



FOTOGRAF: M. KORHAN ERTURAC

BİLDİRİ KİTABI

24.
AKTİF TEKTONİK
ARAŞTIRMA GRUBU
ÇALIŞTAYI
16-18 KASIM 2021

24. Aktif Tektonik Araştırma Grubu alıştayı

BİLDİRİ KİTABI

16-18 Kasım 2021
Çevrimiçi

BİLİM KURULU

H. Serdar Akyüz	İstanbul Teknik Üniversitesi
Erhan Altunel	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Uğur Doğan	Yıldız Teknik Üniversitesi
Mahmut G. Drahor	Dokuz Eylül Üniversitesi
Semih Ergintav	Boğaziçi Üniversitesi
Şule Gürboğa	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
Doğan Kalafat	Boğaziçi Üniversitesi
Ökmen Sümer	Dokuz Eylül Üniversitesi
M. Cengiz Tapırdamaz	TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi
Onur Tan	İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa
Cengiz Zabcı	İstanbul Teknik Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

BİLİM KURULU	ii
PROGRAM	v
23 Ekim 2011 Van Depremi’nden Günümüze Jeodezik Çalışmalar	1
<i>Deniz Öz Demir, Uğur Doğan, Ziyadin Çakar, Semih Ergintav, Alpay Özdemir, Derya Çeliker</i>	
23 Ekim 2011 Van Depremi ve Artçılarının Yeniden Konumlandırılması	2
<i>Mehveş Feyza Akkoyunlu, Doğan Kalafat, Bülent Oruç, Bülent Kaypak</i>	
Van Gölü Depremi (Mw 7.1) ve Artçı Depremlerin Seyahat Zamanlarından Sismik Hız Yapısının Bir Boyutlu Modellenmesi	3
<i>Mehveş Feyza Akkoyunlu, Doğan Kalafat, Bülent Oruç, Bülent Kaypak</i>	
Çaldıran Fayı’nın Segmentasyonu ve 24 Kasım 1976 Mw 7.3 Depremi Yüzey Kırığı Üzerinde Paleosismoloji Çalışmaları: Ön Bulgular	4
<i>Azad Sağlam Selçuk, M. Korhan Erturaç, A. Özkan Kul, Sacit Mutlu, Havva Neslihan Kıray, Serkan Üner, Taylan Sançar, Erman Özsayın, Aylin Çiftçi, Sema Çakar, O. Seyit Özdamar, Cengiz Zabcı</i>	
Türkiye ve Yakın Çevresi İçin Hazırlanan “Birleştirilmiş” ve “Homojen” Aletsel Dönem (2013-2019) Deprem ve “Birleştirilmiş” Moment Tensor Katalogları (M ≥ 4.0)	5
<i>Recai Feyiz Kartal, Filliz Tuba Kadirioğlu, Tuğbay Kılıç</i>	
Doğu Anadolu Fayı’nın Aktif Sismo-Tektoniği	6
<i>Sezim Ezgi Güvercin, Hayrullah Karabulut, Ali Özgün Konca, Semih Ergintav, Uğur Doğan</i>	
Marmara Denizi’nde Üç Boyutlu Dinamik Deprem Kırılması Modellemeleri	7
<i>Yasemin Korkusuz Öztürk, Ali Özgün Konca, Nurcan Meral Özel</i>	
Denizli ve Yöresinin Sismotektoniğine Güncel bir Bakış	8
<i>Doğan Kalafat, Yavuz Güneş, Mehmet Kara, Kıvanç Kekovalı</i>	
Batı Anadolu’nun Yükselmesi ve İçsel Deformasyonu Astenosfer Dinamiği ile Bağlantılı Olabilir mi?	9
<i>İlker Pürçek, Tolga Komut</i>	
Balık Gölü Fay Zonu’nun Geometrisi ve Paleosismolojisi: Ön bulgular	10
<i>Azad Sağlam Selçuk, Sacit Mutlu, M. Korhan Erturaç, Serkan Üner, Taylan Sançar, Erman Özsayın, Aylin Çiftçi, A. Özkan Kul, O. Seyit Özdamar, Sema Çakar, Havva Neslihan Kıray, Cengiz Zabcı</i>	
Sürgü ve Çardak Faylarının (Doğu Anadolu Fay Zonu) Paleosismolojisi	11
<i>Musa Balkaya, H. Serdar Akyüz, Süha Özden</i>	
Erkilet Fay Zonu’nun (Kayseri) Paleosismolojisi ile İlgili İlk Bulgular	12
<i>Fatma Ülkü Çelik, H. Serdar Akyüz, Mehran Basmenji, Cengiz Zabcı, Taylan Sançar</i>	
Kuzey Anadolu Fayı’nın Pleyistosen-Holosen özelliklerinin Adapazarı Ovası’nda yer alan Sakarya Nehri taraça basamaklanmaları yardımı ile araştırılması	13
<i>M. Korhan Erturaç, Eren Şahiner, Azad Sağlam Selçuk, Cengiz Zabcı</i>	
Uzun Dönemli GNSS Ölçüleri ile Türkiye için Güncel ve Homojen Yatay Hız Alanının Oluşturulması	14
<i>Ali İhsan Kurt, Ali Değer Özbakır, Ayhan Cingöz, Uğur Doğan, Semih Ergintav</i>	
Tebriz Fay Sistemi Boyunca Uzun Dönem Deformasyon Birikimi	15

<i>Tohid Nozadkhalil, Ziyadin Çakır, Semih Ergintav.....</i>	
Pakistan, Batı Süleyman Kıvrım Kuşağının Tektonik Yapısı: Kitaplık Modeli Kanıtı	16
<i>Şükrü Onur Karaca.....</i>	
Konya Şehir Merkezinde Gelişen Yüzey Deformasyonlarının InSAR Yöntemiyle İncelenmesi.....	17
<i>Nurdan Şireci, Gökhan Aslan, Ziyadin Çakır.....</i>	
24 Ocak 2020 Mw 6.8 Sivrice Elazığ Depremi Öncesi Hazar Gölü – Palu Segmentinde (Doğu Anadolu Fayı) Görülen Krip Hareketinin Durumu	18
<i>Seda Özarpacı, Uğur Doğan, Semih Ergintav, Ziyadin Çakır, Cengiz Zabcı, Alpay Özdemir, M. Hilmi Erkoç, Efe Turan Ayruk, İlay Farımaç</i>	
Kuzey Anadolu Fayı İsmetpaşa Segmenti Üzerindeki Gerinim Değişimlerinin GNSS Ölçmeleriyle Belirlenmesi	19
<i>Alpay Özdemir, Uğur Doğan, Jorge Jara, Ziyadin Çakır, Romain Jolivet, Semih Ergintav,</i>	
Mevsimsel Değişimlerin GNSS Ölçüleriyle Belirlenen Deformasyon Parametreleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması.....	20
<i>Recep Tayyib İrgüren, Alpay Özdemir, Efe T. Ayruk, Uğur Doğan.....</i>	
Muğla Fayı'nın Aktif Tektonik ve Paleosismolojik Özellikleri, GB Türkiye	21
<i>Akın Kürçer.....</i>	
Gökova Fay Zonu'ndan Paleosismolojik Bulgular, GB Türkiye.....	22
<i>Halil Gürsoy, Akın Kürçer.....</i>	
Yatağan Fayı'nın Aktif Tektonik ve Paleosismolojik Özellikleri, GB Türkiye.....	23
<i>Akın Kürçer, Halil Gürsoy.....</i>	
Kuşadası (Aydın) ve Çevresindeki Aktif Fayların Kinematik Analizi ve Bölgenin Sismotektoniği.....	24
<i>Tolga Uyar, Elif Çakır, Cansu Kaya, Bora Uzel, Nuretdin Kaymakçı, Ulaş Avşar, Özgür Avşar.....</i>	
Kırkağaç Fayı'nın Paleosismolojisi ve Morfometrik Özelliklerine Dair Ön Bulgular	25
<i>Büşra Yerli, Hasan Sözbilir, Mustafa Softa.....</i>	

ÇALIŞTAY PROGRAMI

 AKTİK TEKTONİK ARAŞTIRMA GRUBU 24. ÇALIŞTAYI		
ÇALIŞTAY PROGRAMI		
GÜN 1 - 16.11.2021 SALI		
23 Ekim 2011 Mw 7.1 Van Depremi Oturumu		
10:30	10:50	23 Ekim 2011 Van Depreminden günümüze jeodezik çalışmalar Deniz Öz Demir , Uğur Doğan, Ziyadin Çakır, Semih Ergintav, Alpay Özdemir, Derya Çeliker
10:50	11:10	23 Ekim 2011 Van Depremi ve artçıların yeniden konumlandırılması Mehveş Feyza Akkoyunlu , Doğan Kalafat, Bülent Oruç, Bülent Kaypak
11:10	11:30	Van Gölü Depremi (Mw 7.1) ve artçı depremlerin seyahat zamanlarından sismik hız yapısının bir boyutlu modellenmesi Mehveş Feyza Akkoyunlu , Doğan Kalafat, Bülent Oruç, Bülent Kaypak
11:30	11:50	Çaldıran Fay'ının Segmentasyonu ve 24 Kasım 1976 Mw 7.3 Depremi yüzey kırığı üzerinde paleosismoloji çalışmaları: önbulgular Azad Sağlam Selçuk , M. Korhan Erturaç, A. Özkan Kul, Sacit Mutlu, H. Neslihan Kıray, Serkan Üner, Taylan Sançar, Erman Özsayın, Aylin Çiftçi, Sema Çakar, O. Seyiz Özdamar, Cengiz Zabcı
ÖĞLE ARASI		
Sismoloji-Sismotektonik ve Jeodinamik		
14:00	14:20	Türkiye ve yakın çevresi için hazırlanan "birleştirilmiş" ve "homojen" aletsel dönem (2013-2019) deprem ve "birleştirilmiş" moment tensor katalogları (M _z 4.0) Recai Feyiz Kartal , Filiz Tuba Kadıroğlu, Tuğbay Kılıç
14:20	14:40	Doğu Anadolu Fay'ının aktif sismo-tektoniği Sezim Ezgi Güvercin , Hayrullah Karabulut, Ali Özgün Konca, Semih Ergintav, Uğur Doğan
14:40	15:00	Marmara Denizi'nde üç boyutlu dinamik deprem kırılması modelleri Yasemin Korkusuz Öztürk , Ali Özgün Konca, Nurcan Meral Özel
15:00	15:20	Denizli ve yöresinin sismotektoniğine güncel bir bakış Doğan Kalafat , Yavuz Güneş, Mehmet Kara, Kıvanç Kekovalı
15:20	15:40	Batı Anadolu'nun yükselmesi ve içsel deformasyonu astenosfer dinamiği ile bağlantılı olabilir mi? İlker Pürçek , Tolga Komut
GÜN 2 - 17.11.2021 ÇARŞAMBA		
Paleosismoloji ve Tektonik Jeomorfoloji I		
10:30	10:50	Balık Gölü Fay Zonu'nun geometrisi ve paleosismoloji: önbulgular Azad Sağlam Selçuk , Sacit Mutlu , M. Korhan Erturaç, Serkan Üner, Taylan Sançar, Erman Özsayın, Aylin Çiftçi, A. Özkan Kul, O. Seyit Özdamar, Sema Çakar, H. Neslihan Kıray, Cengiz Zabcı
10:50	11:10	Sürgü ve Çardak faylarının (Doğu Anadolu Fay Zonu) paleosismolojisi Musa Balkaya , H. Serdar Akyüz, Süha Özden
11:10	11:30	Erkilet Fay Zonu'nun (Kayseri) paleosismolojisi ile ilgili ön bulgular Fatma Ülkü Çelik , H. Serdar Akyüz, Mehran Basmenji, Cengiz Zabcı, Taylan Sançar
11:30	11:50	Kuzey Anadolu Fay'ının Pleyistosen-Holosen özelliklerinin Adapazarı Ovası'nda yer alan Sakarya Nehir taraça basamaklanmaları yardımı ile araştırılması M. Korhan Erturaç , Eren Şahiner, Azad Sağlam Selçuk, Cengiz Zabcı
ÖĞLE ARASI		
Tektonik Jeodezi		
14:00	14:20	Uzun dönemli GNSS ölçüleri ile Türkiye için güncel ve homojen yatay hız alanının oluşturulması Ali İhsan Kurt , Ali Değer Özbakır, Ayhan Cingöz, Uğur Doğan, Semih Ergintav
14:20	14:40	Tebriç Fay Sistemi boyunca uzun dönem deformasyon birikimi Tohid Nozadkhalil , Ziyadin Çakır, Semih Ergintav
14:40	15:00	Pakistan, Batı Süleyman Kırım Kuşağı'nın tektonik yapısı: kitaplık modeli kanıtı Şükrü Onur Karaca
15:00	15:20	Konya şehir merkezinde gelişen yüzey deformasyonlarının InSAR yöntemiyle incelenmesi Nurdan Şireci , Gökhan Aslan, Ziyadin Çakır
15:20	15:40	24 Ocak 2020 Mw 6.8 Sivrice Elazığ Depremi öncesi Hazar Gölü - Palu segmentinde (Doğu Anadolu Fayı) görülen kırık hareketinin durumu Seda Özarpacı , Uğur Doğan, Semih Ergintav, Ziyadin Çakır, Cengiz Zabcı, Alpay Özdemir, M. Hilmi Erkoç, Efe Turan Ayruk, İlay Farımaç
15:40	16:00	Kuzey Anadolu Fayı İsmetpaşa Segmenti üzerindeki gerinim değişimlerinin GNSS ölçüleriyle belirlenmesi Alpay Özdemir , Uğur Doğan, Jorge Jara, Ziyadin Çakır, Romain Jolivet, Semih Ergintav
16:00	16:20	Mevsimsel değişimlerin GNSS ölçüleriyle belirlenen deformasyon parametreleri üzerindeki etkilerinin araştırılması Recep Tayyib İrgüren , Alpay Özdemir, Efe T. Ayruk, Uğur Doğan



