



AKTİF TEKTONİK ARAŞTIRMA GRUBU ÇALIŞTAYI 2022

# ATAG-25

## BİLDİRİ ÖZETLERİ

**YER** : YTÜ Kongre ve Kültür Merkezi

**TARİH** : 1-2 Aralık 2022

<http://atag25.yildiz.edu.tr/>

Aktif Tektonik Araştırma Grubu 25. alıştayı

## **BİLDİRİ ÖZETLERİ KİTABI**

1-2 Aralık 2022  
Yıldız Teknik Üniversitesi

## **DÜZENLEME KURULU**

Prof. Dr. Uğur DOĞAN (Başkan)	(Yıldız Teknik Üniversitesi Rektör Yardımcısı)
Prof. Dr. Şükrü ERSOY	(YTÜ-İnşaat Fakültesi Dekanı)
Prof. Dr. Doğan Uğur ŞANLI	(YTÜ-İnşaat Fakültesi Harita Mühendisliği Bölüm Başkanı)
Prof. Dr. Cüneyt AYDIN	(YTÜ-İnşaat Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü)
Prof. Dr. Burak AKPINAR	(YTÜ-İnşaat Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü)
Doç. Dr. N. Onur AYKUT	(YTÜ-İnşaat Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü)
Dr. Öğr. Üyesi Deniz ÖZ DEMİR	(YTÜ-İnşaat Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü)
Arş. Gör. Dr. Seda ÖZARPACI	(YTÜ-İnşaat Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü)
Arş. Gör. Alpay ÖZDEMİR	(YTÜ-İnşaat Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü)
Arş. Gör. Batuhan KILIÇ	(YTÜ-İnşaat Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü)
Arş. Gör. Efe Turan AYRUK	(YTÜ-İnşaat Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü)
Arş. Gör. İlay FARIMAZ	(YTÜ-İnşaat Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü)

## **BİLİM KURULU**

Prof. Dr. Uğur DOĞAN (Başkan)	(Yıldız Teknik Üniversitesi Rektör Yardımcısı)
Prof. Dr. H. Serdar AKYÜZ	(İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Erhan ALTUNEL	(Eskişehir Osmangazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Mahmut G. DRAHOR	(Dokuz Eylül Üniversitesi)
Prof. Dr. Semih ERGİNTAV	(Boğaziçi Üniversitesi)
Doç. Dr. Şule GÜRBOĞA	(Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)
Doç. Dr. Doğan KALAFAT	(Boğaziçi Üniversitesi)
Doç. Dr. Ökmen SÜMER	(Dokuz Eylül Üniversitesi)
M. Cengiz TAPIRDAMAZ	(TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi)
Doç. Dr. Onur TAN	(İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa)
Doç. Dr. Cengiz ZABCI	(İstanbul Teknik Üniversitesi)

