarının ise yüzeye ulaşmadığı görülmektedir. Özellikle daha önce karada haritalanmamış bazı fayların deniz içi devamları sismik yansıma verilerinden haritalanmıştır. Gerek Küçük Menderes Graben sisteminin deniziçi devamı gerekse Soğucak batısında denizin içinde karada haritalanmamış fayların devamları tespit edilmiştir. Kuşadası açıklarında deniz tabanında, üzerinde ~7.5-15 m düşey atım bulunan aktif fay sarplıkları belirlenmiştir. Sisam depremi sonrasında yapılan sismoloji çalışmalarında fay düzlem çözümleri hem normal hem de doğrultu-atımlı fayların aktivitesine işaret etmektedir. Körfezin içinde D-B doğrultulu normal fayları kesen doğrultu-atımlı kısa transfer fayların varlığı kinematik model ile uyumludur. Mw 6.9 Sisam Depremi sonrası körfez içerisinde devam eden sismik aktivite sadece Sisam Fayı değil aynı zamanda bu çalışmada haritalanmış diğer fayların üzerinde de devam eden aktiviteyi göstermektedir. Güncel aktivite geçmişteki deprem aktivitesinin de Kuşadası Körfezi içerisinde

toplanan gravite karotlarında incelenmesinde klavuz olmuştur. Karotlar, Körfezde meydana gelmiş eski depremlerin oluşturduğu sismiktürbiditlerin kayıtlarını içermektedir. Toplanan 35 karot arasından seçilen 6 adet gravite karotunda yapılan C14 radyometrik yaş tayinlerine göre Körfezde günümüzden yaklaşık 2500, 3700, 4300 yıl önce meydana gelmiş olan en az $M_w > 6$ büyüklüğündeki depremlerle tetiklenmiş sualtı kütle olayların varlığını göstermektedir. 2022 yılında alınan gravite karotları aynı zamanda 2020 Mw 6.9 Sisam depremi sismik-türbiditini de sedimentolojik olarak kaydetmiştir. Elde edilen veriler Kuşadası Körfezi'ni kontrol eden geniş fay sistemi içerisindeki diğer fayların da gelecekte münferit depremler üretme potansiyeli olduğunu göstermektedir; eski depremlerin kronolojisinin daha hassas olarak tespit edilmesi ile deprem riski belirleme çalışmalarına önemli katkılar sağlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Batı Anadolu gerilme alanı, Kuşadası körfezi, Sisam depremi, aktif tektonik, su altı paleosismolojisi

Aktif Tektonik Sistem İçerinde Biga Yarımadası ve Çevresi

Tolga Komut^{a,b}

^a Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yenice Mesek Yüksekokulu, 17550, Yenice, Çanakkale

^b Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği, 17100, Çanakkale

(tolga.komut@gmail.com)

Marmara Bölgesi'nde, Anadolu'nun kuzey sınırını teşkil eden Kuzey Anadolu Fayı'nın sağ yanal hareketinin büyük bir kısmı, Avrasya levhası sınırında Marmara Denizi baştanbaşa kat eden dar bir zonda, geri kalan ancak beşte bir kadarı ise Anadolu'nun içerisinde Biga Yarımadası'nda gerçekleşir. Bu içsel deformasyon yarımada kuzeydoğu güneybatı uzanan birbirine paralel sayılan birkaç faydan oluşan 30 km kadar genişliğe sahip bir zon oluşturur. Yarımada, geçmişteki tektonik rejimlerin yapısal izlerini taşımakta olup bunlar, yüzeysel araştırmalarda aktif faylarla sıklıkla karıştırılırlar. Hassas ölçülmüş hız alanı ile tutarlılık seviyeleri, önerilerin güvenilirliği hakkında geçerliliği olabilecek ön fikri verirler. Nitekim odak mekanizması çözümlerinin veya sismik kesitlerde görülen yapısal süreksizliklerin bu yapılarla deneştirilmesi çabaları yapısal jeolojik fazları ve hız alanı iyi bilinmeyen yerlerde yanlış sonuçlara yönlendirmektedir. Çanakkale Boğazı'nda veya Tuzla, Ayvacık bölgesinde yapılan aktif tektonik sistemle yapısal izlerin bağdaştırılmasına yönelik çabalar bunlar için çarpıcı birer emsaldirler. Çalışmalarımıza bu tür hatalara detaylarıyla neden ve nasıl gidildiği üzerinde durulmaktadır. Bu yaklaşımımızla yarımada ve çevresindeki aktif fay önerilerinin tektonik rejimle ilişkilerine ışık tutulacak olup yerleşim merkezlerini tehdit eden aktif sistemlerinin yanlış olarak modellenmesiyle ortaya çıkacak, tehlikenin boyutlarının yanlış olarak belirlenmesi sonucunun önüne geçilmesi yönünde yol kat edilebilecektir. Her diri fay gençse de her genç fay diri değildir. Genç birimlerde görülen süreksizlikler aktif olmayabilirler. Bu bakımdan, aktif fay çalışmalarında jeodetik ölçümler elzem olup paleosismolojik çalışmalar nihai modellemelere götürür. Ayrıca, bir bölgede yükselme varsa bunun sebebinin de tektonik olması zorunlu değildir. Bölgenin altındaki jeodinamik hareketlerin ve bunların doğurduğu düşey kuvvetlerin varlığı da tetkik edilmeli modellemelere bu bilgilerle gidilmelidir. Pek çok yerde faylar yaygın olarak bulunabilirler, genç veya yaşlı ölü faylar deformasyon zonları içerisinde kaldıklarında ikincil unsur olmaları kaynaklı deprem de üretebilirler fakat büyük deprem üretebilmeleri için aktif tektoniğin esas unsurlarından olmaları şarttır. Bunun için bir fayın paleosismolojisi ve hatta bölgenin yapısal jeoloji fazları, aktif hız alanı ve aktif tektonikle ilişkisi göz önünde bulundurulmadan bir deprem fırtınasının veya ortaya çıkan bir deprem kümelenmesinin büyük bir depremin öncü belirtisi olabileceğine dair kuşklara kapılmak ve hatta bu kuşklarla ilgili açıklamalar yapmak kesinlikle bilimsel değildir. Paleosismolojik çalışmalar yüzey kırıkları ile ilgili geçmiş depremlere ait gömülü izlerin incelenmesiyle yapılır. Sedimenter tabakalarda bulunan bu kayıtlar sismik tehlikeyi esas olarak deprenselliğe bağlı istatistiklerle değil de ileride gerçekçi olarak belirleyebilmemizi sağlayabilecek tek unsur olmaları bakımından paha biçilmez değere sahiptirler. Bu nedenle fay kaçınılmaz batlarının belirlenmesi kazıları gibi kısıtlı hedefleri olan girişimlerle bu kayıtların tahrir edilmesinin önüne geçilmesi elzemdir.

Anahtar Kelimeler: Biga Yarımadası, diri fay, deprem, aktif tektonik, paleosismoloji

SPAC Yöntemi ve Derin Sondajlar ile Mühendislik Anakayası Seviyesi Belirleme Çalışmaları: İzmir İli Bornova İlçesi İlksel Sonuçlar

Eren PAMUK^a, Özcan BEKTAŞ^b, Aydın BÜYÜKSARAÇ^c

^a MTA Genel Müdürlüğü, Jeofizik Etütleri Dairesi, 06530 Çankaya, Ankara (eren.pamuk@mta.gov.tr)

^b Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 58140 Merkez, Sivas

^c Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi, Çan Meslek Yüksekokulu, 17400 Çan, Çanakkale

Bilindiği gibi büyük bir depremde meydana gelebilecek yapısal hasarların temel nedenlerinden biri de yerel zemin etkisidir. Yerel zemin etkilerini ve zemin dinamik davranışını belirlemede kullanılan en önemli parametrelerden birisi de anakaya üzerindeki zemin tabakalarının kayma dalgası hız (V_s) yapısıdır. Ayrıca zemin-anakaya tanımlamaları da V_s değerlerine göre yapılmaktadır. Literatürde V_s değerinin >760 m/s olduğu jeolojik ortamlar mühendislik anakayasası olarak tanımlanırken; $V_s < 760$ m/s olduğu jeolojik ortamlar ise zemin olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmada, 30 Ekim 2020 Ege Denizi (Sisam Adası) depreminden en fazla etkilenen alanlardan biri olan İzmir iç körfezi doğusundaki Bornova Ovası'nın Bornova ilçe sınırları içerisinde kalan kısmı için derin kayma dalgası hız (V_s) yapısı, jeofizik ve derin sondajlar ile belirlenmeye çalışılmıştır. Kuzeyde Karşıyaka Fay Zonu, güneyde ise İzmir Fay Zonu ile sınırlanan, Kuvaterner yaşlı alüvyon birimlerin yer aldığı Bornova Ovası; K-G yönünde genişliği yaklaşık 6 km, D-B yönünde uzunluğu ise yaklaşık 10 km olan tektonik kontrollü bir havzadır. Bu kapsamda yüksek çözünürlüklü 3B'li havza modellemesine altlık oluşturacak 1B'li derin V_s -derinlik kesitleri ve derin sondaj verileri birlikte irdelenmiştir. 1B'li derin V_s -derinlik kesitleri elde edilmesi için 23 farklı lokasyonda SPAC (dairesel dizilim mikrotremor) verisi toplanmış ve analiz edilmiştir. SPAC verileri her bir ölçü noktasında 30 m ile 250 m arasında değişen 3 farklı yarıçapta toplanmıştır. Elde edilen verilerden SPAC katsayıları hesaplanmış ve azimutal ortalamaları alınmıştır. Dispersiyon eğrileri, her bir ölçü noktası için hesaplanan SPAC katsayıları ile teorik Bessel fonksiyonu arasındaki uyumlu olan frekans aralığındaki değerler yardımıyla belirlenmiştir. Elde edilen Rayleigh dalgası dispersiyon eğrileri komşuluk algoritması kullanılarak ters çözüm yapılmış ve kabul edilebilir hata oranları ile 1B'li derin V_s -derinlik kesitleri elde edilmiştir. Elde edilen 1B'li derin V_s -derinlik kesitleri yardımıyla 50 m, 100 m, 150 m, 200 m, 250 m ve 300 m derinlikler için V_s seviye haritaları oluşturulmuştur. V_s seviye haritaları incelendiğinde V_s değerleri 250-2500 m/s arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca 9 adet derin sondaj loglarındaki litolojik bilgiler 1B'li V_s -derinlik kesitleri ile birlikte irdelenmiş ve yorumlanmış, çalışma alanında jeolojik olarak anakaya seviyelerinin yaklaşık olarak 40 m-280 m arasında değiştiği belirlenmiştir. Tüm bu veriler ışığında, mühendislik anakayasası dağılımının çalışma alanının batısındaki alanlarda 300 m derinlik seviyelerine ulaştığı, doğusunda ise sığlaştığı belirlenmiştir. Benzer şekilde ovanın kuzey ve güney kesimlerinde de mühendislik anakayasasının sığlaştığı belirlenmiştir. Yanal ve düşey yönde sismik hızların değişimi, havza kenarlarına doğru mühendislik anakayasası seviyelerinin sığlaşması gibi bulgular 30 Ekim 2020 Ege Denizi (Sisam Adası) depreminden etkilenen Bornova ovasının olası büyük bir depremde odaklanma etkilerinin görülebileceği bir yapıda olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar ilksel bulgu niteliğinde olup, değerlendirmesi tamamlanacak olan jeofizik, jeolojik ve jeoteknik bilgiler ışığında güncellenerek Ege Denizi (Sisam Adası) depreminin Bornova Ovası'nda oluşturduğu etkinin daha fazla anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: SPAC, kayma dalgası hızı (V_s), Bornova Ovası, sondaj