AKTİK TEKTONİK ARAŞTIRMA GRUBU 24. ÇALIŞTAYI

ÇALIŞTAY PROGRAMI

GÜN 3 - 18.11.2021 PERŞEMBE

Paleosismoloji ve Tektonik Jeomorfoloji II

10:00	10:20	Muğla Fay'ının aktif tektonik ve paleosismolojik özellikleri, GB Türkiye Akın Kürçer
10:20	10:40	Gökova Fay Zonu'ndan paleosismolojik bulgular, GB Türkiye Halil Gürsoy , Akın Kürçer
10:40	11:00	Yatağan Fay'ının aktif tektonik ve paleosismolojik özellikleri, GB Türkiye Akın Kürçer , Halil Gürsoy
11:00	11:20	Kuşadası (Aydın) ve çevresindeki aktif fayların kinematik analizi ve bölgenin sismotektoniği Tolga Uyar , Elif Çakır, Cansu Kaya, Bora Uzel, Nuretdin Kaymakçı, Ulaş Avşar, Özgür Avşar
11:20	11:40	Kırkağaç Fay'ının paleosismolojisi ve morfometrik özelliklerine dair ön bulgular Büşra Yerli , Hasan Sözbilir, Mustafa Softa
ÖĞLE ARASI		
Projeler Oturumu		
14:30	14:40	TÜBİTAK Deprem Araştırmaları Çağrı Projeleri Hasan Mandal
14:40	14:45	Kuzey Anadolu Fay Sistemi Gerede ve Kurşunlu segmentleri üzerindeki beklenen pürüzlü bölgeler Şerif Barış
14:45	14:50	İzmir Fay'ının deprenselliğinin toprak gazı (222m ve CO2) anomalilerinden yararlanılarak değerlendirilmesi Mutlu İçhedef
14:50	14:55	Az-orta katlı konut yapılarında afet etkilerini izleme ve değerlendirme ulusal ağıının kurulması Ahu Mutlu
14:55	15:00	24 Ocak 2020 Sivrice, Elazığ Depremi'nin postsismik etkilerinin ve Pütürge Segmenti'nin kinematiğinin çok disiplinli yöntemlerle belirlenmesi ve çevre faylarla etkisinin araştırılması Seda Özarpacı
15:00	15:05	Doğu Anadolu Fay'ının Palı ve Pütürge segmentlerinde yüzey kırığı oluşturan deprem döngüsünün araştırılması Mehmet Köküm
15:05	15:10	Gölbaşı Havzası göllerinde depremle tetiklenen sualtı çökellerinin tayini ile Doğu Anadolu Fay Zonu, Pazarcık fay segmentinin deprem aktivitesinin çoklu parametre yöntemlerle belirlenmesi Gülşen Uçarkuş
15:10	15:15	Jeofizik araştırmalar kullanılarak güvenilir Vs30 belirleme standartlarının oluşturulması Eşref Yalçınkaya
15:15	15:20	Bütünleşik jeofizik yöntemler ışığında İskenderun Körfezi'nin derin ve yakın yüzey yapılarının birleşik yorumu ve aktif faylarının haritalanması Hakan Alp
15:20	15:25	Türkiye'de zaman bağımlı deprem gerilme etkileşimlerinin modellenmesi ve deprem tehlikesi üzerine çıkarımlar Murat Utkucu
15:25	15:30	Yeni deprem tespiti ve konumlandırma yöntemleri kullanılarak Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Adalar Segmenti'nin izlenmesi Ali Özgün Konca
15:30	15:35	Hasan Dağı volkanizmasının tektonik ve volkanik açıdan jeodezik ve fiziksel sensörler ile izlenmesi Hacı Murat Yılmaz
15:30	16:00	Sorular ve Öneriler

ATAG Youtube Kanalı

<https://www.youtube.com/channel/UC-6FOcaKjsCogZ2ur7smmwA>

ATAG Web Sayfası

<https://www.atag.itu.edu.tr>

ATAG Twitter

<https://twitter.com/aktiftektonik>

BİLDİRİ

ÖZLERİ

23 Ekim 2011 Van Depremi'nden Günümüze Jeodezik Çalışmalar

Deniz Öz Demir^a, Uğur Doğan^a, Ziyadin Çakır^b, Semih Ergintav^c, Alpay Özdemir^a, Derya Çeliker^a

^a Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, İstanbul (denizoz@yildiz.edu.tr)

^b İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul

^c Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeodezi Anabilim Dalı, İstanbul

Bu çalışmada, 23 Ekim 2011 tarihinde Van ili ve çevresini yıkıcı bir şekilde etkileyen $M_w=7,1$ büyüklüğünde meydana gelen depremden itibaren gerçekleştirdiğimiz çalışmalar ve elde edilen sonuçlar hakkında bilgiler verilecektir.

Depremden etkilenen bölgede yer alan sürekli ve kampanya tipi veri toplanan GPS noktalarından oluşan bir jeodezik deformasyon ağı kurularak gerçekleştirdiğimiz GPS çalışmaları ile deprem anı (coseismic) ve sonrası (postseismic) meydana gelen kabuk deformasyonlarının belirlenmesine ve modellenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, deprem anı oluşan maksimum yatay yer değiştirme $45 \pm 0,2$ cm olarak belirlenmiştir. Deprem sonrası deformasyonlarının belirlenebilmesi için jeodezik ağ kampanya noktaları ile sıklaştırılmıştır. Kasım 2011 – Temmuz 2019 tarihleri arasında bu ağda gerçekleştirdiğimiz kampanya tipi GPS ölçmeleri sonucunda bölgedeki deprem sonrası toplam yatay yer değiştirme maksimum ~ 40 cm, düşey yer değiştirme ise maksimum ~ 21 cm olarak hesaplanmıştır. Büyük depremin üzerinden geçen on yıllık süreçte bölgenin geneline ait deformasyonlar hakkında bilgi edinebilmek amacıyla, sürekli veri toplanan TUSAGA-Aktif ağına ait noktaların zaman serileri oluşturulmuştur.

Deformasyon büyüklüklerinden sonra fay düzlemleri belirlenerek elastik yer değiştirme yöntemi ile hem deprem anı hem de deprem sonrası için modelleme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Belirlenen fay düzlemlerine göre faya paralel ve dik yönlü kayma bileşenleri modellenmiştir. Deprem anına ilişkin yapılan modelleme sonucu $M_w=7.1$ deprem büyüklüğü, fay düzlemine paralel kayma bileşeni en fazla ~ 2.1 m ve fay düzlemine dik kayma bileşeni ise en fazla ~ 2.0 m olarak bulunmuştur.

Bu çalışma 112Y109 numaralı TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Van Depremi, GPS, deformasyon, modelleme

23 Ekim 2011 Van Depremi ve Artçılarının Yeniden Konumlandırılması

Mehveş Feyza Akkoyunlu^a, Doğan Kalafat^a, Bülent Oruç^b, Bülent Kaypak^c

^aBoğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 34684 Üsküdar, İstanbul (feyza.ocal@boun.edu.tr)

^bKocaeli Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 41001 Umuttepe, Kocaeli

^cAnkara Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 06830 Bahçelievler, Ankara

23 Ekim 2011 tarihinde Van Gölü'nün doğusunda $M_w=7.1$ büyüklüğünde meydana gelen depremin ardından bölgede aylarca artçı sarsıntılar devam etmiştir. Van depremi sonrasında meydana gelen artçı etkinliğin izlenmesi amacıyla deprem sonrası birkaç gün içinde Van Gölü ve civarına yeni bir sismik ağ kurulmuştur. Bu ağda 6 ay boyunca çalışan geçici istasyonlardan bir kısmı kaldırılmıştır. Çalışmada Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü'ne (KRDAE) ait sabit istasyon verileri ve deprem sonrası bölgeye kurulan geçici istasyon verileri ile AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı'na ait sabit istasyon verileri birleştirilerek analiz edilmiştir. 2011-2015 arası dönemde yaklaşık sekiz bin civarında artçı deprem zSacWin programı ve bir boyutlu kabuk modeliyle yeniden konumlandırılarak ilksel çözümlerle kıyaslanmıştır. Yeniden konumlandırılan depremlerin % 76'sı 0.4s'den daha düşük RMS değerlerine sahipken bu depremlerin %75'inin istasyon azimutal dağılım değeri GAP 180'den küçüktür. Yeniden konumlandırma ile 39-40 km aralığındaki ilksel deprem odak derinlikleri maksimum 29 km derinliğe ulaşan değerlerde düzeltilmiştir. Ayrıca deprem dış merkezlerinin konumları da yatay yönde ortalama 5-6 km doğuya kayarak ana şok bölgesine doğru değişmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, istasyon sayısındaki artış ve hassas P ve S-faz okumaları deprem konumlarının iyileştirilmesine çok olumlu katkı sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: 2011 Van Depremi, veri analizi, sismoloji, deprem, Van Gölü.

Van Gölü Depremi (Mw 7.1) ve Artçı Depremlerin Seyahat Zamanlarından Sismik Hız Yapısının Bir Boyutlu Modellenmesi

Mehveş Feyza Akkoyunlu^a, Doğan Kalafat^a, Bülent Oruç^b, Bülent Kaypak^c

^aBoğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 34684 Üsküdar, İstanbul (feyza.ocal@boun.edu.tr)

^bKocaeli Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 41001 Umuttepe, Kocaeli

^cAnkara Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 06830 Bahçelievler, Ankara

23 Ekim 2011 tarihinde meydana gelen Mw=7.1 büyüklüğündeki Van Depremi artçı deprem etkinliği verilerinden faydalanarak Van Gölü ve çevresinin bir boyutlu sismik hız yapısı belirlenmiştir. Artçı deprem etkinliği, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü'ne (KRDAE) ait sabit istasyonlar ve ana şok sonrası bölgeye kurulan geçici istasyonlar ile AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı'na bağlı sabit istasyonlar tarafından kaydedilmiştir. Öncelikle Van Depremi artçılarının seyahat zamanı verilerinin ters çözümünden bölgenin bir boyutlu hız yapısı elde edilmiştir. Bu amaçla Van Gölü'nün merkezinden itibaren 350 km yarıçapındaki bir alanda meydana gelen 16 istasyon tarafından kaydedilen 7000 civarında deprem kullanılmıştır. Çalışmada $GAP \leq 180^\circ$ koşulunu sağlayan ve en az 10 adet P- ve 5 adet S-dalga fazı okuması içeren deprem kayıtları seçilerek kabuğun bir boyutlu hız modeli belirlenmiştir. Artçı depremlerin P ve S dalgaları seyahat zamanlarının ters çözümünde VELEST yazılım algoritması kullanılmıştır. Van Gölü ve yakın çevresinde 39 km derinliğe kadar V_p , V_s ve V_p/V_s modelleri elde edilmiştir. Bir boyutlu hız modeli üç boyutlu tomografi çalışmasına referans olarak kabul edilmiştir. Van depremi ve bunun artçı deprem etkinliği bir boyutlu ve üç boyutlu hız modelleri ile yeniden konumlandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Van Depremi, sismik hız modeli, 1B kabuk modeli, modelleme, sismoloji

Çaldıran Fayı'nın Segmentasyonu ve 24 Kasım 1976 Mw 7.3 Depremi Yüzey Kırığı Üzerinde Paleosismoloji Çalışmaları: Ön Bulgular

Azad Sağlam Selçuk^a, M. Korhan Erturaç^b, A. Özkan Kul^c, Sacit Mutlu^d, Havva Neslihan Kiray^e, Serkan Üner^a, Taylan Sançar^f, Erman Özsayın^g, Aylin Çiftçi^h, Sema Çakar^c, O. Seyit Özdamar^c, Cengiz Zabcı^c

^a Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080 Tuşba, Van (azadsaglam@yyu.edu.tr)

^b Sakarya Üniversitesi, Araştırma Geliştirme ve Uygulama Merkezi, 54187 Esentepe, Sakarya

^c Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 65080 Tuşba, Van

^d Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Acil Durum Afet Yönetim Programı, 65080 Tuşba, Van

^e İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Ayazağa Yerleşkesi, İstanbul

^f Munzur Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 62000 Aktuluk yerleşkesi, Tunceli

^g Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara

^h Van Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü-Proje Şube Müdürlüğü, 65080 Tuşba, Van

Çaldıran Fayı, Doğu Anadolu Kısılma Neotektonik Bölgesi'nde birbirine paralel gelişen ve doğuda İran'a doğru devam eden doğrultu atımlı fay sistemlerinin önemli bir parçasıdır. Fay, K53°B ile K70°B arasında değişen doğrultuda İran-Türkiye sınırı ile Çaldıran ilçesinin batısında yer alan Azizan Dağları arasında yaklaşık 50 km'lik bir hat boyunca uzanır ve belirli geometrik değişikliklere bağlı olarak batıdan doğuya doğru Alaçayır, Hıdırmenteş ve Gülderen olmak üzere üç farklı segmentten oluşur. Söz konusu fayın deformasyon zonu birçok morfolojik yapı (vadiler, dereler, alüvyal fanlar, sırtlar vb.) içermekle birlikte Kretase yaşlı ofiyolitik kayalar (kireçtaşı ve serpantin) ile Pliyosen-Kuvaterner yaşlı volkanitleri de sınırlandırarak öter. Doğrultusu boyunca morfolojide oldukça açık bir şekilde izlenen Çaldıran Fayı, muhtemelen deformasyonun bölgesel tektonik sistem içinde (Kuzey Tebriz, Erciş ve Tutak Fayları) diğer faylara transfer edilmesi yüzünden doğu ve batı kesiminde takip edilememektedir. Fayın, Çaldıran segmenti üzerinde gözlenen litolojik ötelenmeye bağlı olarak uzun dönem kayma hızı $3.27 \pm 0.17 \text{ mm yr}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Oluşumu erken-orta Pleyistosen'e tarihlenen bu genç tektonik yapı, 24 Kasım 1976'da Mw 7.3 büyüklüğünde bir deprem üretecek şekilde kırılmış ve bunun sonucunda büyük çoğunluğu Çaldıran ilçe merkez ve köylerinde olmak üzere toplam 3840 kişinin hayatını kaybetmesine yol açmıştır. Bölgede deprem sonrası gerçekleştirilen çalışmalarda 3.75 m maksimum sağ yanal atım ölçülerek, yüzey kırığı boyunca çok sayıda morfolojik ötelenme ayrıntılı olarak haritalanmıştır.