# İÇİNDEKİLER

<b>DÜZENLEME KURULU</b> .....	
<b>BİLİM KURULU</b> .....	
<b>PROGRAM</b> .....	v
<b>Marmara Denizi'nin Tsunami Potansiyeli</b> .....	1
<i>Şükrü Ersoy</i>	
<b>Marmara Denizi'nin 3B Fay Haritası ve 3B Coulomb Gerilme Analizi Işığında Depremselliğine Yeni Bir Bakış</b> .....	2
<i>Cenk Yalıtırak, Murat Şahin</i>	
<b>Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi İçindeki İntersismik Davranışının 3 Boyutlu Ortamla Modellenmesi ve Dinamik Deprem Senaryoları</b> .....	3
<i>A. Özgün Konca, Zeynep Yılmaz, Yasemin Korkusuz Öztürk</i>	
<b>Ana Marmara Fayı Boyunca Heterojen Kayma Dağılımın Sorgulanması</b> .....	4
<i>Semih Ergintav, Hannes Vasyura-Bathke, Ziyadin Çakır, Uğur Doğan, T. N. Khalil, Seda Özarpacı, Alpay Özdemir, Thomas Walter</i>	
<b>İhmal Edilen İstanbul Depremleri</b> .....	5
<i>Onur Tan, Özlem Karagöz, Semih Ergintav, Kemal Duran</i>	
<b>İstanbul'daki Jeolojik Riskli Alanlardaki Potansiyel Kentsel Büyümenin Simülasyonu</b> .....	6
<i>İsmail Ercüment Ayazlı, Ahmet Emir Yakup, Ömer Bilen</i>	
<b>Ganos Fayı Üzerinde İki Malzemeli Fay Yapısı ve Sismik Hız Kontrastı</b> .....	7
<i>Eşref Yalçınkaya, Marco Bohnhoff, Ethem Görgün, Patricia Martínez Garzón, Hakan Alp, Ali Pınar, Fatih Alver, Ömer Kılıçarslan, Burçin Didem Tamtaş, Burçak Görgün</i>	
<b>Aktif Fay Kavramı Açısından Ülkemiz Faylarının Değerlendirilmesi</b> .....	8
<i>Erhan Altunel, H. Serdar Akyüz</i>	
<b>İzmir İli Depremsellik Araştırması ve Bayraklı, Bornova ve Konak İlçe Sınırları İçerisindeki Yaklaşık 10802 Hektarlık Alanın Zemin Yapısı ile Zemin Davranış Özelliklerinin Modellenmesi Ortak Hizmet Projesi</b> .....	9
<i>Erdin Bozkurt</i>	
<b>Bornova Havzası'nın TÜBİTAK Projesi Kapsamında Tümlşik Yerbilim Araştırması (Integrated Earth Science Investigation of Bornova Basin within the Scope of TÜBİTAK Project)</b> .....	10
<i>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</i>	
<b>Selimiye Fay Zonu'nun Kinematik Özellikleri ve Depremselliği</b> .....	12
<i>Cansu Koçak, Esmanur Doğru, Ali Duman, Ökmen Sümer</i>	
<b>Faylarda Gözlenen Reaktivasyona Bir Örnek: Bozburun Fay Zonu</b> .....	13
<i>Esmanur Doğru, Cansu Koçak, Ali Duman, Ökmen Sümer</i>	
<b>Karstlaşmanın Tektonik Jeomorfolojiye Etkileri: Eskişehir Fay Zonu örneği</b> .....	14
<i>Mohammed Hayas, Erhan Altunel, Aydın Büyüksaraç</i>	
<b>Anadolu Bloku Doğusu'nun Geç Pleyistosen- Holosen İç Deformasyon Özellikleri: Nazmiye Fay Zonundan Çıkarımlar</b> .....	15
<i>Taylan Sançar, Gürsel Sunal, Naki Akçar, Mehmet Korhan Erturaç, Susan Ivy-Ochs, Marcus Christl, Christof Vockenhuber, Serdar Yeşilyurt, Yusuf Büyükdeniz</i>	