İzmir İç ve Dış Körfezi Aktif Faylarının ve Stratigrafisinin Deniz Sismiği Verileriyle İncelenmesi

Aslıhan Nasif^a, Özkan Özel^a, Orhan Atgın^a, Derman Dondurur^a, Denizhan Vardar^b, Mahmut Göktuğ Drahor^c, Ökmen Sümer^d

^a Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Haydar Aliyev Bulvarı, No:100, 35330, Balçova, İzmir (aslihan.nasif@deu.edu.tr)

^b İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Molla Hüsrev Mah., Müşküle Sk., No:17, 34134 Fatih, İstanbul

^c Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 35390, Buca, İzmir

^d Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390, Buca, İzmir

İzmir metropol alanı ve çevresi, gerek tarihsel gerekse aletsel dönemde yoğun sismolojik etkinliğin gözlemlendiği ve ciddi şekilde hasarların gerçekleştiği 1. derece deprem bölgesinde yer alır. Bu anlamda, bölgeyi etkileyebilecek aktif fayların varlığı, uzanımı, olası hareket mekanizmaları ve birbirleriyle olan ilişkilerinin araştırılması ve ortaya konulması önem taşımaktadır. İzmir ve çevresinin karasal alanındaki aktif faylar görece iyi derece araştırılmış olmakla birlikte, İzmir Körfezi denizel alanındaki fayların uzanımı ve aktivitesi ile ilişkili bilgimiz yetersizdir.

Bu çalışmada, İzmir İç ve Dış Körfez alanı ile Gülbahçe Körfezi'nde deniz jeofiziği verileri kullanılarak, su derinliği 10-70 m arasında değişim gösteren yaklaşık 370 km² bir alanda, (i) stratigrafik (Plio-Kuvaterner ve olası Miyosen sonrası derin stratigrafi), (ii) yapısal jeolojik (eski ve diri faylar ile jeolojik birimlerin kıvrımlanma geometrisi) ve (iii) olası sıg gaz birikimleri açısından incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmalarda farklı penetrasyon ve ayrımlılığa sahip yaklaşık 700 km uzunluğunda çok kanallı sismik ve Chirp mühendislik sismiği verileri ile toplam 600 km civarında tek kanallı sparker sismik verileri toplanmıştır. Veri toplama, DEÜ-Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü'ne ait R/V K. Piri Reis ve R/V Dokuz Eylül 4 gemileriyle gerçekleştirilmiştir. Toplanan çok kanallı yüksek ayrımlı deniz sismiği ve sparker sismik verileri, literatürde, karadaki varlıkları bilinen ama denizel devamlılıkları hakkında sınırlı bilgiye sahip olduğumuz Gülbahçe Fayı, İzmir Fayı ve Foça-Süzbeyli Fay Zonu'nun denizdeki uzanımlarını ortaya koymaktadır. Ayrıca bu veriler, Uzunada Fayı'nın derine doğru geometrisi ile dış körfez derin sediment birikimi ile olan ilişkisini de ortaya çıkarmıştır. İzmir Fayı'nın İç Körfez'deki devamlılığı sismik kesitlerde D-B uzanımlı olarak görülmekte olup, kıyı şeridinde paralel şekilde devam ederek doğuya Bornova Ovası'na doğru ilerleyen verev/eğim atımlı normal bileşene sahip yapısal bir süreksizlik şeklinde izlenmektedir. Bu çalışmada elde edilen sismik veriler ile bölgenin mevcut sismolojik verilerinin karşılaştırılarak yorumlanması, halen oldukça tartışmalı olan İzmir İç Körfezi'nin aktif tektoniği ve fayların mekanizmaları ile uzanımlarının ortaya konulması açısından oldukça önemlidir. Ancak deniz ve kara verilerinin birlikte yorumlanması ve kullanımı ile, İzmir ili için sağlıklı deprem modellemeleri, deprem senaryosu ve deprem master planı çalışmaları gerçekleştirilebilir.

Bu çalışma, FBG-2023-3159'nolu Dokuz Eylül Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projesi tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İzmir Körfezi, aktif tektoniği, çok kanallı sismik, Chirp mühendislik sismiği, sparker sismik.

Foça-Karaburun Açıklarının Aktif Tektoniği ve Sedimentolojisi

Derman Dondurur^a, Aslıhan Nasıf^a, Denizhan Vardar^b, Orhan Atgın^a, Özkan Özel^a, Murat Ayaz^a, K. Nesil Kaçar^c

^aDokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Haydar Aliyev Bulvarı, No: 100, 35340, Inciraltı, İzmir (derman.dondurur@deu.edu.tr)

^bİstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Molla Hüsrev Mah. Müşküle Sok., No: 17, 34134 Vefa-Fatih/İstanbul

^cTPAO-OTC Deniz Operasyonları Merkezi, Oktay Olcay Yurtbay Cad., No:21, Çaycuma, Zonguldak

İzmir Dış Körfezi, Karaburun-Foça ve Çandarlı Körfezi açıklarını içerisine alan bir alanda, Şubat 2023 döneminde, R/V K. Piri Reis araştırma gemisi ile toplam yaklaşık 1000 km uzunluğunda çok kanallı sismik ve Chirp mühendislik sismiği verileri toplanmıştır. Çalışma alanının çok ışınlı batimetri verisi ise Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi (SHOD)'dan temin edilmiştir. Toplanan veriler işlenerek alanın morfolojisi, sığ ve derin stratigrafik yapısı, bölgedeki aktif faylar, fayların deprensellikle olan ilişkisi ile ilgili bilgiler elde etmek amacıyla yorumlanmıştır.

Batimetrik verilere göre 0-200 m su derinlikleri arasında uzanan çalışma alanı, morfolojik olarak beş farklı alana ayrılmıştır. Bunlar güneyden kuzeye İzmir Körfezi'nin çıkışına karşılık gelen İzmir Dış Körfezi alanı, Karaburun ve Çandarlı Basenleri, bu basenlerin arasında kalan Foça Sırtı bölgesi ve Çandarlı İç Körfez alanıdır. Gediz ve Bakırçay Nehirleri'nin düşük deniz seviyesi döneminde oluşturduğu Gediz Nehri ile ilişkili 4, Bakırçay Nehri ile ilişkili de 2 gömülü delta yapısı belirlenmiş olup, bunlardan en üstte uzanan deltanın alanın morfolojisinde önemli rol oynadığı anlaşılmıştır.

Sismik verilerde gözlenen aktif faylar batimetrideki çizgisellikler de dikkate alınarak birbiri ile ilişkilendirilmiş ve bölgenin aktif fay haritası elde edilmiştir. Çok kanallı sismik veriler, çalışma alanında çok sayıda aktif fayın varlığını işaret etmektedir. Faylar genellikle GD-KB uzanımlı olup, birçoğu oblik fay görünümündedir. Özellikle Foça-Süzbeyli Fay Zonu ve Gülbahçe Fay Zonu, sırasıyla Karaburun Platformu ve Foça volkaniklerini dış körfez sedimentlerinden ayıran bir yapıda olup, belirgin bir düşey atıma da sahiptir. İzmir Körfezi'nden KB yönünde dış körfeze uzanan Uzunada Fay Zonu, Foça-Süzbeyli Fay Zonu ve Gülbahçe Fay Zonu sismik verilerden haritalanmıştır. Her üç fay da, İzmir Dış Körfezi'nde birden çok koldan oluşan fay zonu şeklinde görülmektedir.