AFAD tarafından desteklenen UDAP-G-20-06 no'lu UDAP projesi kapsamında, Çaldıran Fayı'nın kuzey batı ve orta kesimlerinde Erginler ve Hıdırmenteş lokasyonlarında toplam beş adet fay hendek kazısı yapılmıştır. Bunlardan Erginler-1 hendeğinde herhangi bir faylanma verisine rastlanmazken, Erginler-2 hendeğinde 1976 dahil olmak üzere toplam iki, olası üç adet yüzey faylanmasının izi belirlenmiştir. Hıdırmenteş Gölü civarında hendek yerleri, insansız hava aracı (İHA) ile elde edilen yüksek çözünürlüklü sayısal yüzey modelleri (SYM) ile haritalanan ve fayın açılmalı sıçrama yaptığı bir alanda *en échelon* yapılar üzerinde yer alır. Hendeklerin (Hıdırmenteş 1-3) stratigrafileri baskın olarak göl çökellerinden oluşurken, sadece Hıdırmenteş-3 hendeğinde bir alüvyal yelpazenin iraksak fasiyesine ait kum seviyeleri ile ardalanma görülür. Hıdırmenteş-2 hendeğinde fay zonu, bir sağ yanal makaslama zonunun önemli bileşenlerinden oluşmaktadır. Normal ve ters bileşenli ötelenmelerin yanı sıra, laminalı göl çökellerinde belirgin bir kıvrımlanmaya da yol açan bu fay kolları ve hendek stratigrafisinin yapısal ilişkisi toplam üç olaya işaret eder. Olay seviyelerini sınırlayan alt ve üst katmanlardan C-14 ve OSL örnekleri alınmış, ancak tarihlendirme sonuçları henüz sonuçlanmamıştır. Önceki yıllarda yapılan çalışmalar ve bu çalışma ile elde edilen bilgiler Doğu Anadolu'nun güncel deformasyonunun anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Çaldıran Fayı, paleosismoloji, Doğu Anadolu, segmentasyon

Türkiye ve Yakın Çevresi İçin Hazırlanan “Birleştirilmiş” ve “Homojen” Aletsel Dönem (2013-2019) Deprem ve “Birleştirilmiş” Moment Tensor Katalogları ($M \geq 4.0$)

Recai Feyiz Kartal^a, Filliz Tuba Kadirioğlu^a, Tuğbay Kılıç^a

^a Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Deprem Dairesi Başkanlığı, Dumlupınar Blv. 159, 06800 Çankaya, Ankara (recai.kartal@afad.gov.tr)

Aletsel dönem deprem kataloglarının ve fay düzlemi çözümlerinin belirli periyotlarla güncellenmesi, özellikle sismotektonik ve deprem tehlike haritalarına altlık veri oluşturması bakımından önem arz etmektedir. Öte yandan 2010 yılında AFAD tarafından yayımlanan “Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı (UDSEP-2023)” içerisinde yer alan A.1.2.3 eylemi bu çalışmanın dayanağını oluşturmaktadır. Bu kapsamda 1900-2012 yılları için $M \geq 4.0$ depremleri kapsayarak oluşturulan aletsel dönem deprem kataloğu ve moment tensor kataloğu 2017 yılında tamamlanan “Türkiye Sismotektonik Haritası” ve 2019 yılında yürürlüğe giren “Yenilenen Türkiye Deprem Tehlike Haritası” projelerine altlık veri olarak kullanılmıştır. Yapılan bu çalışma ile söz konusu kataloglar 2019 yılı sonuna kadar güncellenmiştir. Bir önceki katalogta olduğu gibi $32-45^\circ$ K ve $23-48^\circ$ D koordinatları arasında kalan alan, çalışma alanı olarak belirlenmiş ve bu alan içerisinde, 01.01.2013-31.12.2019 tarih aralığında olmuş depremler, hem “birleştirilmiş” hem “homojen” olarak iki ayrı deprem kataloğu ve “birleştirilmiş” moment tensor kataloğu olarak toplamda üç katalog halinde kullanıcılara sunulmaktadır. Bu çalışmayı bir önceki çalışmadan ayıran en önemli özellik, tüm depremlerin iLoc2.1 programı yardımıyla yeniden konumlandırılmış olmasıdır. Bu işlem için Uluslararası Sismoloji Merkezi’nden (ISC) tüm depremlere ait farklı ajanslar tarafından gönderilen P ve S faz okumaları indirilerek her bir deprem için ayrı ayrı girdi dosyaları oluşturulmuştur. Böylece depremler yeniden konumlandırılarak daha hassas lokasyon bilgileri elde edilmiştir. iLoc2.1 programı ile yeniden konumlandırılan ve “homojen” kataloğu oluşturan deprem sayısı 1484’tür. Ayrıca kullanıcılara kolaylık olması açısından aynı depreme ait tüm ajansların (14 ana 55 alt katalog) çözümlediği deprem parametrelerinin derlendiği “birleştirilmiş” katalogta 21962 veri bulunmaktadır. Bu çalışmanın diğer bir çıktısı olan “moment tensor kataloğu” için, kataloğu oluşturan 1484 adet depremden 833 tanesinin farklı ajanslar tarafından gerçekleştirilen odak mekanizması çözümüne ulaşılmış ve “birleştirilmiş” moment tensor kataloğu olarak sunulmuştur. Sonuç olarak, bir önceki katalogdan yola çıkarak yapılan bu çalışmanın, ülkemiz ve yakın çevresi için gerçekleştirilmesi planlanan deprem tehlike ve risk çalışmalarına katkı sağlaması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Birleştirilmiş deprem kataloğu, homojen yeniden konumlandırılmış deprem kataloğu, moment tensor kataloğu.

Doğu Anadolu Fayı'nın Aktif Sismo-Tektoniği

Sezim Ezgi Güvercin^{a,b}, Hayrullah Karabulut^b, Ali Özgün Konca^b, Semih Ergintav^c, Uğur Doğan^a

^a Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, Harita Bölümü, Jeodezi A.B.D., 34220, Esenler, İstanbul, (sezim.guvercin@gmail.com)

^b Boğaziçi Üniversitesi, KRDAE, Jeofizik A.B.D., 34684, Üsküdar, İstanbul

^c Boğaziçi Üniversitesi, KRDAE, Jeodezi A.B.D., 34684, Üsküdar, İstanbul

Doğu Anadolu Fayı (DAF) Anadolu ve Arabistan levhaları arasında 700 km boyunca uzanan ağırlıklı olarak sol yanal doğrultu atımlı bir faydır. Euler kutbunun (pole) Anadolu-Arabistan levha sınırına görece yakın olması sebebiyle levha hızları sınır boyunca doğuda 10mm/yıl'dan batıya 1-4 mm/yıl'a kadar azalmakta ve fay geometrisi ile plaka hareketi arasındaki ilişki karmaşık hale gelmektedir. Öte yandan yine son dönemde yapılan çalışmalar DAF boyunca intersismik kenetlenmenin (coupling) de değişken olduğunu göstermektedir. DAF üzerindeki sismik boşluklar, yerel deprem kümeleri ve geniş alanlara yayılan dağınık deprensellik, fayın uzaysal değişkenliğini işaret etmektedir. Bu çalışmada 2007-2020 tarihleri arasında DAF ve çevresinde kaydedilmiş 26000'den fazla depremi içeren iyileştirilmiş bir deprem kataloğu ve bölgesel moment tensörü ters çözümü yöntemi ile bulunmuş 160 deprem mekanizması kullanarak DAF'ın karmaşık faylanma sistemi incelenmiştir. Depremlerin derinlik profilleri, fay mekanizmalarındaki değişimler ve DAF'ın geometrisinin yatayda ve düşeyde değişkenlik göstermesi, 2020 Sivrice depremi dahil büyük depremlerin yüzey kırığı oluşturmamış olmasında önemli bir etken olabileceğini göstermektedir. Odak mekanizmalarının ve odak mekanizmadan elde edilen gerilim tensörlerinin temel bileşen yönlerinin fay boyunca gösterdiği değişimin, jeodezik verilerden elde edilen gerinim alanı yönleri ile uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Açığa çıkan yıllık ortalama sismik moment kuzeydoğudan güneybatıya doğru, gerinim büyüklüğü ve dolayısıyla plaka hızı ile uyumlu olarak azalmaktadır. Bu azalma özellikle Palu ve Pütürge bölütlerinin batısında, Erkenek bölütünde başlayıp, Pazarcık ve Amanos bölütleri boyunca belirginleşmektedir. Açığa çıkan yıllık ortalama sismik momentin azalışının Amanos ve Pazarcık bölütlerinde belirginleşmesinin bölgedeki gerinimin birden fazla fay üzerinde odaklanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Odak mekanizma çözümleri de Amanos bölütünde karmaşıklaşan plaka hareketi nedeniyle kuzey ve güney kollarla gerinimin paylaşıldığını göstermektedir. Tüm bu gözlemlerden yola çıkarak, sismik kenetlenmenin fayın her yerinde aynı olmamasının, gerilim ve gerinim yönlerindeki yerel değişimlerinin, yıllık açığa çıkan ortalama moment değişimlerinin hem levha hareketlerinden hem de geometrik karmaşıklıklardan kaynaklanmakta olduğunu gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Doğu Anadolu Fayı, sismoloji, sismo-tektonik, deprem odak çözümü, gerilim ters çözümü

Marmara Denizi'nde Üç Boyutlu Dinamik Deprem Kırılması Modellemeleri

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

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

Büyüklüğü 7.4 olan 1912 Mürefte ve 1999 İzmit Depremleri, Marmara Bölgesi'nin doğu ve batı kesimlerinde meydana gelen son yıkıcı depremlerdir. İki depremin lokasyonlarının arasında bulunan Orta Marmara Denizi büyük bir deprem üretme yetkinliğine sahiptir. Çalışmanın hedefi Marmara Denizi'ndeki düzlemsel olmayan ve heterojen gerilim yüklü yapıları kullanarak üç boyutlu dinamik deprem kırılmaları modellemektir. Güncel çalışmalar KAF'ın Marmara'daki bazı segmentlerinin kaydığını göstermiştir. Bu çalışmada, deprem odak mekanizmalarından elde edilen bölgesel gerilim sonuçlarına ek olarak, Marmara Denizi içerisindeki KAF'ın segmentleri boyunca kayma hızı ve kilitlenme derinliği ile ilgili yapılmış jeodezik ölçümler, geçmiş depremlerde açığa çıkmış olan gerilim ve sismik aktiviteler arası yüklenen gerinimin kullanılmasıyla fay üzerindeki başlangıç gerilim miktarları sınırlandırılarak, ilk kez gerçekçi deprem senaryoları üretilmiştir. Dinamik deprem simülasyonları için üç boyutlu sonlu elemanlar algoritması (PyLith) ve düzlemsel olmayan fay modelinin ve ilksel gerilim heterojenliğinin yavaşlayan-slip sürtünme modeline uygulanabilmesine olanak veren tetragonal gridleme yöntemi kullanılmıştır. Kayma gerilimi, jeodezik ve sismik çalışmalardan elde edilen kilitlenme derinliği ve sismik aktiviteler arası biriken gerinim yüklenmelerinden hesaplanmıştır. 80 tane kırılma senaryosu incelenmiş, fay üzerindeki kayma hızı ile gerilim ve yer yüzündeki hız ile yer değiştirmeye ek olarak, kayma dağılımı, kırılma hızı ve moment büyüklük hesaplamaları yapılmıştır. Senaryoların çoğunda depremin moment büyüklüğünün 7.2'yi geçmeyeceği görülmüştür. Ayrıca, depremin başlangıç noktası lokasyonuna, kısmen kayan segmentlerin içerisindeki kilitli kısımlara ve yüklenen ilksel gerilim miktarlarına göre kırılmanın Prens Adaları segmentine ilerlemeyebileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Dinamik deprem, kırılma, modelleme, simülasyon, Marmara.

Denizli Yöresinin Sismotektoniğine Güncel bir Bakış

Doğan Kalafat^a, Yavuz Güneş^a, Mehmet Kara^a, Kıvanç Kekovalı^a

^a B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve DAE-BDTİM, Çengelköy 34683 Üsküdar, İstanbul (kalafato@boun.edu.tr)

Denizli ili ve çevresi Türkiye'nin sismik açıdan en aktif yörelerinden birisidir. Bölge Batı Anadolu'daki en önemli 2 büyük grabenin (Gediz ve Büyük Menderes) doğu ucunda yer almaktadır. Bu yüzden bölgede deprem üreten diri fay parçaları çok dağınık ve fazla olup farklı zonlar içermekte, bu ise bölgede yoğun sismik etkinliğe neden olmaktadır. Özellikle son yıllarda bölgede ard arda meydana gelen depremler genel anlamda Batı Anadolu'da görülen K-G yönlü genişlemeli tektonik rejimin hakim olduğu karmaşık bir tektonik deformasyonun bir sonucudur. Bununla birlikte güneybatı kıyılarımızda etkili olan Afrika Tektonik Levhasının Anadolu Levhası altına dalması, bölgedeki tanımlanan tekdüze deformasyonu çok karmaşık hale getirmekte, bunun sonucu olarak da bölgede yoğun sismik aktiviteye sebep olmaktadır.