<b>Türkiye Paleosismolojik Hendek Çalışmaları Kataloğu .....</b>	<b>16</b>
<i>Mustafa Cengiz Tapırdamaz</i>	
<b>Kıt'asal Doğrultu Atımlı Fayların Mekânsal ve Zamansal Davranışı: Gobi-Altay Makaslama Zonu'nun (Moğolistan) palaeosismolojisi .....</b>	<b>17</b>
<i>Cengiz Zabcı, Havva N. Kıray, Nyambayar Tsend-Ayush, Gürsel Sunal, Boldbaatar Ganbaatar, Ali Akın, Dolgoon Ayush, M. Korhan Erturaç, Boris A. Natal'in, Ulziibat Munkhuu</i>	
<b>Yedisu Segmenti'nin Yaklaşık Son 4000 Yıllık Paleosismik Tarihesi, Kuzey Anadolu Fayı, Türkiye .....</b>	<b>18</b>
<i>Akın Kürçer, Selim Özalp</i>	
<b>Doğu Anadolu Fayı'nın Gölbaşı (Adıyaman)-Türkoğlu (Kahramanmaraş) arasında kalan bölümünün paleosismolojik özelliklerinin ve deprem tarihçesinin çoklu parametre yöntemlerle araştırılması .....</b>	<b>20</b>
<i>Erdem Kırkan, Gülsen Uçarkuş, Kürşad Kadir Eriş, Cengiz Zabcı, Mehmet Köküm, Cerennaz Yakupoğlu, Dursun Acar, Dila Doğa Gökgöz, Asen Sabuncu</i>	
<b>Doğu Anadolu Fayı'nın Palu ve Pütürge Arasında Kalan Kesiminin Deprem Döngüsü: Ön Bulgular .....</b>	<b>22</b>
<i>Mehmet Köküm, Havva Neslihan Kıray, Cengiz Zabcı, H. Serdar Akyüz, Erhan Altunel, Semih Ergintav, Abdulrahman Elhissu, Muhammed Muhammed Elfarac</i>	
<b>Obruk-Bor (NİĞDE) Depremleri'nin Sismotektonik Özellikleri: İç Anadolu .....</b>	<b>23</b>
<i>Doğan Kalafat</i>	
<b>Türkiye Çevresindeki Diri Fayların Deprem Üretme Potansiyelleri ve Ülkemize Olası Etkileri.....</b>	<b>24</b>
<i>Hilal Domaç Yalçın, Akın Kürçer</i>	
<b>Kuşadası Körfezi ve Çevresi Sismo-tektoniğinin 2020 Sisam Depremi ve Sonrası Gelişen Güncel Sismik Aktivite ile İncelenmesi .....</b>	<b>25</b>
<i>Figen Eskiköy, Semih Ergintav, Ali Özgün Konca, Uğur Doğan</i>	
<b>30 Ekim 2020 Sisam Depremi Sonrası Artçı Deprem Gözlemleri .....</b>	<b>26</b>
<i>Mehmet Ergin, Ekrem Zor, Adil Tarancıoğlu, Ahmet Ökeler, Cengiz Tapırdamaz, Aylin Karaaslan, Ahmet Yörük</i>	
<b>Batı Anadolu Hız Modelleri Çalışma Grubu: Moment Tensör Çözümleri için Hız Modeli Testleri (Western Anatolia Community Velocity Group: Crustal Velocity Model Tests for Moment Tensor Analysis) .....</b>	<b>27</b>
<i>Mehmet Utku, Recep Çakır, Doğan Kalafat, Hasan Sözbilir, Mustafa Softa, Oya Ankaya Pamukçu, Ayça Çırmık, A. Hüsnü Eronat</i>	
<b>Honaz Fayı ve Çevresinin Depremselliği ve b-Değerinin Dağılımı.....</b>	<b>29</b>
<i>Fatma Figen Altınoğlu, Gülten Polat</i>	
<b>Batı Anadolu Moment Tensör Kataloqlama ve Deprem Bilgi Sistemi Test Çalışmaları (Western Anatolia Moment Tensor Cataloging and Earthquake Information System Test Studies) .....</b>	<b>30</b>
<i>Mehmet Utku, Recep Çakır, Hasan Sözbilir, Mustafa Softa, Oya Ankaya Pamukçu, Ayça Çırmık, A. Hüsnü Eronat, Doğan Kalafat</i>	
<b>Marmara Bölgesinde KAF Kuzey Kolunun 478-1912 Tarihsel Depremleri .....</b>	<b>32</b>
<i>Cenk Yaltrak, Murat Şahin</i>	
<b>Deprem ile Tetiklenen Türbidit-Homojenit Birimlerinin Oluşumunu ve Kalınlığını Etkileyen Faktörler, Kuzey Anadolu Fayı, Marmara Denizi.....</b>	<b>33</b>
<i>Nurettin Yakupoğlu, Gülsen Uçarkuş, Pierre Henry, K. Kadir Eriş, M. Namık Çağatay</i>	
<b>Aktif Doğrultu Atımlı Faylar Üzerinde Gelişen Çek-Ayr (Pul-Apart) Havzaların Jeotermal Enerji Özelliklerinin Uydu Verileri, Tektonik, Jeolojik ve Su Kimyası Çalışmaları ile İncelenmesi: Edremit (Balıkesir) Havzası .....</b>	<b>34</b>