Foça Sırtı bölgesi, KB-GD yönlü uzanan ve olasılıkla Foça'nın doğusunda karaya çıktığı düşünülen birçok fay ile deforme edilmektedir. Chirp mühendislik sismiği verileri, bu fayların hemen tamamının aktif faylar olduğunu işaret etmektedir. Karaburun ve Çandarlı Basenleri'nin her ikisi de faylarla kontrol edilmekte, faylar basenlerin hem sınırlarını ve hem de basen dolgusunu etkilemektedir. Çandarlı Baseni'nin, güneyde, olasılıkla KB-GD yönlü uzanan oldukça belirgin iki ana doğrultu atımlı fayla sınırlandığı görülmüştür. Bu fayların basenin güney kısmında Foça'nın kuzeyinde sırasıyla Yeni Foça ve Aliğa ilçelerinin yerleşim alanlarında karaya çıktıkları düşünülmektedir. Sismik verilerden elde edilen ilksel sonuçlar, Foça-Karaburun açıklarında kalan bölgenin, batıda Gülbahçe Fay Zonu ve doğuda ise Foça-Süzbeyli Fayı ile ilişkili faylar boyunca KKB yönünde dönerek açıldığını işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Foça-Karaburun aktif tektoniği, deniz sismiği, Chirp mühendislik sismiği, aktif faylar

Bornova Havzası (İzmir) S-dalga Hız Yapısının Mikrotremör Dizin Ölçüleriyle Belirlenmesi

Özlem Karagöz^a, Onur Tan^b, Muammer Tün^c, Ökmen Sümer^d, Atilla Ongar^e, Meriç Aziz Berge^e, Mahmut Drahor^e, Hiroaki Yamanaka^f

^a Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Çanakkale
(ozlemkaragoz@comu.edu.tr)

^b İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İstanbul

^c Eskişehir Teknik Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir

^d Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir

^e Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İzmir

^f Tokyo Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık ve Yapı Mühendisliği Bölümü, G5-6, Nagatsuta, Midori-ku, Yokohama, Tokyo, Japonya

Samos Adası'nın kuzeyinde 30 Ekim 2020 tarihinde meydana gelen Mw 7.0 büyüklüğündeki depremde İzmir il merkezinin bulunduğu Bornova Havzası'ndaki birçok binada yıkıcı hasarlar oluşmuştur. Geçmişte yapılan yer bilimsel çalışmalarda havzanın derin zemin hız yapısına ait yeterli bilgi yoktur. Mevcut S-dalga hızı (V_s) bilgileri ilk 20-30 m'den daha derine ulaşmamaktadır. Bu çalışmada 200-300 m derine kadar V_s modellerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla 34 noktada ve çalışma alanı içerisinde bulunan 6 AFAD ivme istasyonunda olmak üzere toplam 40 noktada 10, 30 ve 90 m yarıçaplı dizilimlerle 4 sismometre kullanılarak 30-60 dakika uzunluğunda mikrotremör verisi toplanmıştır. Havzanın 1 boyutlu (1B) V_s modelini belirlemek için uzamsal özilişki (spatial auto-correlation, SPAC) yöntemi kullanılmıştır. Veri değerlendirme aşamaları SESAME (2004) - Geopsy programı ve Yamanaka (2007) tarafından Fortran'da yazılmış olan hibrit-genetik ters çözüm algoritması kullanılarak iki farklı yaklaşımla yapılmıştır. Yamanaka (2007) algoritması ile yapılan ters çözüm sonucunda üretilen 1B yer modeli kullanılarak hesaplanan temel mod Rayleigh dalgasının yatay-düşey yöndeki eliptik davranış oranının (HVRS), $r=10m$, $r=30m$, $r=90m$ dizilimlerinin merkez noktadaki ölçümleriyle karşılaştırılarak en uygun model elde edilmeye çalışılmıştır. Diğer yandan, Geopsy algoritmasıyla da dispersiyon ve eliptiklik (HVRS) eğrileri birleşik ters çözüme sokularak en uygun yer hız modelleri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlarla her nokta için hız modeli oluşturulmuştur. Ölçüm noktalarına yakın olan mevcut sondaj bilgileri ile ters çözüm sonucu elde edilen 1B hız modellerinin karşılaştırılması yapılarak hız modellerinin final sonuçları elde edilmiştir. Sonuç hız modelleri, sondajlarla uyumludur ve havzanın batısında kalın doğuya gidildikçe basamaklı şekilde sığlaşan bir havza modeli göstermektedir. Bu çalışma 121Y252 nolu TÜBİTAK-1001 projesi tarafından desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bornova Havzası, deprem, mikrotremör, SPAC

Bornova Havzası'nın Tümüleşik Yerbilim Araştırması: Ön Bulgular

Mahmut Göktuğ Drahor^a, Ökmen Sümer^b, Onur Tan^c, Meriç Aziz Berge^a, Özlem Karagöz Tan^d, Atilla Ongar^a, Ertuğ Öner^e, Serdar Vardar^f, Aylin Karadaş^e, Caner Öztürk^g, Rıfat İlhan^h, Semih Eski^b, Ali Cankurtaranlarⁱ, Muammer Tün^j, Hiroaki Yamanaka^k

^a Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi, 35370, İzmir, (goktug.drahor@deu.edu.tr)

^b Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi, 35370, İzmir

^c İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Büyükçekmece Yerleşkesi, 34320, İstanbul

^d Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Terzioğlu Yerleşkesi, 17100, Çanakkale

^e Ege Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 35100, İzmir

^f Katip Çelebi Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, İzmir

^g Geoim Mühendislik, 6253 Sokak, 35070 Bornova, İzmir

^h Adıyaman Üniversitesi, Arkeoloji Bölümü, 02040 Adıyaman

ⁱ TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Gebze, Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü, 41470 Kocaeli

^j Eskişehir Teknik Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, 26555 Eskişehir

^k Tokyo Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık ve Yapı Mühendisliği Bölümü, 113-8656, Tokyo, Japonya

30 Ekim 2020 Ege Denizi (Sisam-İzmir) Depreminde Bornova Havzası'nda özellikle Bayraklı ilçesinde 500'ün üzerinde yapıda hasar oluşmuştur. Yapısal hasarların havza yapısı ve zemin özellikleri kaynaklı olması nedeniyle bu özelliklerin araştırılabilmesi amacıyla Tübitak projesi kapsamında sismik yansıma, elektrik resistivite tomografi (ERT), uyarılmış polarizasyon tomografisi (IPT) ve SPAC çalışmaları ile bu çalışmalar sonucunda belirlenen lokasyonlarda sondaj çalışmaları yapılmıştır. Hali hazırda tümleşik jeofizik veri setlerinin yorumlamaları ve sondaj karotları üzerinde jeolojik ve paleocoğrafik çalışmalar devam etmektedir. Jeofizik verilerin sonuçlarına göre belirlenen sondaj lokasyonlarında, bu veriler ile uyumlu sondaj sonuçları elde edilmiş ve havzanın bu noktada eksik olan sondaj bilgisi de üretilmiştir. Sondaj çalışmalarında havzada 1950'lerden itibaren yapılan tüm sondajlardan daha derine inilmiştir. Özellikle yapılan derin sondajlarda ortaya çıkan havza dolgu tipi ve karakteri gerek havzanın evrimi gerekse yeni kentsel alandaki zeminin karakteri hakkında önemli veriler sunmuştur. Projede yorumlama aşaması devam eden verilerin ön sonuçları, havzanın yoğun yerleşim gören kentsel alanında genel kabul gören havza modelinden daha farklı bir modelin elde edilmesine ve önceden tespit edilmemiş fay sistemlerinin tanımlanmasına olanak sağlamıştır. Ayrıca projeden elde edilen sayısal yerbilimsel veriler, deprem mühendisliği ve yapı hasar görülebilirliği konusunda yürütülen 221M169 “İzmir Bornova Basen’inde Simülasyon Tabanlı Deprem Senaryolarının Yapısal Hasar Görülebilirlik Dağılımı ve Dirençli Kentsel Planlama Üzerindeki Etkileri” adlı TÜBİTAK Eşgüdüm projesine aktarılmaya başlanmıştır. Böylelikle, deprem-havza etkisinin belirlenmesine yönelik veri setinin oluşturulması amaçlanmaktadır. Söz konusu proje, benzer sorunların gözlemlendiği birçok kentsel alanda bu tür yerbilimsel uygulamaların nasıl yürütülebileceğine ilişkin örnek bir model oluşturmaktadır. Bu çalışma 121Y252 nolu TÜBİTAK-1001 projesi tarafından desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bornova Havzası, deprem, havza geometrisi, jeofizik, jeoloji, İzmir

Makine Öğrenmesi Teknikleri ile Deprem Parametrelerinin Tahmini: Türkiye Veri Seti Uygulaması

Fahrettin Kuran^a, Gülüm Tanırcan^b, Elham Pashaei^c

^a Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Boğaziçi Üniversitesi, Çengelköy, 34684 Üsküdar, İstanbul (fahrettin.kuran@boun.edu.tr)

^b Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Boğaziçi Üniversitesi, Çengelköy, 34684 Üsküdar, İstanbul

^c Yazılım Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İstanbul Gelişim Üniversitesi, 34310 Avcılar, İstanbul

En büyük yer hızı (PGV) ve kümülatif mutlak hız (CAV), potansiyel deprem hasarını ölçmek için kullanılan önemli kuvvetli yer hareketi parametrelerindedir. Makine öğrenmesi teknikleri, doğrusal olmayan ilişkilerin ele alınması, değişen koşullara uygulanabilirlik, otomasyon, verimlilik ve gerçek zamanlı tahmin potansiyeli sayesinde PGV ve CAV parametrelerinin daha doğru ve güvenilir tahminlerini sağlayabilir. Bu çalışmada, altı farklı makine öğrenmesi algoritmasının PGV ve CAV parametrelerini tahminindeki performansını kapsamlı bir şekilde karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Support Vector Machine, Linear Regression, Random Forest, Artificial Neural Network, Bayesian Ridge Regression ve Gradient Boosting algoritmaları ile yer hareketi modelleri (GMM) oluşturularak geleneksel modeller ile karşılaştırılmıştır.