Bölge tarihsel ve aletsel dönemde önemli depremler üretmiştir. Son yıllarda meydana gelen orta büyüklükte depremler ve yoğun sismik aktivite bölgedeki genç havzaların tektonik evrimini sürdürdüğünü ortaya koymaktadır. Çalışmada hedeflenen, bölgedeki mikro-deprem aktivitesinin ve aktiviteye neden olan genç fayların özelliklerinin ortaya çıkartılmasıdır. Bu bağlamda bölgedeki mikro-deprem etkinliğinin çok düzenli ve hassas bir şekilde takip edilmesi gerekmektedir. Çalışma kapsamında kurulan 3 deprem istasyonu bölgenin deprenselliği çok hassas takip edilmesine olanak sağlayacaktır. Dolayısı ile Denizli Fay Zonu (DFZ) boyunca meydana gelen mikro-depremleri izlemek, mevcut sismik ağı zenginleştirmek ve bölgedeki deprem algılama eşliğini arttırmak ($M_c < 2.9$) çalışmanın en önemli hedefidir. Güncel verilerin değerlendirilmesi ile bölgede meydana gelen depremlerin büyük çoğunluğunun üst kabukta meydana gelmiş olduğu, deprem üreten sismojenik zonun 7-10 km civarında olduğu görülmüştür. Çalışma kapsamında son yıllarda meydana gelen önemli depremlerin yapılan faylanma mekanizmaları çözümleri, genel olarak doğrultuları B-D, K-G, KB-GD yönlü normal faylanma ağırlıklı ve oblik (doğrultu atım bileşeni olan normal faylanma) faylanmaların bölgede hakim olduğunu ortaya koymuştur. Yapılan gerilme analizi de bölgede hakim olan T_{Max} gerilme ekseninin hakim yönünün KKB-GGD yönünde olduğunu ortaya koymuştur. Bu ise bölgedeki hakim rejimin, bölgesel gerilme eksenleri ile uyumlu olduğunu göstermektedir. 2019 yılında meydana gelen Acıpayam Deprem Serisi'nde maksimum ivme (PGA_{Max}) değerlerinin ağırlıklı olarak KB-GD gidişli dağıldığı görülmüştür. Bunun en büyük nedeni ise depreme neden olan fayların genel doğrultusu ve kırılmanın hakim yönünün bu doğrultuda olması olarak değerlendirilmiştir. Bunun yanında çalışmanın temel hedeflerinden birisi de, bölgede yakın tarihte meydana gelen ve halen devam eden, aynı zamanda devam etmesi beklenen deprem etkinliğinin ve meydana gelebilecek büyük bir deprem sonrasındaki sürecin, artçı depremlerin dağılımının izlenmesidir.

Bu çalışma Boğaziçi Üniversitesi BAP projeleri Proje No: 16403 kapsamında desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Batı Anadolu, Denizli, genişlemeli tektonik rejim, normal faylanma

Batı Anadolu'nun Yükselmesi ve İçsel Deformasyonu Astenosfer Dinamiği ile Bağlantılı Olabilir mi?

İlker Pürçek^a, Tolga Komut^b

^a Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

^b Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (tolga.komut@comu.edu.tr)

Yükseltilmiş topoğrafyanın en önemli göstergelerinden olan bir peneplen platosu, Batı Anadolu içsel deformasyon rejimi altında parçalanmaktadır. Topoğrafyanın yükseltilmesinde, kabuk altı akışkanların dinamik hareketleri etkilidir. Çalışmamızda Batı Anadolu ve çevresinin izostatik topoğrafyası hesaplanmış olup bunun, Anadolu'nun topoğrafyasıyla (gözlemsel) uyumlu olmadığı görülmüştür. Bölgenin hesaplanan ve gözlemlenen topoğrafyalarının farkları alınarak elde edilen fark topoğrafya haritasında görülen bu anomali, kabuğun altından yukarı yönlü bir itişin varlığını ifade eder. Ayrıca, anomali bölgede geniş yayılım gösteren Menderes masifinin bulunduğu bölgeye de denk gelmektedir. Kabuğun alt katmanlarını temsil eden bu masifin sıyrılma fayları vasıtasıyla yükselerek yer yüzüne çıkması ile alttaki akışkan ve dinamik astenosferin yukarı yönlü itişisi arasında belki de sıkı bir ilişki olabilir.

Batı Anadolu bölgesi içsel deformasyon geçirmektedir. GPS ölçümlerinden elde edilen hız vektörlerine göre bu deformasyonun kabaca K-G yönünde ve bölgenin tamamına yayılmış olduğu anlaşılır. Deprem dağılımları da bu geniş saçılmayı açıkça ifade etmektedir. Yatay hız değişiminin düzenli ve yönelim gösterecek şekilde dereceli olması geniş alanda yaygın olarak görülen bu saçılmış (diffuse) genişlemenin değişken olmayan yani belli sınırlara yoğunlaşmayacak şekilde tek düze (uniform) olduğuna işaret etmektedir. Bölgenin altındaki dinamik astenosferin yukarı yönlü akışı olduğu gibi, bu akışın bölgenin altına düşey olarak ulaşmasıyla kabuk engeli nedeniyle dönüş yapmasının sonucu olan, yatay yönlü akışı da vardır. Astenosferin batı Anadolu'nun kabuğunu altından kabaca K-G yönde, bu iki tabakanın arasındaki kavramanın derecesine de bağlı bir değerdeki güçle, çekebileceği göz ardı edilmemelidir. Nitekim, GPS hız vektörlerinden elde edilen hız alanında görülen yaygın ve tek düze hareket bir akışkan davranışı ile benzerlik göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Batı Anadolu, içsel deformasyon, fark topoğrafya, jeodinamik

Balık Gölü Fay Zonu'nun Geometrisi ve Paleosismolojisi: Ön Bulgular

Azad Sağlam Selçuk^a, Sacit Mutlu^b, M. Korhan Erturaç^c, Serkan Üner^a, Taylan Sançar^d, Erman Özsayın^e, Aylin Çiftçi^f, A. Özkan Kul^g, O. Seyit Özdamar^g, Sema Çakar^g, Havva Neslihan Kıray^h, Cengiz Zabcı^h

^a Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080 Tuşba, Van (azadsaglam@yyu.edu.tr)

^b Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Acil Durum Afet Yönetim Programı, 65080 Tuşba, Van

^c Sakarya Üniversitesi, Araştırma, Geliştirme ve Uygulama Merkezi (SARGEM), 54187 Esentepe, Sakarya

^d Munzur Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 62000 Aktuluk Yerleşkesi, Tunceli

^e Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara

^f Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü-Proje Şube Müdürlüğü, 65080 Tuşba, Van

^g Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 65080 Tuşba, Van

^h İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Ayazağa Yerleşkesi, İstanbul

Neotetis Okyanusu'nun Bitlis-Zagros Dağ Kuşağı boyunca orta-geç Miyosen'de tamamen kapanması sonrasında Avrasya ve Arabistan levhalarının devam eden yakınlaşma hareketi, Türkiye'nin doğu kesiminde Doğu Anadolu Kısısalı Neotektonik Bölgesi'nin (DAKB) oluşumuna yol açmıştır. DAKB içinde kabaca K-G yönlü sıkışmaya bağlı olarak farklı geometri ve kinematiğe sahip çok sayıda tektonik yapı gelişmiştir. Bunların arasında, özellikle 42°D-48°D boylamları arasında ve BKB doğrultulu Çaldıran Fayı, Tutak Fayı, Balık Gölü Fay Zonu, Kuzey Tebriz Fayı (İran) gibi birbirine paralel gelişen yapılar önemli deprem kaynaklarıdır. Bu sağ yanal doğrultu atım sistemi, GNSS ölçümlerine göre, 8-11 mm/yıl hızla KKB yönünde hareket eden Kafkas Bloku'nun güney sınırını geniş bir zon boyunca tanımlar. Bu karmaşık sistem içerisinde Balık Gölü Fay Zonu (BGFZ), GD'da İran sınırı, KB'da ise Balık Gölü ve batısı arasında yaklaşık 100 km uzunluğunda ve özellikle KB kesiminde 25 km genişliğinde bir deformasyon zonu ile karakterize olur. Balık Gölü'nden Tendürek Dağı'nın kuzeyine ve oradan İran'a doğru kendine has ve belirgin bir morfolojik izle takip edilen zon, toplam altı geometrik segmentten oluşur.

AFAD tarafından desteklenen UDAP-G-20-06 no'lu UDAP projesi kapsamında, BGFZ'nin fay geometrisi ve deformasyon yapılarının ayrıntılı haritaları üretilmiş, orta kesimleri üzerinde paleosismoloji çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Ekseninde yaklaşık 6 m yer değiştirme ölçülen bir alüvyal yelpazenin üzerinde ve buranın fay boyunca yaklaşık 40 m batı devamında iki adet hendek açılmıştır. Yelpaze üzerinde yer alan İbrahimağa Yaylası-1 (İA-1) hendeğinde, belirgin yüzey faylanması görülmemiş, ancak iki farklı yelpazeye ait çökel paketleri arasında belirlenen paleotoprak seviyesi dolaylı bir deprem belirteci olarak yorumlanmıştır. İbrahimağa Yaylası-2 (İA-2) hendeği ise BGFZ'ye paralel devam eden bir sırt ile alüvyal düzlük arasında belirlenen morfolojik bir çizgiselliğin üzerinde açılmıştır. Hendek yeri, yamaç çökellerinin yanı sıra, alüvyal yelpazenin son evresine ait mevsimsel dere tarafından beslenmektedir. Bu çoklu sedimantasyon koşullarına bağlı olarak gelişen çökel paketleri arasında farklı seviyelerde yüzey faylanmaları belirlenmiştir. Bu yapıların bir kısmı, sadece hendek tabanında belirlenen katmanları keserken, hendeğin özellikle kuzeyinde yer alan kollar alüvyal düzlük sınırına doğru, stratigrafinin en üst kesimlerini oluşturan kolüvyal kamanın alt sınırına kadar yukarı çıkar. Bu yapısal ve stratigrafik ilişki göz önünde bulundurularak, İA-2 hendeğinin iki farklı yüzey faylanmasına işaret ettiği yorumlanmıştır. Belirlenen olay seviyelerinin alt ve üst katmanlarından alınan C-14 ve OSL örneklerinin tarihlendirilmesi sonucu bu fay zonu için ilk defa yüzey kırığı oluşturan depremlerin tarihi hakkında bulgu elde edilecektir. Ancak fay morfolojisi ve deformasyon yapılarının ilksel yorumları, BGFZ'nin DAKB içerisinde önemli bir yapı olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Balık Gölü Fay Zonu, paleosismoloji, Doğu Anadolu, segmentasyon

Sürgü ve Çardak Faylarının (Doğu Anadolu Fay Zonu) Paleosismolojisi

Musa Balkaya^a, H. Serdar Akyüz^b, Süha Özden^c

^a Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkoğlu MYO, 46820, Kahramanmaraş (musabalkaya@ksu.edu.tr)

^b İstanbul Teknik Üniversitesi, Ayazağa Kampüsü Maden Fakültesi, 34469, İstanbul

^c Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Terzioğlu Yerleşkesi, 17100, Çanakkale

Bu çalışma, Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) Kuzey Kolu'nun doğu kesimini oluşturan Sürgü ve Çardak faylarını kapsamaktadır. Sürgü Fayı, Çelikhan'da (Adıyaman) DAFZ'den ayrılarak batıya doğru yaklaşık 70 km uzanmakta ve Nurhak civarında (Kahramanmaraş) sonlanmaktadır. Bu fayın, yaklaşık D-B doğrultusunda olan 50 km uzunluğundaki kesimi Çelikhan'dan başlayıp Sürgü'den (Doğanşehir/Malatya) geçerek Küçükü Köyü'nde (Doğanşehir) son bulmaktadır. Sürgü Fayı, Küçükü Köyü'nden sonra sola doğru yaklaşık 4 km sıçrama yaptıktan sonra tekrar D-B doğrultulu olarak Nurhak'a kadar devam eder. Çardak Fayı ise yaklaşık 85 km olup Nurhak ile Göksun (Kahramanmaraş) arasında, Nurhak batısında K80°B doğrultusu ile batıya devam ederek dar bir deformasyon zonu halinde iç bükey bir geometri ile Göksun doğusuna kadar uzanır.

Araştırma konusu olan sol yanal doğrultu atımlı Sürgü ve Çardak fayları; Çelikhan, Kurucaova, Sürgü, Nurhak, Barış, Ekinözü, Ericek, Çardak, Gücüksu, Göksun gibi birçok yerleşim yerinin içinden veya yakınından geçmektedir. Bu yüzden Sürgü ve Çardak faylarının deprem tehlikesinin belirlenmesi, en başta insan yaşamı olmak üzere endüstriyel / kentsel planlamalar ve mühendislik çalışmaları açısından büyük önem taşır.