<b>Batı Anadolu Genişleme Rejimi Kuzey Anadolu Fay Zonu'na kadar uzanıyor mu? Bursa Havzası'ndan yeni saha gözlemleri ve kinematik veriler, KB Türkiye .....</b>	<b>35</b>
<i>Elif Çakır, Bora Uzel</i>	
<b>Kuzey Anadolu Makaslama Zonu Boyunca Yamulma Paylaşımı: Düzce ve Mudurnu Vadisi Segmentleri, Doğu Marmara.....</b>	<b>36</b>
<i>Havva Neslihan Kıray, Tohid Nozad Khalil, Taylan Sançar, Cengiz Zabcı, Ziyadin Çakır, Semih Ergintav</i>	
<b>Orta Anadolu Fay Zonu üzerinde Paleosismoloji Çalışmaları: İlk Bulgular .....</b>	<b>37</b>
<i>Alper Süleyman Can, Hüsnü Serdar Akyüz, Taylan Sançar, Cengiz Zabcı, Mehran Basmenji, Fatma Ülkü Çelik</i>	
<b>Orta Anadolu Fay Sistemi'ne Ait Olan Erciyes Fayı'nın Segment Yapısı, Kinematik Analizi ve Paleosismolojisine Dair İlk Bulgular, Kayseri, Türkiye .....</b>	<b>38</b>
<i>İrem Avcu, Akin Kürçer, Hasan Sözbilir</i>	
<b>Erkilet ve Yeşilhisar Fay Zonları'ndan Paleosismolojik İlk Bulgular, Kayseri, Türkiye .....</b>	<b>39</b>
<i>Akin Kürçer, Tayfun Güler, İrem Avcu, M. Kutsal Yıldırğan, Alper Süleyman Can, Halil Gürsoy</i>	
<b>Sardis Antik Kenti'nin Arkeosismolojisi (Archaeoseismology of Sardis).....</b>	<b>41</b>
<i>Ökmen Sümer, Mahmut Göktuğ Drahor, Nicholas Cahill, Frances Gallart Marques</i>	
<b>Bergama Fayı'nın (İzmir) Paleosismolojik Özelliklerine Dair İlk Bulgular.....</b>	<b>43</b>
<i>H. Serdar Akyüz, Erhan Altunel, Taylan Sançar, Meryem Dilan İnce Özkan, Taner Tekin, Bahadır Seçen, Mert Tolunay Acer, Erdin Bozkurt</i>	
<b>Burdur Gölü'nün Jeokimyasal Analizlere (<math>\mu</math>XRF) Dayalı Holosen Dönemi Paleosismoloji Çalışmasının İksel Bulguları .....</b>	<b>44</b>
<i>Çetin Şenkul, Şule Gürboğa, Yasemin Ünlü, Mustafa Doğan, Yunus Bozkurt, Jeroen Poblome</i>	
<b>Günlük GPS Koordinat Serilerinde Deprem Anı (Kosismik), Sonrası (Postsismik) ve Öncesi (İntersismik) Kaymaların Modellenmesi .....</b>	<b>45</b>
<i>Mehmet Emin Ayhan</i>	
<b>1992-2022: 30. Yılında InSAR ve Deprem Araştırmalarının Geleceği.....</b>	<b>47</b>
<i>Ahmet M. Akoğlu, Ziyadin Çakır</i>	
<b>Türkiye için GNSS-Ölçümlerinden Türetilen Yüksek Çözünürlüklü Güncel Hız Alanı .....</b>	<b>48</b>
<i>Ali Değer Özbakır, Ali İhsan Kurt, Ayhan Cingöz, Semih Ergintav, Uğur Doğan, Seda Özarpacı</i>	
<b>Malazgirt Fayı; Avrasya-Arabistan Levha Sınırını Oluşturan Sağ-Yanal Makaslama Zonu.....</b>	<b>49</b>
<i>Tohid Nozadkhalil, Ziyadin Çakır, Semih Ergintav, Arkadaş Özakin</i>	
<b>Kuzey Anadolu Fayı İsmetpaşa Segmentindeki Krip Hareketinin Sürekli GNSS İstasyonları ile İzlenmesi: 2016-2022 Yılları Arasındaki Krip Değişimi.....</b>	<b>50</b>
<i>Alpay Özdemir, Uğur Doğan, Jorge Jara, Semih Ergintav, Ziyadin Çakır, Romain Jolivet</i>	
<b>Multi-GNSS Zaman Serilerindeki Periyodik Sinyaller, Hız Parametreleri ve Hata Karakterlerinin İrdelenmesi.....</b>	<b>51</b>
<i>Hüseyin Duman</i>	
<b>24 Ocak 2020 Sivrice (Elazığ) Depremi'nin Deprem Sonrası Deformasyonlarının Jeodezik Yöntemlerle İzlenmesi.....</b>	<b>52</b>
<i>İlay Farımaç, Seda Özarpacı, Alpay Özdemir, Uğur Doğan, Semih Ergintav, Ziyadin Çakır, Efe Turan Ayruk</i>	
<b>İstanbul GNSS Nirengi Ağında Hız Vektörlerinin Güncellenmesi (Updating Velocity Vectors on İstanbul GNSS Network).....</b>	<b>53</b>
<i>Güneş Aydın, Ahmet Güntel, Osman Eşli, Osman Aydın, Seda Özarpacı, Alpay Özdemir, Efe Turan Ayruk, İlay Farımaç, Ülger Munzuroğlu, Tayfun Baydemir, Fatih Esirtgen, Uğur Doğan</i>	