Çalışma kapsamında, Türkiye kuvvetli yer hareketleri veri tabanının yanı sıra küresel deprem kayıtlarından oluşan veri seti kullanılmıştır. Bölgesel veri seti $3.5 \leq M_w \leq 7.6$ olan depremlerin kayıtlarını içerirken, ikinci veri seti yalnızca küresel $M_w \geq 5.5$ olan depremlerin kayıtlarını içermektedir. Ayrıca, makine öğrenmesi modelinin performansını artırmak amacıyla PGV ve CAV parametreleri için yedi adet girdinin en iyilerini belirleyebilmek amacıyla Feature Selection ve Outlier Detection yöntemleri kullanılmıştır. Makine öğrenmesi yöntemleri ile oluşturulan tahmin modellerinin performansını ölçmek için, ortalama kare hata (MSE), kök ortalama kare hata (RMSE), ortalama mutlak hata (MAE), ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) ve korelasyon katsayısı (R) olmak üzere beş değerlendirme ölçütü kullanılmıştır.

Makine öğrenmesi algoritmalarının karşılaştırmalı değerlendirmesi, $M_w \geq 5.5$ veri kümesi ile eğitilen modellerin, $3.5 \leq M_w \leq 7.6$ veri seti ile eğitilen modellere kıyasla CAV tahmininde oldukça başarılı olduğunu ancak PGV tahmininde tam tersi durum söz konusu olduğunu göstermektedir. Sonuçlar, Gradient Boosting algoritması ile geliştirilen CAV ve PGV tahmin modellerinin bu çalışmada yer alan diğer makine öğrenmesi algoritmaları ile elde edilen tahmin modellerine kıyasla önemli ölçüde daha iyi performans gösterdiğini kanıtlanmaktadır. Ayrıca, CAV tahmininde makine öğrenmesi teknikleri, deprem kayıtlarını oluşturan temel bileşenleri baz alınarak kullanıcı tarafından seçilen girdilerle daha başarılı bir performans sunarken PGV tahmininde bu çalışmada yer alan tüm girdi parametreleri (yedi adet) ile daha iyi bir performans sergilemektedir. Son olarak Türkiye için makine öğrenmesi tabanlı CAV ve PGV tahmin modelleri mevcut yer hareketi modelleri ile karşılaştırıldığında, makine öğrenmesi tabanlı modellerin, makine öğrenmesi algoritmalarının eğitimi için yeterli sayıda deprem kaydı olması durumunda, PGV ve CAV parametrelerini mevcut yöntemler kadar başarılı bir şekilde tahmin edebildiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Deprem parametrelerinin tahmini, en büyük yer hızı (PGV), kümülatif mutlak hız (CAV), makine öğrenmesi

KB Türkiye’de yapılan deniz çalışmalarına bir örnek: Marmara Denizi

Doğan Kalafat^a, Yojiro Yamamoto^b, Narumi Takahashi^{b,c}, Zafer Öğütçü^a, Remzi Polat^a, Tuğçe Ergün^a, Özkan Çok^a, Murat Suvarıklı^a, Ali Pınar^d, Cemil Gürbüz^a, Motoyuki Kido^e, Yoshiyuki Kaneda^{bf}, Haluk Özener^a

^a Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 34684 Çengelköy-Üsküdar, İstanbul (e-mail: kalafato@boun.edu.tr)

^b Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC) Yokohoma, Japan

^c National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (NIED), Tsukuba, Ibaraki, Japan

^d T Rupt Teknoloji A.Ş., Maslak Mah. Maslak 1453 Sitesi, 1G-No:61, Sarıyer/İstanbul

^e Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University, Japan

^f Institute of Education, Research and Regional Corporation for Crisis Management Shikoku (IECMS), Kagawa University 1-1 Saiwai-cho, Takamatsu, 760-8521, Japan

Sağ yanal doğrultu atımlı ana kırık parçalarını içinde barındıran Kuzey Anadolu Makaslama Zonu, deprem oluş düzeni açısından özellikleri iyi bilinen bir karaktere sahiptir. Özellikle 1939 Erzincan Depremi sonrası büyük depremlerin yarı sistematik bir biçimde batıya art arda tetiklenerek geçmesi, 1999 Doğu Marmara ve Düzce depremleri sonrası Marmara Denizi içerisinden geçen Kuzey Anadolu Makaslama Zonu’nun kollarının gelecekte büyük bir deprem üretme riskini de ortaya koymuştur.

Bu bağlamda Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE), Marmara bölgesini karada deprem istasyon sayısını arttırarak daha yoğun bir şekilde izlemeye başlamıştır. Aynı zamanda Marmara Denizi içinden geçen ana kırık parçaların uzun süredir büyük deprem üretmedikleri de bilinmektedir. Bu ise Sismik Boşluk olarak ifade edilmektedir.

Özellikle Marmara Denizi içerisinden geçen ana kırık parçalarının özelliklerini daha detaylı ortaya koymak, gerekse mikro-depremselliği daha iyi takip edebilmek için Türk-Japon bilim insanları 2013-2018 yılları arasında MarDiM (Marmara Bölgesinde Deprem ve Tsunami Zararlarının Azaltılması ve Afet Eğitimi) Projesini hayata geçirdiler. Bu proje kapsamında yıllık kampanyalar ile Deniz Tabanı Gözlemevi Sistemleri (OBS) ve Açılma Ölçerler (EXT) deniz tabanına yerleştirildi. Bu kapsamda veriler alındı ve uzmanlık alanlarına göre değerlendirildi. 1. ve 2. gözlem sonuçlarına göre Deprem dışmerkezlerinin dağılımı özellikle batıda (Tekirdağ Baseni) üst kabukta yoğunlaşmakta, Batı Sirt’ta, yaklaşık 27.75°-28.0°D boylamları arası ise alt kabukta yoğunlaştığı (yaklaşık 20 km.) gözlenmiştir. Orta Basen’de ise üst kabukta, Orta Sirt’ta ise (28.25°D) çok sığ yaklaşık 5 km. civarında yoğunlaştığı gözlenmiştir. Orta Basen’in doğusu ve Orta Sirt-Kumburgaz Baseni arasında üst kabuğun altında 10 km.’nin altında herhangi bir deprem olmadığı gözlenmiştir. Kumburgaz Baseni doğusunda ise tüm kabukta çok düşük sismisite gözlenmiştir. Sismik etkinliğin olmadığı alan: 28.50 ~ 28.65°D.

Pandemi süreci tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de deniz çalışmalarını olumsuz etkilemesine rağmen, pandemi sonrası OBS’lerin çıkartılması ve 2023 yılı içerisinde bakımlarının yeniden yapılarak deniz tabanına yerleştirilmesi başarı ile sağlanmıştır. Batı Marmara’dan başlamak üzere OBS’ler yıllık kampanyalar şeklinde deniz tabanına yerleştirilmiş, 2023 yılında da Doğu Marmara açıklarına ana fay parçasını kontrol edecek şekilde farklı derinliklerde yerleştirilmiştir. Çalışma Türkiye’de ilk defa uzun süreli deniz tabanı gözlemi yapılmasına, konu ile ilgili deniz teknolojisinin gelişmesine ve insan yetiştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kuzey Anadolu Makaslama Zonu, Marmara denizi, Deniz tabanı gözlemevi sistemleri, Açılma ölçer, Mikro-depremsellik

Marmara Bölgesi Deprem Erken Uyarı Sistemi

Süleyman Tunç^a, Berna Tunç^b, Deniz Çaka^b, Emrah Budakoğlu^c ve Şerif Barış^b

^aSentez Yer ve Yapı Müh. Tic. Ltd. Şti., İstanbul (e-mail: stunc@syy.com.tr)

^bJeofizik Müh. Bölümü, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli

^cJeofizik Müh. Bölümü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya

Deprem Erken Uyarı Sistemleri (DEUS – EEWS), meydana gelen bir depremi mümkün olan en kısa sürede algılayarak bu depremin yıkıcı bir hasara neden olup olmayacağını, bir hasar durumu söz konusuysa nerelerde ve hangi ölçekte hasar oluşacağını güvenilir bir şekilde belirlemeye yönelik sistemlerdir. 17 Ağustos 1999 depreminde kırılmayan ve uzun süredir sessiz olan Kuzey Anadolu Fayı'nın deprem üretmesi beklenen kolları çoğunlukla deniz içindedir. Bu kollar üzerinde meydana gelecek herhangi bir büyük deprem, başta İstanbul olmak üzere Marmara Denizi'ne kıyısı olan bütün illeri etkileyecektir. Ayrıca, Bursa ili merkezinde ya da Gemlik Körfezi'nde meydana gelecek bir depremin de İstanbul için risk oluşturacağı bilinmektedir.

Bu nedenle çalışmada; Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)'nin Marmara Denizi içinde bulunan ve 1912 ile 1999 depremlerinde kırılmayan kısmı, Gemlik Körfezi'nde deniz içine girerek batıya uzanan fay ve Bursa ili merkezinde bulunan faylar olmak üzere üç etkin kırık sistemi kullanılmıştır. Bu kırıklar üzerinde meydana gelecek yıkıcı bir depreme karşı önlem almak için Marmara Bölgesi Deprem Erken Uyarı Sistemi kurulmuş ve devreye alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Erken uyarı sistemi, ivme ölçer, sensör, sismik ağ



BİLDİRİ ÖZLERİ

POSTER SUNUMLAR

EMS-98 Ölçeğine Göre 26.12.1939 Erzincan (M 7.8) ve 20.12.1942 Erbaa (M 7.0) Depremlerin Makrosismik Şiddet Değerlendirmesi ve Sismogramların Sayısallaştırılması

Tuğba Kurtuluş^a, M. Ersen Aksoy^a

^a Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 48000 Kötekli, Muğla
(tugbagurcan@posta.mu.edu.tr)