İnceleme alanının jeolojik, jeomorfolojik, tektonik özelliklerine dair çalışmalar bulunsa da paleosismolojik özelliklerine ait bir yayın bulunmamaktadır. Bu çalışmada Sürgü Fayı üzerinde 3, Çardak Fayı üzerinde 2 olmak üzere toplam 5 adet hendek çalışması yapılmıştır. Sürgü Fayı üzerinde doğudan batıya doğru sırasıyla "Kurucaova", "Sürgü-Doğu" ve "Sürgü-Batı" hendekleri açılmıştır. Kurucaova hendeğinde 1 olay tespit edilmiş olup hendeğin 3 örneğin laboratuvar sonuçlarına göre bu depremin MÖ 790 ile MÖ 2085 arasında gerçekleştiği anlaşılmıştır. Öte yandan, "Sürgü-Doğu" hendeğinde bir süreksizlik tespit edilmiş olup bu süreksizliği oluşturan olayın ise MÖ 3300 civarında gerçekleştiği belirlenmiştir. Son olarak, "Sürgü-Batı" hendeğinde de 1 depreme dair gözlemler yapılmış olsa da hendeğin tarihlendirmeye uygun materyal bulunamaması nedeniyle yaş tespiti yapılamamıştır. Ancak bu hendeğin, yaklaşık olarak son 500 yılda Sürgü Fayı üzerinde yüzey kırığı oluşturmuş bir deprem meydana gelmediği anlaşılmıştır.

Çardak Fayı üzerinde Barış-1 ve Barış-2 hendekleri açılmış ve bu hendeklerde 2 ayrı deprem tespit edilmiştir. Hendeklerden alınan 5 örneğin laboratuvar sonuçlarına göre Holosen döneminde, biri MS 825-MÖ 3210 arasında, diğeri MÖ 5700-10580 arasında olmak üzere yüzey kırığı oluşturmuş iki deprem tespit edilmiştir.

Bu çalışma 120Y102 nolu TÜBİTAK projesi ve FDK-2019-2979 nolu ÇOMÜ-BAP projesi ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sürgü Fayı, Çardak Fayı, deprem, paleosismoloji

Erkilet Fay Zonu'nun (Kayseri) Paleosismolojisi ile İlgili İlk Bulgular

Fatma Ülkü Çelik^a, H. Serdar Akyüz^a, Mehran Basmenji^a, Cengiz Zabcı^a, Taylan Sançar^b

^a İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 34469 Ayazağa, İstanbul (celikfatm@itu.edu.tr)

^b Munzur Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 62000 Aktuluk, Tunceli

Orta Anadolu Fay Zonu (OAFZ) Sivas'ın güneyinden başlayarak Pozantı'ya (Adana) kadar devam eden, yaklaşık 380 km uzunluğunda, sol-yanal doğrultu atımlı aktif bir kıta içi fay zonudur. Sivas güneyi ile Kayseri arasında $K60^{\circ}$ - 70° D gidişli olan OAFZ, Kayseri civarında sola büküm yaparak $K20^{\circ}$ D doğrultusunda güneye devam eder. Büküm alanında karmaşık bir yapı kazanan fay zonunun Kayseri il merkezi kuzeyinde yer ve oblik (sol yanal normal) fay özelliği gösteren kesimi Erkilet Fay Zonu (EFZ) olarak bilinir. 2-8 km uzunluğunda kademeli ve basamaklı fay parçalarından oluşan zonun uzunluğu 50 km, doğrultusu $K50^{\circ}$ - 60° D'dur.

Aletsel dönem kayıtlarına göre EFZ ve yakınında 5 büyüklüğüne kadar depremler meydana gelmiştir. Tarihsel kayıtlar incelendiğinde ise Kayseri ve çevresinde MS 1205, 1335, 1717 ve 1835 yıllarında meydana gelen yıkıcı depremler dikkati çeker. Bu depremlerin EFZ ile ilişkisinin araştırılması, hem Kayseri'nin deprem riskinin sağlıklı şekilde ortaya çıkartılması hem de OAFZ'nin deprem aktivitesinin anlaşılması adına oldukça kritiktir.

TÜBİTAK 120Y230 numaralı proje çerçevesinde, EFZ'nin deprem üretme potansiyelinin araştırılması için, saha gözlemleri ve uydu görüntüsü incelemelerine dayalı olarak, fay güzergahı üzerinde üç ayrı bölgede dört adet paleosismolojik hendek çalışması yapılmıştır. İlk incelemeler neticesinde hendeklerde en az iki deprem izi tespit edilmiştir. Bu veriler, EFZ'nin tarihsel dönemde yüzey kırığı oluşturacak büyüklükte deprem ürettiğine işaret etmektedir. Tarihsel depremleri tarihlendirmek amacıyla çökel seviyelerinden C-14 ve OSL (Optically Stimulated Luminescence-Optik Uyarımlı Işınım) örnekleri alınmıştır. İlerleyen aşamalarda jeolojik veriler, yaş sonuçları ve jeomorfolojik analizler kapsamlı bir şekilde değerlendirilerek OAFZ'nin deprem aktivitesi ve bölge tektoniği açısından önemi tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Erkilet Fay Zonu, Kayseri, paleosismoloji, deprem

Kuzey Anadolu Fayı'nın Pleyistosen-Holosen özelliklerinin Adapazarı Ovası'nda yer alan Sakarya Nehri taraça basamaklanmaları yardımı ile araştırılması

M. Korhan Erturaç^a, Eren Şahiner^b, Azad Sağlam Selçuk^c, Cengiz Zabcı^d

^a Sakarya Üniversitesi, Araştırma, Geliştirme ve Uygulama Merkezi (SARGEM), 54187 Esentepe, Sakarya (erturac@sakarya.edu.tr)

^b Ankara Üniversitesi, Nükleer Bilimler Enstitüsü, Beşevler 10.Yıl Kampüsü, 06100 Beşevler, Ankara

^c Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080 Tuşba, Van

^d İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Ayazağa Yerleşkesi, İstanbul

Akarsu Taraça Basamaklanmaları (ATB), bir akarsu sistemi içerisinde geçmiş (fosil) taşkın ovası kalıntıları olarak tanımlanırlar. Taşkın ovaları, akarsu havzaları içerisinde değişen zaman aralıklarında gerçekleşen önemli hidrolojik ve kaide seviyesi değişimlerine uyum göstererek oluşurlar (depolanma) ya da terkedilirler (aşınma). Özellikle büyük ve görece olgun akarsu sistemlerinde sistematik basamaklanma gösteren taraçaların varlığı bölgedeki düşey yönlü hareketleri yansıtan ve bu hareketin hızını ölçmekte kullanılabilecek paleo-nirengi noktaları olarak değerlendirilebilir. Diri faylar tarafından kesilen ve ötelenen taraça basamakları ise yanal yönde deformasyon hakkında bilgi sunabilirler. Bu potansiyelin morfo-kronoloji temelli yıllık kayma ve düşey yönlü deformasyon hızı verisine dönüşmesi ancak detaylı haritalama, hassas jeodezik ölçümler ve mutlak tarihlendirme ile mümkündür.

Bu çalışmada KB Anadolu'nun önemli bir kısmını akaçlayan Sakarya Nehri'nin Adapazarı Ovası'na giriş yaptığı Geyve Boğazı (Boğazköy) ile Kuzey Anadolu Fayı Arifiye Segmenti arasında yer alan akarsu taraça basamaklanması detaylandırılmıştır. Taraça basamaklanmasına ait çökel depolar saha çalışmalarında belirlenmiş, RTK GPS ve insansız hava aracı fotogrametri yöntemleri ile cm hassasiyetinde haritalanmış, lüminesans ve radyokarbon yöntemleri ile tarihlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlar, Arifiye-Boğazköy ATB'nin, Karadeniz seviyesindeki önemli değişiklikler ile Holosen içerisinde belirgin iklim değişikliklerine cevaben oluştuğunu göstermektedir. Taraça basamaklanmasının analizi, KAF'ın yakın güneyinde kalan kesiminin 0.78 ± 0.03 mm/yıl hızla yükseldiğini ortaya koyar. Geç Holosen yaşlı basamaklanmaları kesen KAF Arifiye segmentinin güney ve kuzey kesiminden elde edilen ölçümler, fayın $16.7 + 3.6/-2.5$ mm/yıl sağ ve 1.49 ± 0.2 mm/yıl düşey yönlü kayma hızına sahip olduğunu göstermektedir. Bu verilerin geçmişe doğru ekstrapolasyonu, KAF Arifiye segmenti ile Adapazarı Havzasının Pleyistosen evrimi hakkında öngörüler sunar.

Bu çalışma TÜBİTAK 115Y110 ve 117Y426 projeleri tarafından desteklenmiştir.

Anahtar kelimeler: Kuzey Anadolu Fayı, Sakarya Nehri, akarsu taraça basamaklanmaları, lüminesans tarihlendirme, İHA fotogrametri

Uzun Dönemli GNSS Ölçüleri ile Türkiye için Güncel ve Homojen Yatay Hız Alanının Oluşturulması

Ali İhsan Kurt^a, Ali Değer Özbakır^b, Ayhan Cingöz^a, Uğur Doğan^c, Semih Ergintav^b

^a Harita Genel Müdürlüğü, Tıp Fakültesi Cad., 06590 Çankaya, Ankara (aliihsan.kurt@harita.gov.tr)

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

^c Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Davutpaşa Kampüsü, 34220 Esenler, İstanbul

Ülkemizde 1990'lı yıllardan itibaren gerçekleştirilen GNSS ölçmeleri, tektonik hareketler ve çeşitli faylardaki deprem döngüsünün etkisi ile yatay hızların 2-3 cm/yıl mertebesinde olduğunu göstermektedir. Böylesine aktif tektoniğe sahip bir bölgede meydana gelen depremler güncel jeodezik ölçme doğruluğunun üzerinde ve istatistiksel olarak anlamlı büyüklüğe ulaşan yer kabuğu hareketleri meydana getirmektedir. Son yıllarda hız parametresi kestirimlerinin, noktalardaki kampanya tipi ölçme periyotlarının artırılması ile elde edilen zaman serileri ile doğruluğu iyileştirilmiş ve sürekli GNSS ağlarının sıklaştırılması ile mekânsal çözünürlüğü artırılmıştır. Bununla birlikte, deformasyonun doğru bir şekilde tanımlanması için gereken yüksek doğruluklu homojen bir çözüm sunan hız alanı oluşturulmamıştır. Bu çalışmada, hassasiyeti ve doğruluğu yüksek bir hız alanının oluşturulması amaçlanmış ve bunun gerçekleştirilmesi temel olarak kampanya ile ölçülen GNSS noktalarının ve sürekli GNSS istasyonlarının verilerinin aynı stratejilerle ve tek bir referans sistemi kullanılarak değerlendirilmesine dayanmaktadır.

Türkiye Ulusal Temel GNSS Ağı (TUTGA) noktalarındaki 1992-2020 yılları arasındaki periyodik GNSS ölçülerinin, Türkiye Ulusal Sabit GNSS İstasyonları Ağı (TUSAGA), Marmara Bölgesi GNSS Ağı (MAGNET) ve bazı belediyeler tarafından kurulan sürekli GNSS istasyon verilerinin; güncellenmiş uydu yörüngeleri ve yer dönme parametreleri ile homojen bir veri analiz stratejisi kullanılarak yeniden veri değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir. GNSS noktalarının zaman serilerinin analizi ve çapraz doğrulama teknikleri ile uyumsuz olan hızlar ayıklandıktan sonra ortalama 37 km nokta aralığında ve 836 noktadan oluşan bir hız alanı elde edilmiş ve nihai çözüm Avrasya sabit referans sisteminde hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: hız alanı, GNSS, deformasyon, TUTGA, TUSAGA.

Tebriz Fay Sistemi Boyunca Uzun Dönem Deformasyon Birikimi

Tohid Nozadkhalil^a, Ziyadin Çakır^b, Semih Ergintav^c

^a İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği (nozadkhalil18@itu.edu.tr)

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

^c Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeodezi Anabilim Dalı

Tebriz Fay Sistemi (TFS), Arabistan-Avrasya kıtalarının çarpışmasından kaynaklanan hareketin bir kısmını sağ yanal kayma yaparak karşılamaktadır. Türk-İran platosunun kuzey batısında, Tebriz ve diğer şehirlerin yakınında yer alan bu fay sistemi, 1721 (M:7.3) ve 1780 (M:7.4) olaylarından sonra yıkıcı depremler üretmiştir. Bölgenin aktif tektoniğini, deprem döngüsünü ve özellikle deprem tehlikesini daha iyi anlamak için fay boyunca oluşan uzun dönem yamulma birikimleri Sentetik Açıklıklı Radar İnterferometrisi (InSAR) tekniği ile haritalanmıştır. Bunun için Sentinel-1 uydularının 2014-2020 yılları arasındaki iniş ve çıkış yörüngesindeki (T174 ve T079) TOPSAR verileri GMTSAR programı işlenmiştir. Elde edilen interferogramlardan StaMPS yazılımı kullanarak Duraylı Saçılımlı InSAR (PSI) zaman serisi analizleri yapılmıştır. Radar bakışı yönünde (LOS) elde edilen ortalama hız alanlarının Bayesian yöntemiyle modelleme çalışmaları başlamıştır. Bunun için jeodezik/sismik veriler kullanılarak statik bir deformasyon kaynağına ait model parametrelerini tahmin etmek için açık kaynak kodlu Python yazılımı olan BEAT programı kullanılmaktadır. Elde edilen ön sonuçlar TFS boyunca sağ yanal olan kayma hızının ve fayın kilitlenme derinliklerinin değiştiğini, ortamın heterojen davranış gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: deformasyon, uzun dönem yamulma, InSAR, Bayesian yöntemi

Pakistan, Batı Süleyman Kıvrım Kuşağının Tektonik Yapısı: Kitaplık Modeli Kanıtı

Sükrü Onur Karaca^a

^a Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri, Jeoloji Dairesi, Maden Tetkik Arama (MTA), TR-06530 Ankara, (onurkaraca87@hotmail.com)

Pakistan'ın orta bölümünde yer alan, Süleyman Kıvrım-Bindirme Kuşağı (Fold-Thrust Belt), Hindistan plakasının batı kenarında aktif bir deformasyon cephesini temsil eder ve büyük depremlerin odağı olmuştur. Bu çalışma, iki paralel KB-GD yönlü faydan oluşan Süleyman Kıvrım-Bindirme Kuşağı'nın batı kısmına odaklanmaktadır. Bu kısımda yer alan Harnai Fayı ve Karahi Fayı bilinen bindirme bileşenlerine sahiptir; ancak, hareketin yanal bileşeni hakkında belirsizlik devam etmektedir.