<b>Gravite Anomalilerin Ters Çözümüyle Yalova-Termal Bölgesinin Temel Kaya Geometrisinin ve Yoğunluk Farklarının Modellenmesi ve Bölgesel Deprem Aktivitesi İle İlişkileri.....</b>	<b>55</b>
<i>Ertan Pekşen, Bülent Oruç, Bedirhan Sarı, Deniz Çaka</i>	
<b>Yineleme Haritaları Yöntemi Kullanılarak Kuyu Logu Verilerinden Jeolojik Sınırların Tespiti ....</b>	<b>56</b>
<i>Arkın Balkis, M. Mücella Canbay, Ertan Pekşen</i>	
<b>Türkiye Deprem Tehlikesi Haritası PGA Verilerinin, Sahaya Özel Hesaplanan PGA Sonuçları ile Karşılaştırılması .....</b>	<b>57</b>
<i>Ömer Faruk Dereköy, Suat Akbulut</i>	
<b>Trakya Havzasındaki Geniş Çaplı Zemin Deformasyonunun Kuzey Anadolu Fayı Üzerindeki Etkisi .....</b>	<b>58</b>
<i>Tohid Nozadkhalil, Ziyadin Çakır, Semih Ergintav, Uğur Doğan, Thomas R. Walter</i>	
<b>Sultandağı Fayı Çay Segmenti'nin Aktif Tektonik ve Paleosismolojik Özellikleri, GB TÜRKİYE .</b>	<b>59</b>
<i>Hasret Ozan Avcı, Meryem Kara, Volkan Özaksoy, Hasan Elmacı</i>	
<b>3 Boyutlu Koordinat Dönüşüm Problemlerinde Dördeylerin Kullanımı.....</b>	<b>60</b>
<i>Recep Candan, Cüneyt Aydın</i>	
<b>Afyon-Akşehir Grabeninin Sisteminin Kuzey Kenarını Sınırlayan Fayların Paleosismolojik Özellikleri (Çobanlar ve Bolvadin Fayları), GB Türkiye .....</b>	<b>61</b>
<i>Hasan Elmacı, Volkan Özaksoy, Hasret Ozan Avcı, Meryem Kara, Suzan Özmen</i>	
<b>Fay kayacı minerolojisi ve fay mekaniği üzerine etkileri: Doğu Anadolu Fayı'nın Hazar Gölü ve Palu arasında kalan kesiminden bulgular .....</b>	<b>62</b>
<i>İrem Çakır, Cengiz Zabcı, Mehmet Köküm, Hatice Ünal Ercan, Müge Yazıcı, Mehran Basmenji, N. Beste Şahinoğlu, Özlem Yağcı, Uğur Doğan, Semih Ergintav</i>	
<b>GPS Zaman Serilerinin Analizi İçin Bir Yazılım Tasarımı: GEOTSATOOL .....</b>	<b>63</b>
<i>Osman Serdar, Cüneyt Aydın</i>	
<b>Kemalpaşa Fayı üzerinde paleosismolojik bulgular .....</b>	<b>64</b>
<i>Erhan Altunel, H. Serdar Akyüz, Taylan Sançar, Taner Tekin, Bahadır Seçen, Erman Özsayın, Alper Süleyman Can</i>	
<b>Evrimsel Sinir Ağları ile Türkiye'de Deprem Tespiti ve Merkez Üssü Belirleme .....</b>	<b>65</b>
<i>Deniz Gökdoğan</i>	
<b>İklim Değişiminin Marmara Denizi'ndeki Deniz Seviyesine Etkisinin Araştırılması .....</b>	<b>66</b>
<i>Gözde Kavas, Muharrem Hilmi Erkoç, Uğur Doğan</i>	
<b>Anadolu'da GPS Zaman Serilerinin Gürültü Özelliklerinin İncelenmesi.....</b>	<b>67</b>
<i>Hüseyin Duman, Cüneyt Aydın</i>	
<b>Kuzey Anadolu Fayı (KAF) Boyunca Gerinim Birikiminin Blok Modelleme ile Belirlenmesi .....</b>	<b>68</b>
<i>Efe Turan Ayruk, Seda Özarpacı, Alpay Özdemir, Volkan Özbey, Semih Ergintav, Uğur Doğan</i>	
<b>Mevsimsel Değişimlerin GNSS Konum Doğruluğu Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması .....</b>	<b>69</b>
<i>Selin Bengül, Alpay Özdemir, Uğur Doğan</i>	
<b>Ayvacak Jeotermal Rezervuarı civarındaki Depremlerin Stres Yitimi Analizi.....</b>	<b>70</b>
<i>Eda Yıldırım, Ali Özgün Konca, Sezim Ezgi Güvercin, Tolga Bekler, Hayrullah Karabulut</i>	