26 Aralık 1939'da 7,8 büyüklüğündeki Erzincan depremi ve 20 Aralık 1942'de 7,0 büyüklüğündeki Tokat-Erbaa depremleri, Kuzey Anadolu Fayı'nın doğusunda meydana gelmiş yıkıcı iki sismik olaydır. Bu depremler önemli can kayıplarına ve geniş çapta hasarlara neden olmuştur. 1939 Erzincan depremine ilişkin elimizdeki tek şiddet haritası 1941 yılında Pamir ve Ketin tarafından hazırlanmış olup, depremden etkilenen bölgelere Mercalli ölçeğine göre en yüksek şiddet derecesi 11 olarak verilmiştir. 1942 Tokat-Erbaa depreminin şiddet haritası da Blumenthal ve diğ., 1943 yılında oluşturulmuştur ve Tokat bölgesine Mercalli ölçeğinde maksimum 11 şiddet derecesi atanmıştır. Bu çalışmada ilgili literatür, arşiv ve dönem gazeteleri dahil olmak üzere çeşitli kaynaklardan hasarla ilgili bilgilerin kapsamlı bir incelemesi gerçekleştirilmiştir. 1939 Erzincan depremi için 170 günlük gazete ve diğer arşiv belgelerini incelenmiş ve bu bilgiler hasarın niteliği ve dağılımına göre sınıflandırılmıştır. Bu çalışma sonucunda deprem öncesi ve deprem sonrası yıkımı gösteren 110 fotoğraf toplanmıştır. 1939 Erzincan depreminde 17 il, 48 ilçe ve 1000'e yakın köyün zarar gördüğü, 116.720 evin yıkıldığı tespit edilmiştir. 1942 Tokat-Erbaa depremi için 175 günlük gazete ve diğer arşivler incelenmiştir. 1942 depreminden etkilenen 6 il, 3 ilçe ve 34 köy tespit edilmiş olup yaklaşık 5000 evin yıkıldığı gözlenmiştir. Bu iki depremin şiddet derecelerini yeniden değerlendirmek için Avrupa Makrosismik Ölçeği (EMS-98) kullanılmıştır. Ölçeğin kılavuzu doğrultusunda, fotoğraf yerleri belirlenmiş, evlerin yapı türleri tanımlanmış ve hasarları sınıflandırılmıştır. İksel sonuçlar olarak, 1939 Erzincan depremi için hasar görebilirlik sınıflandırması ve yıkım derecesine göre EMS-98 ölçeğinde maksimum şiddet derecesi 11 (XI) ve 1942 Tokat depremi için maksimum şiddet derecesi 10 (X) olarak tanımlanmıştır. 'Ampirik Bayesian Kriging' yöntemi kullanarak her iki deprem için de eş-şiddet haritaları oluşturulmuştur.

Literatürde, bu depremlerin büyüklük değerleri, araştırmalar arasında farklılık göstermektedir; örneğin 1939 deprem büyüklükleri M 8.0 ila 7.8 ve 1942 deprem büyüklükleri M 7.0 ila 7.3 arasında belirtilmiştir. Bu çalışma da dünyanın her yerinden 1939 Erzincan depremi için toplam 42 sismik istasyona ait 96 adet sismogram ve 1942 Erbaa depremi için toplam 39 sismik istasyona ait 83 adet sismogram toplanmıştır. Bu verilerle, depremlerin büyüklükleri ve diğer deprem kaynak parametrelerinin yeniden hesaplanması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tarihsel deprem, deprem şiddeti, makrosismik ölçek, sismoloji, sismogram

Doğu Anadolu Fayı'nın Palu ve Pütürge Segmentlerinin Deprem Döngüsünün Araştırılması

Mehmet Köküm^a, Havva Neslihan Kıray^b, Cengiz Zabcı^b, H. Serdar Akyüz^b, Erhan Altunel^c, Semih Ergintav^d, Abdulrahman Elhiso^a

^a Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü 23119 Merkez Elazığ (mkokum@firat.edu.tr)

^b İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul

^c Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 26480 Odunpazarı, Eskişehir

^d Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 34684 Çengelköy/ İstanbul

Türkiye, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) başta olmak üzere pek çok fayı üzerinde barındırması nedeniyle dünyanın sismik açıdan en aktif bölgeleri arasında yer almaktadır. Ülkenin doğusunda yer alan DAFZ Anadolu ile Arabistan levhaları arasında sınırı oluşturan sol yönlü doğrultu atımlı bir fay sistemidir. Bu çalışmanın amacı, DAFZ'nin Palu ve Pütürge segmentlerinin deprem geçmişi ve jeolojik kayma hızlarını belirleyerek bu fay zonunun deprem döngüsünü karakterize etmek ve bölge için deprem tehlikesini ortaya koymaktır. 24 Ocak 2020 tarihli Sivrice depremi ile 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremler DAFZ üzerinde meydana gelmiştir. Sivrice depremi bu çalışmanın konusu olan Pütürge segmenti üzerinde yer alırken, 6 Şubat 2023 depremleri ise daha güneyde çoklu segment kırılması olarak gerçekleşmiştir. Bu çalışmanın temel motivasyonu, DAFZ'nin Palu ve Pütürge segmentlerinin paleosismoloji ve jeolojik kayma hızı çalışmaları açısından sınırlı olmasıdır. Projenin coğrafi kapsamının bir diğer önemi ise yakın saha GPS, InSAR ve kriptometre verilerinin DAFZ'nin bu kesimi üzerindeki kriptometre davranışını (asismik kayma) ortaya koymasındır.

2022-2023 Yıllarında gerçekleştirilen saha çalışmaları kapsamında DAFZ'nin Palu ve Pütürge segmentleri üzerinde toplam dört adet hendek kazılmıştır. Yeşilova hendeği (YH), uzamış sırtın kuzey kenarında, fay dikliğinin belirgin olduğu eski nehir çökellerini örten küçük bir yelpaze içerisinde kazılmıştır. Yaklaşık 18 m uzunluğunda ve 3 m derinliğindeki hendek, ağırlıklı olarak ince tortullardan (silt ve kil) oluşan ve aralarına kum ve çakıl katmanları serpiştirilmiş bir diziyi açığa çıkarmıştır. Yeşilova hendeğinde, hendek duvarlarını deforme eden iki muhtemelen üç yüzey faylanması depreminin jeolojik kanıtları tespit edilmiştir. Kartaldere hendeği (KH), güneye bakan hafif eğimli bir yamaç boyunca kazılmıştır. Genel olarak, fay izi güney tarafında göreceli bir çökme meydana getirmekte ve burada yamaca karşı göllenme gözlenmektedir. Kartaldere hendeği yaklaşık 18 m uzunluğunda ve 2,5 m derinliğinde olup, düşük enerjili ortamlar olarak kabul edilen ağırlıklı olarak ince kırıntılı tortullardan yapılmış göl çökellerinden oluşan bir stratigrafi görülür. Hendek duvarında 5 m genişliğinde bir zon içinde dağılmış olan 2 ana fay zonu görülür. İki muhtemelen üç yüzey faylanması depremine ait kanıtlar bulunmuştur. DAFZ'de meydana gelen 24 Ocak 2020 Mw=6.8 Sivrice (Elazığ) Depremi'nin ardından, kırılğan buz örtüsü içinde eş-sismik olarak tansiyon çatlakları gelişmiştir. Kösebayır hendeği (KsH) bu yapılar boyunca kazılmıştır. Kösebayır hendeği yaklaşık 15 m uzunluğunda ve 2,5 m derinliğinde olup, düşük enerjili ortamlar olarak kabul edilen bir stratigrafiyi açığa çıkarmıştır. Hendek duvarında, 2 m genişliğinde bir bölge içinde dağılmış olan birkaç fay zonu görülür. İki muhtemelen üç yüzey faylanması depreminin kanıtları bulunmuştur. Yazıcı hendeği (YH), kuzeye bakan bir yamaç boyunca kazılmıştır. Yazıcı hendeği yaklaşık 18 m uzunluğunda ve 2,5 m derinliğinde olup, ağırlıklı olarak ince tortullardan oluşur. İki muhtemelen üç yüzey faylanması depreminin kanıtları bulunmuştur. Bu dört hendekten toplanan kömürleşmiş malzeme ve organik çökel örneklerinin tarihlendirme sonuçları henüz mevcut değildir.

Ayrıca jeolojik kayma hızının Palu ve Pütürge segmentleri için ayrı ayrı ikişer lokasyonda 16 adet OSL (Optik Uyarımlı Işınım) örneği tarihlendirilmek üzere alınmıştır. Palu ve Pütürge segmentleri üzerinde açılmış olan hendeklerden ve kayma hızı verilerinden elde edilecek olan bulgular, DAFZ'nun bu bölümünün deprem geçmişi hakkında yeni veriler sunacak ve depremlerin tekrarlanma aralığına ilişkin yeni bilgiler sağlayacaktır.

Bu araştırma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'nun (TÜBİTAK) 121Y283 numaralı projesi tarafından desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu Fayı, deprem döngüsü, kayma hızı, paleosismoloji

Muğla Çevresinde Yer Alan Normal Faylar Üzerine Bazı İlksel Morfolojik Gözlemler (Muğla, Yatağan ve Beyağaç fayları, GB Anadolu)

Atila KOYUNCU^a, M. Ersen AKSOY^a

^a Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 48000 Menteşe, Muğla (atilla_188@hotmail.com)

Muğla, Yatağan ve Beyağaç fayları, Güneybatı Anadolu gerilme tektonizmasının iki ana unsuru olan Menderes Grabeni ile Gökova Grabeni arasında yer alan, yaklaşık KB-GD konumlu diri normal faylardır. Batı Anadolu yılda 20-35 mm hızla saatin ters yönünde bir rotasyonla hareket ederken bu faylar bölgedeki deformasyonun bir kısmını gerilmeli biçimde üstlenirler. Bu çalışmada, söz konusu deformasyonun mekânsal dağılımı ve fay bloklarının bölgedeki göreceli yükselimi ne oranda karşıladığını nicel biçimde tanımlanmaya çalışılmaktadır. Bu amaçla, TanDEM-X ve 1/25.000 ölçekli topografik kontur haritalarından elde edilmiş yüksek çözünürlüklü sayısal arazi modeli verisi kullanarak topografik “swath” profilleri, rölyef, kanal diklik indeksi (ksn) ve eğim kırılma noktası (knickpoint) analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca ksn değerlerinin mekânsal dağılımının daha iyi gösterilebilmesi için Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon (Inverse Distance Weighting) (IDW) yöntemiyle ksn haritaları üretilmiştir.