Bu çalışma, Sentinel-1A veri kümeleri üzerinde Küçük Taban Çizgisi Alt Kümesi (SBAS-Small BAseline Subset), İnterferometrik Sentetik Açıklıklı Radar (InSAR) tekniğini kullanarak yer değiştirmenin artan (ascending) ve azalan (descending) iz geometrileri kullanılarak dikey ve yatay bileşenlere ayrıştırılması yapılmış ve yüzey deformasyonunun gözlemleri sunulmuştur. Ayrıca bu alanın yeraltı yapısal geometrisi, 2B sismik ve kuyu verileri kullanılarak değerlendirilmiş ve bölgenin göreceli tektonik aktivitesini değerlendirmek için jeomorfik indeksler hesaplanmıştır. InSAR sonuçları, Karahi Fayı'nın alçalan yol geometrileri için ~15 mm ve ~10 mm/çıkış için sağ-yanal bir harekete sahip olduğunu göstermektedir. Harnai Fayı için herhangi bir yanal hareket gözlenmemiştir. Sismik veriler, Harnai Fayı'nın bir kör bindirme olduğunu öne süren InSAR sonuçlarıyla uyumludur. Bu çalışma, bu iki fay hattı arasındaki bloğun "kitaplık modeli (Bookshelf model)" oluşturan saat yönünde bir dönüş gösterdiğini göstermektedir.

Son olarak 2021/10/07 tarihinde bölgede olan 5.9 magnitudlü Harnai depreminin interferometrisi oluşturulmuş ve yapılan çalışma ile sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Batı Süleyman Kıvrım Kuşağı, InSAR, SBAS, kitaplık modeli

Konya Şehir Merkezinde Gelişen Yüzey Deformasyonlarının InSAR Yöntemiyle İncelenmesi

Nurdañ Şireci^a, Gökhan Aslan^b, Ziyadin Çakır^a

^a Jeoloji Mühendisliği, İstanbul Teknik Üniversitesi, 34467 Sarıyer, İstanbul (sireci@itu.edu.tr)

^b Natural Risk Department, BRGM French Geological Survey, Orléans, France

Bu çalışma Yapay Açıklık Radar İnterferometrisi (InSAR) tekniği kullanılarak Konya şehir merkezindeki zemin oturmalarının 2004-2020 yılları arasındaki zamansal ve mekânsal değişimini ortaya koymaktadır. Bunun için Avrupa Uzay Kurumu'na ait Envisat (2004-2010) ve Sentinel-1 A/B (2014-2020) uyduları ile Japon Uzay Ajansı'na ait ALOS-1 (2006-2010) uydularının Yapay Açıklık Radar (SAR) verileri kullanıldı. GMTSAR, ROI_PAC ve DORIS yazılımları ile elde edilen interferogramlar StaMPS yazılımı kullanılarak zaman serileri ve radar bakış yönü (LOS) hız haritaları hesaplandı. Sonuç olarak, 2004 yılından itibaren başlangıçta birkaç cm olan zemin oturmaları yıllık 11 cm'ye ulaşmaktadır. LOS ve düşey hız alanları şehri Alaaddin Tepesi'nden tam ortadan ikiye bölen kuzey-güney yönlü bir hattın her iki tarafında iki büyük deformasyon alanının varlığını göstermektedir. Batı ve doğu deformasyon lobları sırasıyla tren istasyonunun 500 m batısında ve tren istasyonunun 5 km doğusunda merkezlenmiştir. En yüksek hızda gelişen ve geniş alanları içeren batı deformasyon alanı Konya tren istasyonunun hemen batısında odaklanmakta ve yıllık 11 cm'ye ulaşan deformasyonlar gözlenmektedir. Şehrin doğu bölümünde bulunan deformasyon ise merkezden yaklaşık 3.5 km uzaklıkta bulunmaktadır. Deformasyon alanlarını ayıran bu kuzey güney yönlü hattın varlığına neyin sebep olduğu kesin bilinmemekle birlikte, buna şehrin üzerinde oturduğu alüvyon sedimanlardaki heterojen yapı veya yeraltı sularına geçirimsiz bir zon oluşturan bir fayın varlığı sebep olabilir. Bu sorunun cevabını bulmak için jeofizik yöntemlere başvurmak gerekmektedir. Hız alanları deformasyonların alüvyon ile sınırlı olduğunu göstermektedir. Şehrin batısındaki yamacın önünde bulunan aktif Konya fayı boyunca yüzeyde herhangi bir deformasyon gözlenmemektedir. Yapılan elastik yerdeğiştirme modellemesi deformasyonun Konya fayı üzerinde olası bir asismik kaymadan kaynaklanma ihtimalinin düşük olduğunu göstermektedir. Çünkü çok sığ derinliklerde (4-5 km) çok yüksek kayma (90 cm/yıl) gerektirmektedir. 2019 itibarıyla, şehrin batı tarafındaki deformasyon önemli ölçüde yavaşlarken doğu kısmında ise artmaya devam etmiştir. InSAR zaman serileri ile kuyu suyu seviyelerindeki değişimler arasında oldukça iyi bir korelasyon mevcuttur. Bu InSAR sonuçları ile gözlenen ve 11 cm/yıl'a ulaşan zemin oturmalarının yılda ortalama 6 m düşen yeraltı su seviyesi değişimlerinden kaynaklandığını göstermektedir. 2019 yılından başlayan deformasyon hızındaki azalmanın sebebinin büyük olasılıkla şehrin su ihtiyacının yeraltı suyu dışında başka kaynaklardan karşılanmasından dolayı olduğu düşünülmektedir. Poly3D sınır elemanları metodu modellemesi çalışmaları, 2014 ve 2020 yılları arasında Konya metropol alanı ve çevresindeki akiferde sıkışma nedeniyle yıllık yaklaşık $7.7 \times 10^6 \text{ m}^3$ 'e ulaşan hacim kayıplarının oluştuğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Konya, çökme, yeraltı suyu, InSAR, model

24 Ocak 2020 M_w 6.8 Sivrice Elazığ Depremi Öncesi Hazar Gölü – Palu Segmentinde (Doğu Anadolu Fayı) Görülen Krip Hareketinin Durumu

Seda Özarpacı^a, Uğur Doğan^a, Semih Ergintav^b, Ziyadin Çakır^c, Cengiz Zabcı^c, Alpay Özdemir^a, M. Hilmi Erkoç^a, Efe Turan Ayruk^a, İlay Farımaç^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

Karlıova (Bingöl) ve Kahramanmaraş arasında kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda yaklaşık 420 km uzunluğa sahip Doğu Anadolu Fayı (DAF), Kuzey Anadolu Fayı'ndan (KAF) sonra Türkiye'nin ikinci büyük kıta içi transform sistemini oluşturur. Bu sol yanal doğrultu atımlı fay zonu boyunca yer yer ters ve normal faylanmalar da görülür. 20. yüzyılda KAF'a oranla daha sessiz olan DAF, 21. yüzyılın başlarında sessizliğini bozmuş ve $M_w > 6$ büyüklüğünde depremler üretmeye başlamıştır. Bu depremlerin sonuncusu 24 Ocak 2020 tarihinde Sivrice, Elazığ'da meydana gelmiş, can ve mal kaybına neden olmuştur. M_w 6.8 büyüklüğüne sahip bu deprem sonrasında yapılan arazi çalışmaları, yüzeyde meydana gelen deformasyonların dolaylı yapılarla (heyelanlar, açılmalar vs.) ilişkili olduğuna ve fay düzlemi üzerinde meydana gelen kırılmanın yüzeye kadar ulaşmadığına işaret eder. Kırılmanın yüzeye ulaşmamasına dair farklı görüşler bulunmakla beraber, bölgede deprem öncesinde başlayan asismik kaymanın en büyük etken olduğu düşünülmektedir. Krip adı verilen bu asismik kayma hareketinin fay boyunca izlenmesi, derinlik ve hız gibi parametrelerinin belirlenerek, zamana bağlı davranışının nicel olarak saptanması bölgede deprem tehlikesinin ortaya konması için çok önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, Hazar – Palu kripinin mekansal ve zamansal davranışını ortaya koymak ve bu sayede fay boyunca kabuk deformasyonun karakterini irdelemektir. Bu amaç doğrultusunda, TÜBİTAK 114Y250 ve 118Y435 numaralı projeleri tarafından desteklenen kampanya tipi GNSS ölçümleri yapılmıştır. Sivrice Elazığ depremi öncesi (2015 yılından başlayarak) 6 ayda bir olacak şekilde Sivrice'den itibaren kuzeydoğu doğrultusunda faya dik 4 ayrı profil boyunca toplam 25 noktada 7 kampanya ölçümü gerçekleştirilmiş ve çevredeki sürekli GNSS istasyonlarının 10 yıllık verileri ile birlikte analizi yapılarak bölgenin güncel hız alanı belirlenmiştir. Elde edilen fay paralel hız alanları kullanılarak basit elastik yer değiştirme modeli üretilmiştir. Buna göre, Hazar Gölü – Palu boyunca DAF'ın kayma hızı 9.93 ± 1.1 mm/yıl ve kilitleme derinliği 15.09 ± 2.3 km olarak kestirilmiştir. Kestirilen parametreler (kayma hızı ve kilitleme derinliği) sabit alınarak gerçekleştirilen kestirim sonucunda, krip hızları Sivrice'de 5.9 ± 1.25 mm/yıl, Hazar Gölü'nün doğusunda 6.80 ± 0.79 mm/yıl, Hazar Gölü'nün kuzeydoğusundaki 5.5 ± 1.15 mm/yıl, Palu'da ise 5.67 ± 0.5 mm/yıl belirlenirken, krip derinlikleri ise, sırasıyla 6 ± 3 km, 6.08 ± 1.82 km, 6.2 ± 2.35 km ve 6.11 ± 2.21 km bulunmuştur. Sonuç olarak, Hazar Gölü - Palu segmenti boyunca yapılan çalışmalarda sismojenik zonun sığ kesimlerinde meydana gelen asismik kaymanın, DAF'ın toplam deformasyonunu karşılamadığı ve fay boyunca hala gerinim birikimi olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: DAF, krip, Hazar Gölü – Palu Segmenti

Kuzey Anadolu Fayı İsmetpaşa Segmenti Üzerindeki Gerinim Değişimlerinin GNSS Ölçmeleriyle Belirlenmesi

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

^a Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi Harita Müh. Bölümü, 34220, Esenler, İstanbul (ozdemiralpay34@gmail.com)

^b École Normale Supérieure, Laboratoire de Géologie, Paris, Fransa

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

^d Boğaziçi Üniversitesi, KRDAE Jeodezi Anabilim Dalı, 34680, Üsküdar, İstanbul

Kuzey Anadolu Fayı (KAF) İsmetpaşa segmentinin deprem üretmeksizin sürekli olarak kaydığı yani krip (creep) ettiği 48 yıl önce tespit edilmiş olmasına rağmen günümüze değin bu hareketin zamansal ve mekansal değişimi ile ilgili detaylı ve güvenilir bilgiler mevcut değildir. Krip hareketi, fayın T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü İsmetpaşa bakım tesislerinin bahçe duvarını kestiği noktada meydana getirdiği deformasyonun 1969 yılında Ambraseys (1970) tarafından keşfinden itibaren sadece küçük bir alanda kurulan 6 noktalık bir jeodezik ağda yersel ve kampanya tipi GNSS (Global Navigation Satellite System) ölçme yöntemleri ile izlenmeye çalışılmıştır (Aytun, 1982; Altay ve Sav, 1991; Deniz ve diğ., 1993; Kutoğlu ve diğ., 2006; Kutoğlu ve diğ., 2008; Özener ve diğ., 2013). Bunlara ek olarak, bölgede Karabacak ve diğ., (2010), 2007-2009 yılları arasında yersel lidar ölçmeleri gerçekleştirmiş ve Bilham ve diğ. (2016) kurdukları kripmetre ile krip hareketini izlemişlerdir. InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar) çalışmaları (Çakır ve diğ., 2005; Kaneko ve diğ., 2013; Çetin ve diğ., 2014), krip eden segmentin yaklaşık 100 km uzunluğunda olduğunu ve krip hızının uzaysal olarak değişim gösterdiğini, en yüksek değerlerine, İsmetpaşa'nın yaklaşık 15-240 km doğusunda ulaştığını göstermektedir. Bilham vd diğ. (2016)'nin, eski verileri de derleyerek gösterdiği gibi kripmetrelerde gözlenen krip hareketi süreklilik göstermemekte, zaman zaman durmakta ve/veya ivmelenerek hızlanmaktadır. Bu nedenle kaymanın fayın doğrultusu boyunca ve derine doğru ne kadar ve ne hızda devam ettiği konusunda soru işaretleri bulunmaktadır. Ayrıca yapılan tüm bu çalışmalara rağmen, krip hareketinin hızındaki değişimin özellikleri ve başlangıç nedeni (1944 depremi olma olasılığı yüksektir) bilinmemektedir. Krip hareketindeki ani değişimlerin nedeninin önemli kısmının meteoroloji ile ilişkili olduğunun raporlanmasına rağmen, tüm geçici krip ivmelerinin nedenleri ve derinlik boyutu eldeki veri setlerinden anlaşılabilmiştir.