# PROGRAM



TOPLANTI PROGRAMI		
<b>01 Aralık 2022, Perşembe</b>		
08:00	09:00	<b>KAYIT</b>
AÇILIŞ KONUŞMALARI		
09:00	09:15	Açılış ve Müzik Dinletisi
09:15	09:30	Açılış konuşmaları
09:30	10:00	ATAG Açılış Konuşması: Deprem Risk Analizi <b>Mustafa Erdik</b>
10:00	10:15	<b>Kahve Arası</b>
1. OTURUM: Marmara I		
<b>OTURUM BAŞKANLARI:</b> Semih Ergintav, Şükrü Ersoy		
10:15	10:30	Marmara Denizi'nin Tsunami Potansiyeli <b>Şükrü Ersoy</b>
10:30	10:45	Marmara Denizi'nin 3B Fay Haritası ve 3B Coulomb Gerilme Analizi Işığında Deprem Selliğine Yeni Bir Bakış <b>Çenk Yaltrak ve Murat Şahin</b>
10:45	11:00	Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi İçindeki İntersismik Davranışının 3 Boyutlu Ortamla Modellenmesi ve Dinamik Deprem Senaryoları <b>A. Özgün Konca, Zeynep Yılmaz, Yasemin Korkusuz Öztürk</b>
11:00	11:15	Ana Marmara Fayı Boyunca Heterojen Kayma Dağılımın Sorgulanması <b>Semih Ergintav, Hannes Vasyura-Bathke, Ziyadin Çakır, Uğur Doğan, T. N. Khalil, Seda Özarpacı, Alpay Özdemir, Thomas Walter</b>
11:15	11:30	İhmal Edilen İstanbul Depremleri <b>Onur Tan, Özlem Karagöz, Semih Ergintav, Kemal Duran</b>
11:30	11:45	İstanbul'daki Jeolojik Riskli Alanlardaki Potansiyel Kentsel Büyümenin Simülasyonu <b>İsmail Ercüment Ayazlı, Ahmet Emir Yakup, Ömer Bilen</b>
11:45	12:00	Ganos Fayı Üzerinde İki Malzemeli Fay Yapısı ve Sismik Hız Kontrastı <b>Eşref Yalçınkaya, Marco Bohnhoff, Ethem Görgün, Patricia Martinez Garzón, Hakan Alp, Ali Pınar, Fatih Alver, Ömer Kılıçarslan, Burçin Didem Tamtaş, Burçak Görgün</b>
ÖĞLE YEMEĞİ		
2. OTURUM: Türkiye ve Çevresi'nin Aktif Tektoniği		
<b>OTURUM BAŞKANLARI:</b> Cengiz Tapırdamaz, Mahmut G. Drahor		
13:00	13:15	Aktif Fay Kavramı Açısından Ülkemiz Faylarının Değerlendirilmesi <b>Erhan Altunel ve H. Serdar Akyüz</b>
13:15	13:30	İzmir İli Deprem Selliği Araştırması ve Bayraklı, Bornova ve Konak İlçe Sınırları İçerisindeki Yaklaşık 10802 Hektarlık Alanın Zemin Yapısı ile Zemin Davranış Özelliklerinin Modellenmesi Ortak Hizmet Projesi <b>Erdin Bozkurt</b>
13:30	13:45	Bornova Havzası'nın TÜBİTAK Projesi Kapsamında Tümüleşik Yerbilim Araştırması <b>Mahmut G. 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</b>
13:45	14:00	Selimiye Fay Zonu'nun Kinematik Özellikleri ve Deprem Selliği <b>Cansu Koçak, Esmenur Doğru, Ali Duman, Ökmen Sümer</b>
14:00	14:15	Faylarda Gözlenen Reaktivasyona Bir Örnek: Bozburun Fay Zonu <b>Esmenur Doğru, Cansu Koçak, Ali Duman, Ökmen Sümer</b>
14:15	14:30	Karstlaşmanın Tektonik Jeomorfolojiye Etkileri: Eskişehir Fay Zonu örneği <b>Mohammed Hayas, Erhan Altunel, Aydın Büyüksarac</b>
14:30	14:45	Anadolu Bloku Doğusunun Geç Pleistosen- Holosen İç Deformasyon Özellikleri: Nazmiye Fay Zonundan Çıkarımlar <b>Taylan Sançar, Gürsel Sunal, Naki Akçar, Mehmet Korhan Erturaç, Susan Ivy Ochs, Marcus Christl, Christof Vockenhuber, Serdar Yeşilyurt, Yusuf Büyükdenez</b>
14:45	15:00	<b>Kahve Arası</b>
3. OTURUM: Paleosismoloji I		
<b>OTURUM BAŞKANLARI:</b> Erhan Altunel, H. Serdar Akyüz		
15:00	15:15	Türkiye Paleosismolojik Hendek Çalışmaları Kataloğu <b>Mustafa Cengiz Tapırdamaz</b>
15:15	15:30	Kit'asal Doğrultu Atrmlı Fayların Mekânsal ve Zamansal Davranışı: Gobi-Altay Makaslama Zonu'nun (Moğolistan) palaeosismolojisi <b>Cengiz Zabcı, Havva Neslihan Kiray, Nyambayar Tsendayush, Gürsel Sunal, Boldbaatar Ganbaatar, Ali Akın, Dolgoon Ayush., M. Korhan Erturaç, Boris A. Natalin, Ulziibat Munkhuu</b>
15:30	15:45	Yedisu Segmenti'nin Yaklaşık Son 4000 Yıllık Paleosismik Tarihçesi, Kuzey Anadolu Fayı, Türkiye <b>Akın Kürçer ve Selim Özalp</b>
15:45	16:00	Doğu Anadolu Fayı'nın Gölbashi (Adıyaman)-Türkoglu (Kahramanmaraş) arasında kalan bölümünün paleosismolojik özelliklerinin ve deprem tarihçesinin çoklu parametre yöntemlerle araştırılması <b>Erdem Kırkan, Gülşen Uçarkuş, Kürşad Kadir Eriş, Cengiz Zabcı, Mehmet Köküm, Cerennaz Yakupoğlu, Dursun Acar, Dila Doğa Gökçöz, Asen Sabuncu</b>
16:00	16:15	Doğu Anadolu Fayı'nın Palu ve Pütürge arasında kalan kesiminin deprem döngüsü: Ön bulgular <b>Mehmet Köküm, Havva Neslihan Kiray, Cengiz Zabcı, H. Serdar Akyüz, Erhan Altunel, Semih Ergintav, Abdurrahman Elhissio, Muhammed Elifaraç</b>
16:15	16:30	<b>Kahve Arası</b>
16:30	18:00	POSTER OTURUMU
18:00	18:30	<b>KOKTEYL</b>