Buna göre, batıdan doğuya, Yatağan, Muğla ve Beyağaç fayları boyunca topografyaya yansımış farklar belirlenmiştir. Yatağan Fayı 27 km uzunluğunda ve KD’ye eğimli bir normal faydır. Batı ucunda KKB yönlü iki koldan oluşmaktadır ve bu fayların oluşturduğu rölyef 150 m ile 250 m arasındadır. Fayın ortasında rölyef 150 m’nin altına düşse de doğuya doğru yükselerek 100 ile 400 m arasındadır. Yatağan Havzası’nın topografik profilleri, havzanın GB’ye doğru eğimli olduğunu göstermiştir ve fayın listrik bir geometriye sahip olduğuna işaret etmektedir. Yatağan Fayı’nın doğusunda, yaklaşık 1 km’lik bir sola sıçramayla KB-GD doğrultulu yaklaşık 30 km uzunluğunda ve GB’ye eğimli Muğla Fayı yer alır. Fay, yaklaşık orta kesimlerinden KKB ve D yönlerinde iki kol ayrılmaktadır. Muğla Fayı, bu kollarla birlikte değerlendirildiğinde 600 m’den 1500 m’ye kadar çıkan 900 m’lik bir topografya oluşturmaktadır. Ana kol boyunca rölyef 100 ila 300 m arasında değişkenlik göstermektedir. Muğla Havzası yaklaşık olarak 620 m yüksekliğindedir, batı ucunda havza eğimi güneye doğrudur, ancak havzanın orta kesiminde çok düşük derecede KD yönlü bir eğim gözlenmiştir. Havzanın yüksekliği doğuya doğru artarak 700 m’lere ulaşmaktadır. Beyağaç Fayı, Muğla Fayı doğu ucunun yaklaşık 35 km KD’sinde 1000-1200 m yükseklikte yer almaktadır. BKB-DGD doğrultulu, yaklaşık 18 km uzunluğunda ve birçok koldan oluşan bir normal fay zonedir. Beyağaç Fayı boyunca rölyef 100 ila 400 m arasında değişmektedir.

Yatağan, Muğla ve Beyağaç faylarını kapsayan bölgede, fay blokları arasındaki yükselimi karşılaştırmak amacıyla kanal diklik indeksi (ksn) analizi gerçekleştirilmiştir. Buna göre Yatağan Fayı’nın, güneyde yer alan taban bloğu üzerindeki alan akarsularda ksn indisleri genelde < 40 iken, doğuya doğru değerler kısmen artmaktadır (60-85). Yatağan ve Muğla fayları arasındaki sıçrama zonunda yer alan akarsularda yüksek ksn değerleri görülmüştür (100-300). Muğla Fayı boyunca ksn değerleri Yatağan Fayı’na göre daha yüksek olup, 80-350 aralığında değişmektedir. En yüksek değerler, fayın orta kesiminde, Düğerek civarında görülmüştür. Beyağaç Fayı üzerindeki akarsularda da ksn değerlerinin Muğla Fayı’na benzer yükseklikte (100-350) çıkmıştır.

İlksel morfolojik analizler ışığında Yatağan, Muğla ve Beyağaç faylarının batıdan doğuya doğru farklı morfolojik özellikler gösterdiğine, doğuya doğru fayların giderek daha belirgin rölyefler oluşturduğuna ve ksn indis analizlerine göre batıdan doğuya taban bloklarında yükselim oranlarının artmasına işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: GB Anadolu, diri fay, morfoloji, morfometri, tektonik jeomorfoloji

Genç Türk akademisyenlerden çağrı: Depreme dayanıklı bir Türkiye ancak “deprem kültürü” ile mümkün

Pınar Büyükkakpınar^{1,2*}, Ezgi Karasözen³, Deniz Ertuncay⁴, Emre Havazlı[†], Elif Oral⁵

¹GFZ Alman Yerbilimleri Araştırma Merkezi, 14471, Potsdam, Almanya (pinar@gfz-potsdam.de)

²Yerbilimleri Enstitüsü, Potsdam Üniversitesi, 14469, Potsdam, Almanya

³Alaska Deprem Merkezi, Alaska Üniversitesi Fairbanks, Fairbanks, AK, 757500, ABD

⁴Yer Bilimleri ve Matematik Bölümü, Trieste Üniversitesi, 34128, Trieste, İtalya

⁵Makina ve İnşaat Mühendisliği, Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü, Pasadena, CA, 91125, ABD

Deprem araştırmalarında ve bina yönetmeliklerinde oldukça yol kat etmesine rağmen, Şubat 2023, Kahramanmaraş depremlerinin trajik bilançosunun da gösterdiği üzere, Türkiye halen daha depremlere karşı savunmasızdır. Türkiye'deki durumun aksine, Şili ve Japonya gibi bina yönetmeliklerinin sıkı uygulandığı ve etkili kamuoyu bilinçlendirme kampanyalarının yürütüldüğü ülkeler ise, yakın geçmişteki depremlerden az hasarla çıkmayı başarmıştır. Bu çalışma, depreme dayanıklı bir Türkiye ihtiyacının altını çizerek, bu yolda bilim ve toplum arasındaki uçurumu kapatmak için uygulanabilir maddeler içeren çözüm odaklı bir yol haritası sunmaktadır. Bu maddeler başlıca kapsamlı yerbilimleri eğitimi, yerel deprem merkezlerinin kurulması, etkili bilim iletişimi, senaryo modelleme yoluyla gelecekteki depremlere hazırlık ve Türkiye'de bir deprem kültürünün inşa edilmesidir. Yerbilimleri eğitim sistemine entegre edilmeli ve yer bilimciler için iş olanakları artırılmalı; yerel deprem merkezleri, deprem izleme, araştırma ve halkla iletişim geliştirilmelidir. Sosyal bilimcilerle işbirliği içinde, halkın ilgisini bilimsel doğrulara çekmek ve bilgi çarpıtmaya karşı mücadele etmek için yer bilimcilerin bilim iletişimi eğitimine öncelik verilmelidir. Senaryo modelleme ve yıllık hazırlık tatbikatları ile deprem hazırlığı ülke çapında geliştirilmeli; deprem hafızasını ve farkındalığını hedefleyen girişimler teşvik edilerek kolektif bir deprem bilinci oluşturulmalıdır. Türkiye, bu yol gösterici maddeleri uygulayarak, gelecek depremlerin olası yıkıcı etkilerini en aza indirebilecek, depreme dayanıklı bir ülke haline gelebilir; ancak bunun için bilim insanlarının, idari kurumların ve halkın işbirliği şarttır.

Anahtar Kelimeler: Deprem kültürü, bina yönetmelikleri, tehlike ve hasar görebilirlik, yerbilimleri eğitimi, deprem tedbirleri

Beklenen İstanbul Depremi Öncesi İstanbul ili Genelinde Riskli Alan ve Yapılara ait Saha Envanter Çalışması ve Etki Analizleri

Hilal Yalçın^a, Umut Can^b, Can Dağdelen^c,

^a Kadir Has Üniversitesi, Cibali Mah. Kadir Has Cad. 34083, Fatih, İstanbul. (hilal.yalcin@khas.edu.tr)

^b İzmir Bakırçay Üniversitesi, Gazi Mustafa Kemal Mah. Kaynaklar Cad. 35665, Seyrek, İzmir.

^c Parametre Araştırma, Bilişim, Planlama Ltd. Şti., Fulya Mah. Büyükdere Cad. 34360, Mecidiyeköy, İstanbul.

Bu çalışmada Dünya'nın en aktif kıta içi doğrultu atımlı faylardan biri olan Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) olmak üzere, çok sayıda aktif fayın etki alanı içerisinde kalan İstanbul Metropolitanı için; 6306 sayılı “Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun”a göre ilan edilen 70 adet riskli alanda; ilan sebebine göre sınıflama, ilan yılı, uygulama başlangıç ve bitiş yılı, alan büyüklüğü, mevcut bina sayısı gibi veriler kullanılarak güncel bir veri tabanı oluşturulmuştur. Bu veri tabanı ilandan önceki ve sonraki durumu gösterir hali hazır harita ve hava fotoğraflarıyla desteklenmiştir. Oluşturulan standart veri tabanında; can ve mal güvenliğini tehdit eden, çevre kirliliğine yol açan, kent estetiğine uygun olmayan, terk edilmiş, kullanılmayan, yenilenmesi ya da yıkılması gereken metruk binalar, ağır ve orta hasarlı yapılar ve riskli binalar saha çalışması yapılarak güncel veri tabanı elde edilmiştir. Bu veriler coğrafi bilgi sistemleri tabanlı çalışan bir platformda, akıllı veri olarak, sorgulanabilir, düzenlenebilir, yenilenebilir, raporlanabilir hale getirilmiştir.