Tüm bu sorulara yönelik cevap bulabilmek amacı ile öncelikle, yersel gözlem kapasitesinin krip eden segment boyunca artırılması ve sismolojik aktivite ile ilişkilendirerek krip ivmelenmelerinin krip zonu boyunca değişiminin detaylı sorgulanmasının yapılması gerekmektedir. Bu amaçla, Gerede'nin doğusundan Ilgaz'ın kuzeyine kadar, KAF boyunca yaklaşık 110 km'lik bir hat boyunca sürekli gözlem yapabilen GNSS istasyonlarından oluşan ve faya yakın alanda yerleştirilen (<2-4 km) 19 istasyonluk bir GNSS ağı, ERC (European Research Council) projesi kapsamında kurulmuştur. Bölgenin yakın çevresinde yer alan ve TUSAGA-Aktif ağına ait 19 GNSS istasyonu da bu ağa ilave edilmiştir.

Bu çalışmada, bölgeye ilişkin güncel hız alanı ile birlikte belirlenen güncel krip hızı ve fay boyunca gerinim (strain) parametrelerinin zamansal ve mekansal değişimine ait sonuçlar paylaşılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kuzey Anadolu Fayı, İsmetpaşa, krip, İSMENET, GNSS, gerinim

Mevsimsel Değişimlerin GNSS Ölçüleriyle Belirlenen Deformasyon Parametreleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması

Recep Tayyib İrgüren^a, Alpay Özdemir^b, Efe T. Ayruk^b, Uğur Doğan^b

^a Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 34230 Esenler, İstanbul (irguren23@gmail.com)

^b Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34230 Esenler, İstanbul

Bu çalışmanın amacı, farklı mevsimlerde gerçekleştirilen GNSS (Global Navigation Satellite System) verilerinin değerlendirilmesi ile elde edilen deformasyon parametrelerinin (yer değiştirme, hız, gerinim) belirlenmesi ve mevsimsel değişimlerin belirlenen deformasyon parametreleri üzerindeki etkilerinin araştırılmasıdır. Bu amaç kapsamında, TUSAGA-Aktif (Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı-Aktif) ağının 25 sürekli GNSS istasyonu ilişkin 2015 – 2019 yılları arasında her bir yıla ait Ocak, Nisan, Temmuz ve Ekim aylarda gerçekleştirilen 3 günlük GNSS verileri kullanılmıştır. GNSS verileri, GAMIT/GLOBK 5.34 yazılımı ile ITRF-14 referans sisteminde değerlendirilerek istasyonlara ilişkin deformasyon parametreleri belirlenmiştir. Değerlendirme sonuçları analiz edilerek, mevsimsel değişimlerin GNSS konum doğruluğu ve deformasyon parametreleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

GNSS konum doğruluğunu belirlemek amacıyla, ilgili veri seti üzerinde yıllık ve ilgili yıla ilişkin Ocak, Nisan, Temmuz ve Ekim aylarına ait tekrarlılık değerleri belirlenmiş ve ortalama olarak yatay bileşende 1.07 mm düşey bileşende ise 3.98 mm olarak hesaplanmıştır.

Mevsimsel değişimin, deformasyon parametreleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla 25 TUSAGA-aktif istasyonuna ait zaman serileri oluşturulmuş, bu istasyonlara ilişkin hız ve gerinim parametreleri tüm veri seti (2015 – 2019) ve farklı mevsim dönemleri için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Ayrıca, ilgili GNSS istasyonlarına ilişkin yatay deformasyonlar kullanılarak çalışma bölgesi için iki boyutlu gerinim analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, istasyonlara ilişkin koordinat zaman serilerinde yıllık etkilerin yanında mevsimsel değişimlerin etkileri de saptanmış ve mevsimsel değişimlerin deformasyon parametreleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye neden olduğu görülmüştür. Özellikle yaz döneminde düşey bileşenin yatay bileşene göre doğruluğunun daha düşük olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: GNSS, yerkabuğu hareketi, mevsimsel değişim, hız, gerinim analizi

Muğla Fayı'nın Aktif Tektonik ve Paleosismolojik Özellikleri, GB Türkiye

Akın Kürçer^a

^a MTA Genel Müdürlüğü, Çukurambar Mahallesi Dumlupınar Bulvarı No: 33/A, 06530 Çankaya, Ankara
(akin.kurcer@mta.gov.tr)

Güneybatı Anadolu'da, Geç Pliyosen'den itibaren etkinleşen KKD-GGB yönlü genişlemeli tektonik rejim altında, kenarları yüksek açılı normal faylar tarafından sınırlandırılan Muğla, Yatağan ve Gökova gibi yaklaşık D-B uzanımlı graben ya da yarı grabenler gelişmiştir.

Muğla Fayı, Muğla Yarı Grabeni'ni kuzeydoğudan sınırlandıran ana yapısal unsurdur. K40°-75°B doğrultusunda uzanan ve 60°- 85° güneybatıya eğimli Muğla Fayı'nın, Akçaova (Muğla kuzeybatısı) ile Gölcük (Muğla güneydoğusu) arasındaki toplam uzunluğu 25 km'dir. Güneye doğru basamaklı bir fay geometrisi sunan Muğla Fayı boyunca gözlenen çizgisel fay sarplıkları, faylar tarafından kesilen alüvyon yelpazeleri, üçgen yüzeyler ve tavan blokta gözlenen geriye doğru eğimlenmeler gibi tektonomorfolojik veriler fayın güncel aktivitesinin somut belgeleri niteliğindedir. Muğla Fayı, uzanımı boyunca, taban bloğunda yüzeyleyen Menderes Masifi'nin mermerleri ile bunlardan türeyen Kuvaterner yaşlı kolüvyonların dokanağını oluşturur, yer yer bu genç çökelleri keser.

Fay düzlemi kayma verilerinin kinematik analizi sonucunda, Muğla Fayı'nın K28°D ve G28°B yönlü genişlemeli bir tektonik rejim denetiminde gelişmiş olduğu anlaşılmıştır. Bu genişleme yönü, Ege-Kıbrıs Yay Sistemi'nin kuzeyindeki yay gerisi genişleme alanında egemen olan genişleme yönüyle son derece uyumludur.

Bu çalışmada, Muğla Fayı'nın paleosismolojik tarihçesinin araştırılması amacıyla, Düğerek ve Yaraş köylerinde iki paleosismolojik hendek çalışması gerçekleştirilmiştir. Hendeklerde tanımlanan depremlerin tarihlendirilmesi amacıyla 14 adet numune alınmış ve ¹⁴C yöntemi ile tarihlendirilmiştir. Düğerek Hendeği'nde son 4100 yıl içerisinde üç deprem, Yaraş Hendeği'nde ise son 4700 yıl içerisinde 5 deprem tanımlanmış ve tarihlendirilmiştir. Hendeklerin birlikte değerlendirilmesi sonucunda, Muğla Fayı'nın son 4700 yıl içerisinde 750 ile 1450 yıl arasında değişmek üzere, ortalama 1100 yıllık bir deprem tekrarlanma aralığına sahip olduğu anlaşılmıştır.

Normal faylar için önerilen görgül eşitliklere göre (Wells ve Coppersmith, 1994), Muğla Fayı'nın üretebileceği en büyük deprem Mw 6.71, en büyük yer değiştirme miktarı 1.18 metre, ortalama yer değiştirme miktarı ise 0.59 metre olarak hesaplanmıştır. Paleosismolojik veriden elde edilen ortalama deprem tekrarlanma aralığı (1100 yıl) ve en büyük depremde meydana gelebilecek en büyük yer değiştirme miktarı (1.18 metre) göz önüne alındığında, Muğla Fayı için yıllık kayma hızı ortalama 1 mm/yıl olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Muğla Fayı, paleosismoloji, ¹⁴C yöntemi, Muğla, Güneybatı Anadolu

Gökova Fay Zonu'ndan Paleosismolojik Bulgular, GB Türkiye

Halil Gürsoy^a, Akın Kürçer^b

^a Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140, Merkez, Sivas
(gursoy@cumhuriyet.edu.tr)

^b MTA Genel Müdürlüğü, Çukurambar Mahallesi Dumlupınar Bulvarı No: 33/A, 06530 Çankaya, Ankara

Gökova Fay Zonu, Gökova Grabeni'ni kuzeyden sınırlandıran, yaklaşık D-B doğrultulu ve güneye 55-65° eğimli, basamaklı normal faylardan oluşan aktif bir fay zonudur. Doğuda Ula (Muğla) güneydoğusundan başlayan ve batıda Çökertme (Milas-Muğla)'ye kadar karada izlenebilen fay zonu, buradan itibaren Gökova Körfezi'ne girer ve Kos Adası güneyine kadar devam eder. Karada haritalanabilen toplam uzunluğu yaklaşık 60 km olan Gökova Fay Zonu 4 geometrik segmentten oluşmaktadır. En batıdaki Türkevleri Segmenti, batıda Çökertme (Milas-Muğla) ile doğuda Yeniköy-Kemerköy Termik Santrali arasında K60-80°D doğrultusunda uzanan ve iki parçadan oluşan toplam 9 km uzunluğunda bir segmenttir. Bu segmentin doğu bölümünde Türkevleri'nde paleosismolojik hendek çalışmaları (Türkevleri Hendeği) gerçekleştirilmiştir. İkinci segment, batıda Yeniköy Kemerköy Termik Santrali ile doğuda Akbük Koyu arasında, K75-85°D doğrultusunda uzanan ve 21 km uzunluğundaki Ören Segmentidir. Bu segmentin orta bölümünde yer alan Ören deltasının doğu bölümünde paleosismolojik hendek çalışmaları (Ören Hendeği) gerçekleştirilmiştir. Bu segmente koşut ve yaklaşık 1.4 km kuzeyinden geçen Kultak Segmenti ise batıda Kultak Köyü ile doğuda Kiransahili arasında K85°B – K85°D arasında değişen doğrultularda kuzeye doğru dış-bükey bir geometriye sahip olup, 9 km uzunluğundadır. Gökova Fay Zonu'nun en doğu bölümünü oluşturan 22 km uzunluğundaki Akyaka Segmenti, batıda Kiransahili ile doğuda Ula (Muğla) güneyi arasında uzanır. Bu bölümde fay, K80°B – K75°D arasında değişen doğrultular sunan kısa fay parçalarından oluşmuştur

Normal faylar için öngörülen görgül eşitliklere göre, Gökova Fay Zonu'nun segmentlerinin kendi başlarına üretebileceği maksimum deprem büyüklükleri Mw 6.1 ile 6.7 arasında değişmektedir. Toplam yaklaşık 60 km uzunluğundaki 4 segmentin birlikte kırılması durumunda ise üretebileceği en büyük deprem Mw 7.2 en büyük yer değiştirme miktarı 3.3 metre, ortalama yer değiştirme miktarı ise 1.3 metre olarak hesaplanmıştır.

Gökova Fay Zonu'ndan ölçülen fay düzlemi kayma verilerinin kinematik analiz sonuçları, bu fay zonuunun K6°B – G6°D yönlü bir genişlemeli tektonik rejim altında gelişen, çok küçük oranda sağ-yanal doğrultu atım bileşenine sahip bir normal fay zonu olduğunu ortaya koymuştur. Söz konusu genişlemeli tektonik rejim, tüm Ege Bölgesi'ni etkileyen Ege Yayı'nın yay gerisindeki genişleme ile açıklanabilir.

Gökova Fay Zonu'nun paleosismolojik özelliklerinin ortaya koymak amacıyla, Türkevleri ve Ören Segmentleri üzerinde paleosismolojik hendek çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Hendeklerde tanımlanan depremlerin tarihlendirilmesi amacıyla 18 adet numune alınmış ve ¹⁴C yöntemi ile tarihlendirilmiştir. İki hendeğin birlikte değerlendirilmesi sonucunda, MÖ. 5000'den günümüze kadar geçen süre içerisinde 4 deprem tanımlanmış ve tarihlendirilmiştir. Ancak bu depremlerin bölgesel ölçekteki tarihsel depremlerle ilişkileri henüz değerlendirme sürecindedir.

Anahtar Kelimeler: Gökova Fay Zonu, Gökova Grabeni, paleosismoloji, ¹⁴C yöntemi, Muğla

Yatağan Fayı'nın Aktif Tektonik ve Paleosismolojik Özellikleri, GB Türkiye

Akın Kürçer^a, Halil Gürsoy^b

^a MTA Genel Müdürlüğü, Çukurambar Mahallesi Dumlupınar Bulvarı No: 33/A, 06530 Çankaya, Ankara
(akin.kurcer@mta.gov.tr)

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

Batı Anadolu'da neotektonik dönemde KKD-GGB yönlü genişleme rejimi altında gelişmiş olan Büyük Menderes ve Gökova grabenlerinin arasındaki Yatağan Yarı Grabeni'nin güneybatısını sınırlayan fay, Yatağan Fayı olarak adlandırılmaktadır. Yatağan Fayı, güneydoğuda Salihpaşalar (Yatağan-Muğla) ile kuzeybatıda Şahinler köyleri (Yatağan-Muğla) arasında K55-65°B genel doğrultulu, 60-65° kuzeydoğuya eğimli, 17 km uzunluğunda Holosen etkinliği belgelenmiş bir normal faydır. Yatağan Fayı boyunca fayın güncel aktivitesini belgeleyen, çizgisel fay sarplıkları, faylar tarafından kesilmiş alüvyon yelpazeleri, üçgen yüzeyler, fayın taban bloğunda askıda kalmış vadiler ve tavan blokta gözlenen geriye doğru eğimlenmeler gibi çok sayıda karakteristik tektonomorfolojik veriler net olarak gözlemlenmektedir. Yatağan Fayı, uzanımı boyunca çoğunlukla, taban bloğunda yer alan Menderes Masifi'nin örtü serisine ait geç Paleozoyik yaşlı şist-fillat ardalanması ve Jura-Kretase yaşlı mermerlerin Kuvaterner yaşlı yamaç molozu ve alüvyonlar ile arasındaki dokanağını oluşturur. Sınırlı alanlarda ise Yatağan Neojen Havzası'na ait orta Miyosen yaşlı kırıntılılar ile Kuvaterner yaşlı birimlerin sınırında izlenmektedir.