2 Aralık 2022, Cuma

## 4. OTURUM: Sismoloji - Sismotektonik

OTURUM BAŞKANLARI: Onur Tan, Doğan Kalafat

09:00	09:15	Obruk-Bor (NİĞDE) Depremleri'nin Sismotektonik Özellikleri: İç Anadolu <b>Doğan Kalafat</b>
09:15	09:30	Türkiye Çevresindeki Diri Fayların Deprem Üretme Potansiyelleri ve Ülkemize Olası Etkileri <b>Hilal Yalçın</b> ve Akın Kürçer
09:30	09:45	Kuşadası Körfezi ve Çevresi Sismo-tektoniğinin 2020 Sisam Depremi ve Sonrası Gelişen Güncel Sismik Aktivite ile İncelenmesi <b>Figen Eskiköy</b> , Semih Ergintav, Ali Özgün Konca, Uğur Doğan
09:45	10:00	30 Ekim 2020 Sisam Depremi Sonrası Artçı Deprem Gözlemleri <b>Mehmet Ergin</b> , Ekrem Zor, Adil Tarancıoğlu, Ahmet Ökeler, Cengiz Tapırdamaz, Aylin Karaaslan, Ahmet Yörük
10:00	10:15	Batı Anadolu Hız Modelleri Çalışma Grubu: Moment Tensör Çözümleri için Hız Modeli Testleri <b>Mehmet Utku</b> , Recep Çakır, Doğan Kalafat, Hasan Sözbilir, Mustafa Softa, Oya Ankara Pamukçu, Ayça Çirmik, A. Hüsnü Eronat
10:15	10:30	Honaz Fayı ve Çevresinin Depremliliği ve b-Değerinin Dağılımı <b>Fatma Figen Altınoğlu</b> , Gülten Polat
10:30	10:45	Batı Anadolu Moment Tensör Kataloqlama ve Deprem Bilgi Sistemi Test Çalışmaları <b>Mehmet Utku</b> , Recep Çakır, Hasan Sözbilir, Mustafa Softa, Oya Ankara Pamukçu, Ayça Çirmik, A. Hüsnü Eronat, Doğan Kalafat
10:45	11:00	<b>Kahve Arası</b>