Bu çalışma sonunda, İstanbul il genelinde 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında yasa kapsamında ilan edilen 72 alan ve yapılara yönelik saha çalışması veri üretimi sağlanmıştır. Riskli alanlar ve riskli yapılara ait veri envanterlerinin tespiti 23 adet ilçe belediyesiyle iş birliği yapılarak temin edilmiş ve saha çalışmalarıyla eşleştirilmiştir. Sonuçlara göre; 39 ilçede, 70 riskli alanda, 74501 riskli yapı tespit edilmiş etki analizleri saptanmıştır. Yapı envanteri ile bölgenin yerel zemin koşulları birlikte değerlendirilmiştir. İlan edilen riskli alanların ilçeler özelinde jeolojik yorumlamaları ve deprem tehlike analizlerini içeren detaylı mikrobölgeleme çalışmaları ve haritalamaları yapılmıştır. Riskli alanlar durum haritaları çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İstanbul, Afet, Riskli Alanlar, yapı envanteri, akıllı veri

Muğla Bölgesi Deprem Aktivitesinin Sismoloji ve InSAR ile İncelenmesi: İlk Sonuçlar

Livane Ezgi AHİ^a, Murat Ersen AKSOY^a, Esra ÇETİN-KASA^a

^a Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Muğla
(livaneezgiah@posta.mu.edu.tr)

Güneybatı Anadolu Bölgesi, tarihsel ve aletsel dönemlerde yıkıcı depremlerin etkisi altında kalmış olup, günümüzde de yüksek deprem etkinliğine sahiptir. Özellikle Muğla bölgesinde yoğunlaşan aktivite dikkat çekici olup bu çalışmada inceleme alanı olarak seçilmiştir. Bölgede 2017 yılında deniz içinde ve karada $M_w \geq 5.0$ büyüklüğünde depremler meydana gelmiştir. Bu depremler 20 Temmuz 2017 $M_w = 6.5$ Bodrum- Kos, 13 Nisan 2017 Muğla-Ula $M_w = 5.0$, ve 22-24 Kasım 2017 $M_w = 5.0$ Muğla-Arıcılar depremleridir. Sığ odaklı (~5-7 km) bu depremler, Muğla ve çevresi olmak üzere geniş bir alanda hissedilmiştir. Çalışma kapsamında Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi'nin (AFAD) 2000-2023 yılları arasındaki $1.0 \leq M \leq 6.5$ büyüklüğündeki depremleri içeren kataloğu kullanılmıştır. Bodrum-Kos depremi ve Muğla-Arıcılar depremlerine ait öncü ve artçı deprem aktiviteleri zamansal ve mekansal olarak incelenmiştir. 20 Temmuz 2017 Bodrum-Kos depreminin öncü ve artçı deprem aktivitesi incelendiğinde, deprem öncesinde 2014 yılında yoğunlaşan depremlerin Bodrum yarımadasını KD-GB doğrultusunda kesen şekilde kümelendiği görülmüştür. Bu deprem kümesi için derinlik kesitleri incelendiğinde derinliği yaklaşık 25 km' ye ulaşan ~60-70° KB' ya eğimli bir fay gözlemlenmiştir. Bodrum-Kos depremi artçı depremleri incelendiğinde, artçı depremlerin zaman içerisinde ana şok merkezinden doğuya doğru hareket ederek Karaada' nın doğusunda yoğunlaştığı görülmektedir. Bodrum-Kos depremi artçı şokların dağılımı ve derinlik kesitleri depremi meydana getiren fayın geometrisi konusunda detaylı bilgiye ulaşmamızda yeterli olmamıştır. Bu sebeple, Bodrum-Kos depremine ait yüzey deformasyonunu gözlemlemek ve buradan faydalanarak fay parametrelerini elde etmek için InSAR yöntemi kullanılmıştır. İksel InSAR analizleri Karaada' da ~20 cm' ye ulaşan yüzey deformasyonu göstermektedir. 2017 Arıcılar depremleri için yaptığımız iksel InSAR çalışmaları $M_w = 5.0$ büyüklüğündeki depremler için yüzeyde normal faylanmaya bağlı olarak oluşmuş ~10 cm büyüklüğündeki çökmeyi göstermektedir. Bu depremlerin meydana geldiği fayların geometrisi hakkında detaylı sonuçlara modelleme çalışmaları tamamlandıktan sonra ulaşılması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, artçı şok, InSAR

Ölüdeniz Fay Zonu' nun Akabe Körfezi'ndeki Paleosismik Davranışı

Zeynep Bektaş^a, Ulaş Avşar^{a,b}, Matthieu Ribot^b, Yann Klinger^c, Sigurjón Jónsson^b

^a Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara (uavsar@metu.edu.tr)

^b King Abdullah University of Science and Technology, 23955-6900 Thuwal, Cidde

^c Université Paris Cité, Institut de Physique du Globe de Paris, CNRS, F-75005, Paris

Ölüdeniz Fay Zonu'nun karadaki segmentleri ile ilgili bol miktarda tarihsel ve paleosismolojik bilgi mevcut olmasına karşın, Akabe Körfezi içinde yer alan en güney kısmının sismik davranışı hakkındaki bilimiz oldukça sınırlıdır. Bu eksikliğin giderilmesine katkı koymak amacıyla, körfezde bulunan havzalarda çökelen sedimanlardan uzunlukları 27 ile 107 cm arasında değişen 18 adet sediman karot örneği alınmış ve eski depremlerin sedimaner izleri araştırılmıştır. Karotların radyografik görüntülerinde, yüksek derecede biyotürbasyona maruz kalmış sedimanların içinde arakatmanlar olarak birçok iyi korunmuş türbidit bulunmuştur. Manyetik duyarlılık, tane-boyu dağılımı ve mikro-XRF ölçümlerinin de yardımıyla, türbidit vb. ani çökelim olayları tespit edilmiş ve 18 karotun stratigrafik deneştirilmesi başarılı bir şekilde yapılabilmektedir. Detaylı ve yüksek çözünürlüklü stratigrafik deneştirme sayesinde, farklı karotlarda ve hatta farklı havzalarda tespit edilen türbiditlerin birbirleri ile eş zamanlı olup olmadığı kontrol edilebilmiştir. Tarihlendirme planktonik foraminiferler üzerine yapılan radyokarbon ölçümleri ile elde edilmiştir. Alınan karotlar, Akabe Körfezi sedimaner istifinin özellikle son 1000 yıllık kısmında güvenilir alansal ve stratigrafik deneştirmeleri mümkün kılmıştır. Körfez bölgesinde 1068, 1212, 1588, 1839 ve 1995 yıllarında meydana gelmiş depremler tarafından tetiklenen sismo-türbiditler başarılı bir şekilde tespit edilmiştir. Körfezin kuzey yarısındaki segmentleri kırdığı bilinen 1995 depremi tarafından tetiklenen sismo-türbiditler körfezin yalnızca kuzey yarısındaki karotlarda bulunmuştur. Buna karşın, 1068 ve 1588 yıllarına denk gelen sismo-türbiditler tüm körfez boyunca gözlenmektedir. Bu gözlem, 1068 ve 1588 depremleri sırasında körfezdeki tüm segmentlerin aynı anda kırıldığına göstergesi olarak yorumlanmıştır. 1212 ve 1839 sismo-türbiditleri ise körfez içinde lokal olarak gözlenmiş, bu depremlerin körfezdeki ikincil segmentler üzerinde olan küçük depremler olduğu sonucuna varılmıştır. M.Ö. 1800 yıllarına kadar uzanan bir adet karottaki sismo-türbiditler yaklaşık olarak M.S. 360, M.Ö. 280, M.Ö. 890 ve M.Ö. 1490 yıllarına karşılık gelmektedir. Tüm bu bilgiler ışığında, Akabe Körfezi'ndeki büyük depremler için 400-700 (Ort. 580) yıl tekrarlanma aralığı olduğu sonucuna varılmıştır. Körfezin güney yarısındaki havzalarda 1588'den bu yana belirgin türbiditler tespit edilmemiş olması, bu bölgedeki fayların yakın bir gelecekte büyük bir deprem üretebileceğinin göstergesi olarak yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sismo-türbidit, ITRAX mikro-XRF, radyokarbon, radyografik görüntü

Normal Faylar İçin Fay Kırığı Deprem Büyüklüğü İlişkileri Üzerine Eleştirel Bir İnceleme

Muhammed Nur Abdullah^a, M. Ersen Aksoy^a

^a Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Böl., Kötekli,48050 Mentese, Muğla (mnurabdullah33@gmail.com)

Deprem büyüklüğü ve kırılma uzunluğu arasındaki görgül (ampirik) ilişkiler, geçmiş depremlerden yapılan gözlemlerden türetilen istatistiksel ilişkilerdir. Bu ilişkiler, büyüklüğüne göre bir depremde fayın kırılma uzunluğunu veya tam tersi fay uzunluğundan deprem büyüklüğünü tahmin etmek için kullanılmaktadır. Deprem büyüklüğü ve kırılma uzunluğu arasındaki en yaygın olarak kullanılan görgül ilişkiler Wells ve Coppersmith (1994)'de verilmiştir. Bu yayın literatürde bu konudaki atıfların %90'nını oluşturmaktadır. Burada önerilen görgül ilişkiler, makalede verilen bir tarihsel ve aletsel dönem depremler listesine dayanmaktadır. 1994'den günümüze yapılan çalışmalar ise Wells ve Coppersmith (1994)'ün sunduğu deprem listesini güncelleyerek yeni ilişkiler önermiştir.

Bu çalışmada, 20. yüzyıldan günümüze kadar yüzey kırığı yaratmış normal fay depremleri ve bu depremlere ait fay parametreleri derlenmiştir ve bu depremlerin sismolojiden hesaplanmış deprem büyüklükleri ile görgül ilişkiler kullanılarak hesaplanan büyüklükler karşılaştırılmıştır. Bu çerçevede 44 adet normal fay depremi için sismolojik ve jeolojik parametreler literatürden derlenmiştir. Bu depremlere ait büyüklük ve yüzey kırığı uzunluğu ilişkilerine bakıldığında, örneğin Mw 7 büyüklüğündeki bir deprem için 20 ila 50 km arası yüzey kırığı uzunluğu önerildiği veya 20 km uzunluğundaki yüzey kırıkları için Mw 6.3 ila 7.3 büyüklüklerin kullanıldığı dikkat çekmiştir. Hesaplamalarda kullanılan depremlerin çoğunun 1970'ler öncesine dayandığı ve literatürde önemli oranda parametre farklılıkları bulunduğu görülmüştür. Mw < 6 depremler için görgül hesapların büyüklüğü yüksek tayin ettiği, Mw > 6 depremler için ise düşük tayin ettiği belirlenmiştir.