Yatağan Fayı, fay düzlemi verilerinin kinematik analizi sonucuna göre, K40°D ve G40°B yönlü genişlemeli bir tektonik rejim altında gelişmiş olup, bu genişlemeli tektonik rejimin kuzeydoğuya doğru dalan Afrika Okyanusal Litosferi'nin üzerinde gelişen Ege Yayı'nın kuzeyinde kalan yay gerisindeki genişleme ile ilişkili olduğu değerlendirilmiştir. Normal faylar için öngörülen görgül eşitliklere göre (Wells ve Coppersmith, 1994), Yatağan Fayı'nın üretebileceği en büyük deprem büyüklüğü Mw 6.48, en büyük yer değiştirme miktarı 0.74 metre, ortalama yer değiştirme miktarı ise 0.43 metre olarak hesaplanmıştır.

Yatağan Fayı'nın paleosismolojik özelliklerinin araştırılması amacıyla, Bayır beldesinin 2.2 km güneybatısında ve Paşapınarı köyünün yaklaşık 600 metre batısında birer hendek çalışması gerçekleştirilmiştir. Hendeklerde tanımlanan depremlerin tarihlendirilmesi amacıyla 12 adet numune alınmış ve ¹⁴C yöntemi ile tarihlendirilmiştir. İki hendeğin deprem penceresi yöntemi ile değerlendirilmesi sonucunda, Yatağan Fayı'nda son 9500 yıl içerisinde 4 deprem tanımlanmış ve tarihlendirilmiştir. Bu depremlerden ilk ikisi MÖ. 7522 ile MÖ. 1850 yılları arasında, sondan bir önceki deprem (penultimate event) MÖ. 1850 ile MÖ. 568 yılları arasında ve son deprem MS. 803 ile MS. 1457 tarihleri arasında meydana gelmiştir. Tespit edilen depremlerin tarihsel kayıtlardaki depremler ile ilişkisi değerlendirme aşamasındadır.

Anahtar Kelimeler: Yatağan Fayı, paleosismoloji, ¹⁴C yöntemi, Muğla, Güneybatı Anadolu

Kuşadası (Aydın) ve Çevresindeki Aktif Fayların Kinematik Analizi ve Bölgenin Sismotektoniği

Tolga Uyar^a, Elif Çakır^a, Cansu Kaya^a, Bora Uzel^a, Nuretdin Kaymakçı^b, Ulaş Avşar^b, Özgür Avşar^c

^a Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Kampüsü, 35160 Buca, İzmir, (bora.uzel@deu.edu.tr)

^b Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ODTÜ Kampüsü, 06531 Çankaya, Ankara

^c Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kötekli Kampüsü, 48000 Kötekli, Muğla

Batı Anadolu Genişleme Bölgesi sismik açıdan oldukça aktif bir alandır ve özellikle Ege Denizi kıyı kesimi boyunca son 10 yılda Kos, Midilli ve Samos depremleri gibi bir çok önemli deprem aktivitesi meydana gelmiştir. Bu sebeple, bölgedeki diri faylar ve karakterizasyonları büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma kapsamında, Kuşadası (Aydın) ve yakın çevresindeki diri faylar konu alınmıştır. Bölgedeki diri faylar başlıca; (i) D-B uzanımlı ve yaklaşık 20 km uzunluğundaki Kuşadası Fay Zonu, (ii) KB-GD doğrultulu ve KD'ya eğimli olan Efes Fayı, (iii) D-B doğrultulu ve kuzeye eğimli olan Davutlar Fayı, (iv) KD-GB doğrultulu ve GD'ye eğimli olan Söke Fayı ve (v) 2020 Samos Depremi'nin kaynak fayı olarak nitelendirilen D-B uzanımlı ve kuzeye eğimli Samos Fayı olarak tanımlanır.

Bu çalışmada, Samos Fayı'nın doğuya doğru karadaki olası devamı olan Kuşadası Fay Zonu, Kuşadası ilçe merkezi çevresinde 1/25000 ölçeğinde haritalanmıştır. Yapılan gözlemlerde bölgede saptanan fayların aktifliğini belgelemek için; Miyosen yaşlı Kuşadası Formasyonu'nu ve/veya Kuvaterner yaşlı çökellerinin kesilmesi, düşen bloğunda Kuvaterner yaşlı çökellerin gelişmiş olması ve güncel drenaj ağındaki ötelenmeler referans alınmıştır. Arazi çalışmaları sırasında haritalanan diri faylar boyunca 1319 adet fay düzlemi verisi (doğrultu, eğim ve rake açısı) toplanmıştır. Toplanan fay verileri bölgedeki gerilme, sıkışma geometrisini daha iyi anlayabilmek için bilgisayar tabanlı Win-Tensor programında değerlendirildiğinde, bölgedeki diri fayların KD-GB yönlü genişleme kuvvetleri ile kontrol edildiği görülmektedir.

Bölgenin sismotektonik geçmişi incelendiğinde; şiddetleri 5 ile 10 arasında değişen 10 adet ve büyüklükleri tespit edilemeyen 28 adet tarihsel dönem deprem ile büyüklüğü 5 üzerinde olan 27 adet aletsel dönem deprem kaydına ulaşılmıştır. Kuşadası Körfezi ve çevresinde meydana gelen en son yıkıcı deprem olan 2020 Samos Depremi'nin moment büyüklüğü 6.9'dur. Bu deprem İzmir şehir merkezinde çok sayıda can ve mal kaybına, Ege Denizi kıyı şeridi boyunca ise tsunamiye neden olmuştur. Samos Depremi'nin odak mekanizma çözümü, yaklaşık DB uzanımlı ve kuzeye eğimli bir normal fayın bu depreme kaynaklık ettiğini göstermektedir. Bu depremden sonra binlerce artçı sarsıntı meydana gelmiş, bunlardan KD uzanımlı doğrultu atımlı fay mekanizmasına sahip depremler, bu iki farklı doğrultudaki fayların birbirleri ile eş yaşlı olarak deprem ürettiğini belgelemiştir.

Bu çalışma kapsamında Kuşadası çevresinde yapılan diri fay haritası, Samos Fayı'nın doğuya doğru, Türkiye kara alanındaki devamının yorumlanmasında ve halihazırdaki yorumların tartışılmasında kullanılacaktır. Bu çalışma, 119R032 nolu 'Ege Denizi Kıta Sahaneliğindeki Fay Kontrollü Deniz Altı Jeotermal Kaynaklar' başlıklı TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kuşadası Fay Zonu, diri fay, kinematik analiz, 2020 Samos Depremi, Batı Anadolu

Kırkağaç Fayı'nın Paleosismolojisi ve Morfometrik Özelliklerine Dair Ön Bulgular

Büşra Yerli^a, Hasan Sözbilir^{b,c}, Mustafa Softa^b

^a Fen Bilimleri Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, 35390 Buca, İzmir (busra.yerli@ogr.deu.edu.tr)

^b Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, 35390 Buca, İzmir

^c Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, 35390 Buca, İzmir

Türkiye'deki sismik aktivitenin yoğun olarak yaşandığı Batı Anadolu Graben Sistemi'nde yer alan Soma ve Kırkağaç Grabenleri; KD-GB, D-B, K-G ve KB-GD uzanımlarındaki 3 geometrik segmente sahip Soma-Kırkağaç Fay Zonu (SKFZ) tarafından denetlenmektedir. Soma-Kırkağaç Fay Zonu (SKFZ) 1/250.000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritasında Soma ilçesi güneyindeki Köseadağı yükseltisini kuzeyden, batıdan ve doğudan sınırlayan 43 km uzunluğunda geniş bir fay zonu olarak tanımlanmıştır (Emre vd., 2011, 2018). SKFZ Köseadağı yükseltisinin batı sınırında Cumalı-Avdan-Kozanlı-Turgutalp hattı boyunca KD-GB uzanımlı fay parçalarından yapıldır. Yaklaşık 15 km uzunluğundaki bu bölüm, Turgutalp semtinden sonra D-B doğrultusuna dönüş yaparak Soma ilçesinden geçen segmente bağlanır. Yaklaşık 8 km uzunluğundaki bu bölümden sonra fay zonu K-G doğrultusuna ani dönüş yapar ve Öveçli-Kırkağaç-Bakır hattı boyunca güneye doğru açılan fay kolları şeklinde devam ederek Kocatepe yükseltisini doğudan sınırlar. Fay zonunun Kırkağaç Fayı (KF) olarak adlandırılan K-G uzanımlı bu kesimi, Kırkağaç ilçesinden itibaren iki kola ayrılacak şekilde GD'ye doğru uzanır. 20. Yüzyılım başlarından günümüze kadar Kırkağaç Grabeni ve yakın çevresinde yapılan çalışmalar çoğunlukla bölgenin jeolojisi, SKFZ segmentleri ve bu segmentlerin kinematik özelliklerinin tanımlanması üzerinedir. Tarihsel ve aletsel dönemlerde bölgede yıkımla sonuçlanmış depremler olmasına rağmen bu depremlerin sismik kaynağı literatürde henüz araştırılmamıştır. Bu kapsamda; 2 parçadan oluşan KF'nin kaynaklık ettiği tarihsel depremlerin ve deprem tekrarlama aralığının saptanması, KF'nin uzun ve kısa dönem kayma hızının belirlenmesi için, fay zonunun Öveçli ile Kırkağaç arasındaki Holosen yaşlı kabul edilen bölümünde 6 adet hendek tabanlı paleosismoloji çalışması yapılmıştır. Aynı zamanda KF'nin denetlediği akaçlama havzalarının deformasyon desenini ve göreceli aktiflik derecelerini belirleyebilmek ve Kocatepe Horstu'nun yükselme hızına dair yaklaşımda bulunabilmek için morfometrik çalışmalar (Dağ önü cephesi eğriliği-Smf; vadi tabanı genişliği-yüksekliği oranı-Vf; asimetri faktörü-AF; havza şekli geometrisi-Bs; akarsu eğim-uzunluk (Hack) indisleri-SL; hipsometrik eğri-HC; hipsometrik integral-HI ve kaya dayanım parametreleri), gerçekleştirilmiştir.

Paleosismolojik çalışmalardan elde edilen verilere göre, açılan 6 adet hendek kazısında; (i) 5 adet deprem olayı tanımlanmış ve bu olayların zamanlarını tespit etmek amacıyla Optik Uyarımlı Lüminesans (OSL) ve radyokarbon (¹⁴C) örnekleri toplanmıştır, (ii) hendeklerin içerisinde olay horizonları arasında 130 cm'ye varan düşey yönde ötelenmeler tespit edilmiştir. Morfometri sonuçlarına göre ise; (i) 35 adet akaçlama havzalarının kontrol ettiği 6 adet dağ cephesi (K1-K6) belirlenmiş ve bunlar üzerinde hesaplanan morfometrik indisler, (ii) Smf [1,08-1,45]; (iii) Vf [0,14-1,08]; (iv) SL (Hack) [11,25-3003,57]; (v) HI [0,30-0,71]; (vi) Bs [3,31-14,10] ve (vii) AF değerleri [21-84] arasında dağılım göstermektedir. Genelde uzunlamasına bir geometriye sahip akaçlama havzalarının %20'si tektonizmaya ilişkili bir dışbükey hipsometrik eğri oluşturmuş ve %62,86'sı tilitlenerek asimetrik havza karakteri kazanmıştır. Akaçlama havzası içerisinde yer alan Triyas yaşlı Kırkağaç Formasyonu ve Miyosen yaşlı Soma Formasyonu'ndan beslenen alüvyal yelpazeler, KF tarafından kesilir ve güneyden kuzeye doğru grabeni denetleyen fay boyunca, iyi derecede korunmuş üçgen ve trapezoidal yüzeyler izlenir. Şu ana kadar yapılan çalışmalarda, gözlenen maksimum düşey ötelenmenin tek bir olayla ilgili olduğu ve bu yer değiştirmenin Wells ve Coppersmith (1994) maksimum yer değiştirme-moment regresyon ilişkisine göre 6.69 büyüklüğündeki deprem ile oluşabileceği, Smf ve Vf indisleri kullanılarak

Rockwell vd. (1984) aktivite sınıflarına göre Kocatepe Horstu'nun yılda 0.5 mm'den daha fazla bir hızla yükseldiği saptanmıştır.

Emre, Ö., Doğan, A., Özalp, S., 2011. 1:250.000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritaları Serisi, Balıkesir (NJ 35-3) Paftası, Seri No:4, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara-Türkiye.

Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., Şaroğlu, F., Olgun, Ş., Elmacı, H., & Çan, T. 2018. Active fault database of Turkey. Bulletin of Earthquake Engineering, 16(8), 3229-3275.

Rockwell, T. K., Keller, E. A., Clark, M. N. & Johnson, D. L. 1984. Chronology and rates of faulting of Ventura River terraces, California. Geological Society of America Bulletin, 95(12), 1466-1474.

Wells, D. L., & Coppersmith, K. J. 1994. New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement. Bulletin of the seismological Society of America, 84(4), 974-1002.

Anahtar Kelimeler: Soma-Kırkağaç Fay Zonu, diri fay, paleosismoloji, morfometrik indis