Yeni görgül ilişki çalışmalarında kullanılan depremlerin önemli bir kısmının Wells ve Coppersmith (1994)'de verilen fay parametrelerine dayandığı dikkat çekmektedir. Literatürde bu yayında belirtilen deprem bilgileri çokça atıf yapılarak yeniden kullanılmaktadır. Bu nedenle Wells ve Coppersmith (1994)'te belirtilen fay parametreleri atıf yapılan kaynaklardan yeniden derlenmeye çalışılmıştır. Buna göre, Wells ve Coppersmith (1994)'de yer alan normal fay depremlerine ait parametrelerin sadece %11'inin gerçek arazi gözlem ve ölçümlere, %17'sinin fay parametrelerinin simolojik modellere dayandığı ve %57'sine ait verilerin bulunamadığı tespit edilmiştir. %57'lik kesimde yer alan kaynaklarda ya bu deprem parametrelerine yer verilmediği, veya bilginin sözlü görüşme gibi referansa dayandığı görülmüştür.

Sonuç olarak, literatürde çokça kullanılan söz konusu görgül ilişkiler, normal fay depremlerinde önemli hesap hatalarına neden olabilmektedir. Ayrıca bu ilişkilerin ortaya koyulmasında kullanılan kaynaklarda da önemli belirsizlikler mevcuttur, bu nedenle tarihsel depremlere ait kaynak parametreleri kullanıldığında verilerin güvenilirliği mutlaka sorgulanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Deprem, büyüklük, fay kırılma parametreleri, görgül (ampirik) ilişki

Çandarlı Körfez ve Yakın Çevresinin Miyosen-Kuvaterner Tektonik Evrimi

Tuba İslam^a, İrem Elitez^b, Cenk Yalıtırak^c,

^a İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İTÜ Ayazağa Kampüsü, 34469 Maslak Sarıyer, İstanbul (islamt@itu.edu.tr)

^b İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İTÜ Ayazağa Kampüsü, 34469 Maslak Sarıyer, İstanbul

^c İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İTÜ Ayazağa Kampüsü, 34469 Maslak Sarıyer, İstanbul

Bu çalışma Kuzey Doğu Ege Denizi'nden Midilli Adası ile Karaburun Yarımadası'nda kalan deniz alanı ve Çandarlı Körfezi'ni kapsamaktadır. Bölgenin neotektonik evrimini ve aktif tektoniğini anlamak amacıyla orta-derin çok kanallı sismik yansıma kesitleriyle sahanın sismik stratigrafisi ve tektonik evrimi incelenmiştir. Bu çalışmada 2005 yılında Türk Deniz Kuvvetlerine bağlı Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi tarafından alınan çok bimli iskandil verileri ve farklı zamanlarda petrol arama amacıyla toplanmış sismik yansıma kesitleri kullanılmıştır. Verinin toplam uzunluğu 316 km kadardır ve 3 sn.'ye kadar uzanmaktadır. Bu çalışmada sismik yansıma kesitleri ve çok bimli iskandil batimetri haritası bir arada kullanılarak bölgenin aktif tektonik hatları ve Çandarlı Körfezi batısında kalan alanın sismik stratigrafisi Petrel ortamında haritalanmıştır. Ayrıca sismik yansıma kesitlerinden kalınlık haritaları hazırlanmış bu kalınlık haritalarındaki sismik stratigrafik birimler Foça-1 kuyusu ile karşılaştırılarak bu bölgede çökelen istiflerin deniz içindeki özellikleri ortaya konmuştur. Deniz içindeki sismik stratigrafik birimlerin karadaki jeolojik birimlerle karşılaştırılması yapılmıştır.

Çandarlı Körfezi ve batısı kuzey batı güney doğu uzanan normal faylar ile yaklaşık kuzey batı-batı, güney doğu-doğu uzanımlı normal fayların kontrolünde gelişmiştir. Çandarlı Körfezindeki sismik stratigrafik birimler birbiriyle havza ortasında uyumlu olup bölgede sedimantasyon Burdigaliyen (Alt Miyosen) günümüze kadar sürmüştür. Bu çalışmada 5 sismik stratigrafik birim tanımlanmıştır. Temelin üzerinde Burdigaliyen-Serravaliyen aralığında çökelmiş volkanoklastik ağırlıklı bir istif yer almaktadır. Bunu ikinci olarak Tortoniyen yaşlı kırıntılılar, karbonatlardan ve volkanik ara katmanlardan oluşan ikinci ünite izler. Bu birimi uyumlu olarak Akdeniz'deki Mesiniyen krizinin eşleniği olan ortamda çökelmiş kırıntılılar ve anhidritten oluşan yaklaşık 300-500 m arasındaki seviye izler. Mesiniyen sonrasındaki ünite Pliyosen yaşlı olup tabanında Üst Miyosen yaşlı bir kireçtaşı ile geçişli olarak kırıntılılardan oluşan dördüncü sismik stratigrafik ünite ile devam eder. En üstte ise Kuvaterner'den günümüze kadar uzanan ağırlıklı olarak ince taneli kırıntılılardan oluşan deniz seviyesi değişimlerinden etkilenmiş bir istifle sona erer.

Bölgede, iki ayrı tektonik evre bulunmaktadır. Birinci evre Alt Miyosen'den Üst Miyosen'in sonuna kadar uzanan bölgedeki çekirdek komplekslerin gelişimi ile bağlantılı sıyrıma fayı üzeri havzası niteliğindedir. Bu faylar sismik kesitlerde yüzeye kadar çıkmazlar ve erken evreyi işaret ederler. Tortoniyen-Mesiniyen döneminde çökel kalınlıklar homojen olduklarından dolayı tektonik aktivitenin bölgede yavaşladığı anlaşılmaktadır. Pliyo-Kuvaterner'de ise çökel kalınlıkları bölgenin çevresinde bir yükselme olduğunu aynı zamanda Çandarlı Körfezi'nin batısında bulunan Karaburun Midilli çukurunu oluşturan fayların batimetrideki izlerine bakıldığında yeni bir tektonik sistemi işaret etmektedir. Bu sistem Anadolu'nun batıya kaçarken saatin tersine dönüşü ile gelişen aktif tektonik evreyi işaret eder.

Anahtar Kelimeler: Çandarlı Körfezi, aktif tektonik, sismik stratigrafi, kuvaterner, sismik yansıma kesitleri

Ara Sedimanter Seviyelerdeki Sismik Hareket Nedenli Deformasyonların Alt Tektonik Yapı ile İlgili Değerlendirmeyi Etkileyen Durumları

Dursun Acar (1,2) Emin Demirbağ (3) Hülya Kurt (3) Neslihan Ocakoğlu (3)

dursunacaracar@hotmail.com

- 1-) ITU EMCOL Maden Fakültesi Maslak İstanbul, Türkiye
- 2-) ITU Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü Maslak İstanbul, Türkiye
- 3-) ITU Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü Maslak İstanbul, Türkiye

Su altında ya da karada bulunan sedimanların deformasyonları, tektonik kuvvetlerin sonucu olan sismik hareketlilikte saniyeler süren çok kısa zaman aralığında meydana gelmektedir. Çok kırıklı doğrultu atımlı depremlerde, ilk kırılan segmentten sonra karada dikey S dalgalarından sonra koda (Coda) yatay yüzey dalgaları (su altı sedimanlarında ise P dalgaları sonrasında ilk ve sürekli) üst sedimanların salınımında bölgesel ayrımlar şeklinde hâkim yüzey dalga yön farklılığı oluşturarak, sediman yüzeyinde fay çizgiselliğinin izdüşümüne uymayan çizgisel deformasyonların oluşumunu etkileyebilir. Bu tip yırtıklar ana fayın yapısal ya da ölçümsel yer değiştirme özelliklerini yüksek kesinlikte göstermeyebilir ve yanıtıcı olabilir. Ölçümlerin ifade ettiği hata - doğruluk oranı fay üzerindeki sedimanın kalınlık, litolojik ve yerleşmiş olduğu basenin hacim-boyut, sismik yansıma özelliklerine bağlı olarak yapısal anlamda sürekli değişkenlik kazanarak aynı bölgede oluşacak depremlerin birbirinin aynısı şeklinde tekrarlanmayabileceğini göstermektedir.

Bazı durumlarda fay bloklarının yer değiştirmesi sırasında sedimanter istiflerin üst yüzeyine ulaşan oblik (dikey+yatay tümeleşik) yırtılmalar ya da bindirmeler görülmemektedir. 2016 yılı Japonya Kyushu adası Futagawa – Hinagu fay zonlarında oluşan 7.0 Mw (16 Nisan) 6.2 Mw (14 Nisan) Kumamoto depremleri sonrasında Futagawa fay zonu üzerinde kalan ASO volkanı karasal sedimanter baseninde 50 metre derinlikte lateral sediman deformasyonu meydana gelmiştir. Dolayısıyla bloklar arasındaki gerçek yer değiştirme bu noktada belirsiz hale gelmiştir. Bu durumu kanıtlayan görsel ve ölçülebilir bilgi, Tsuji vd, 2017 deki çalışmasında; basendeki sıcak su kaynakları çevresinde fayın üzerindeki çizgisel hattaki 3 adet sondaj kuyusunun tümünde 50 metre derinlikte üst ve alt sediment paketleri lateral yer değiştirmesinin kamerayla gözlenmesi ile sağlanmıştır.

Özellikle Marmara Denizi basenlerindeki tektonik hareketliliğin takibi, yukarıda belirtilen nedenlerle zorlaşabilir ve sadece yüzey deformasyonuna bakarak blokların yer değiştirme miktar ve sınırları hakkında karar vermek zorlaşır. Yanlış yorumlamada oluş fazı bilinmeyen ikinci bir tektonik etkileşim de gözden kaçabilir. Doğrultu atımlı faylarla çevrili ve normal atımlarla çökmüş bir basende depremin doğrultu atımlı karakterle uzunca bir süre gerçekleşmeyeceği ön kestirimine güvenip, düşey atım mekanizmalarını görmezden gelmek büyük bir hata olur. Günümüzde Marmara denizi ile ilgili çalışmalarda ve tartışmalarda, deprem olma riskini ve buna karşı önlem alma çabalarını azaltan açıklamalara, bilime olan güvenin azalmaması için dikkat edilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fay blokları, Marmara Denizi