## 5. OTURUM: Marmara II

OTURUM BAŞKANLARI: Cenk Yalıtırak, Ökmen Sümer

11:00	11:15	Marmara Bölgesinde KAF Kuzey Kolunun 478-1912 Tarihsel Depremleri <b>Cenk Yalıtırak</b> ve Murat Şahin
11:15	11:30	Deprem ile Tetiklenen Türbidit-Homojenit Birimlerinin Oluşumunu ve Kalınlığını Etkileyen Faktörler, Kuzey Anadolu Fayı, Marmara Denizi <b>Nurettin Yakupoğlu</b> , Gülsen Uçarkuş, Pierre Henry, Kadir Eriş, Namik Çağatay
11:30	11:45	Aktif Doğrultu Atlımlı Faylar Üzerinde Gelişen Çek-Ayrık (Pul-Apart) Havzaların Jeotermal Enerji Özelliklerinin Uydu Verileri, Tektonik, Jeolojik ve Su Kimyası Çalışmaları ile İncelenmesi: Edremit (Balıkesir) Havzası Önder Kayadibi, <b>Şule Gürboğa</b> , Hafize Akıllı, Serap Arıkan, Sevilay Tan, Zehra Deveci Aral
11:45	12:00	Batı Anadolu Genişleme Rejimi Kuzey Anadolu Fay Zonu'na kadar uzanıyor mu? Bursa Havzası'ndan yeni saha gözlemleri ve kinematik veriler, KB Türkiye <b>Elif Çakır</b> ve Bora Uzel
12:00	12:15	Kuzey Anadolu Makaslama Zonu Boyunca Yamulma Paylaşımı: Düzce ve Mudurnu Vadisi Segmentleri, Doğu Marmara <b>Havva Neslihan Kıray</b> , Tohid Nozad Khalil, Taylan Sançar, Cengiz Zabcı, Ziyadin Çakır, Semih Ergintav

## ÖĞLE YEMEĞİ

13:15 13:45 **ATAG DERSİ:** Temel Deprem Fiziği ve Aktif Tektonik  
**A. Özgün Konca**

## 6. OTURUM: Paleosismoloji II

OTURUM BAŞKANLARI: Cengiz Zabcı, Şule Gürboğa

13:45	14:00	Orta Anadolu Fay Zonu üzerinde Paleosismoloji Çalışmaları: İlk Bulgular <b>Alper Süleyman Can</b> , Hüsnü Serdar Akyüz, Taylan Sançar, Cengiz Zabcı, Mehran Basmenji, Fatma Ülkü Çelik
14:00	14:15	Orta Anadolu Fay Sistemi'ne Ait Olan Erciyes Fayı'nın Segment Yapısı, Kinematik Analizi ve Paleosismolojisine Dair İlk Bulgular, Kayseri, Türkiye <b>İrem Avcu</b> , Akın Kürçer, Hasan Sözbilir
14:15	14:30	Erkilet ve Yeşilhisar Fay Zonları'ndan Paleosismolojik İlk Bulgular, Kayseri, Türkiye <b>Akın Kürçer</b> , Tayfun Güler, İrem Avcu, M. Kutsal Yıldırım, Alper Süleyman Can, Halil Gürsoy
14:30	14:45	Sardis Antik Kenti'nin Arkeosismolojisi <b>Ökmen Sümer</b> , Mahmut Göktuğ Drahor, Nicholas Cahill, Frances Gallart Marques
14:45	15:00	Bergama Fayı'nın (İzmir) Paleosismolojik Özelliklerine Dair İlk Bulgular <b>H. Serdar Akyüz</b> , Erhan Altunel, Taylan Sançar, Meryem Dilan Ince Özkan, Taner Tekin, Bahadır Seçen, Mert Tolunay Acer, Erdin Bozkurt
15:00	15:15	Burdur Gölü'nün Jeokimyasal Analizlere ( $\mu$ XRF) Dayalı Holosen Dönemi Paleosismoloji Çalışmasının İlk Bulguları Çetin Şenkul, <b>Şule Gürboğa</b> , Yasemin Ünlü, Mustafa Doğan, Yunus Bozkurt, Jeroen Poblome
15:15	15:30	<b>Kahve Arası</b>

## 7. OTURUM: Tektonik Jeodezi I

OTURUM BAŞKANLARI: Doğan Uğur Şanlı, Mehmet Emin Ayhan

15:30	15:45	Günlük GPS Koordinat Serilerinde Deprem Anı (Kosmik), Sonrası (Postsismik) ve Öncesi (Intersismik) Kaymaların Modellenmesi <b>Mehmet Emin Ayhan</b>
15:45	16:00	1992-2022: 30. Yılında InSAR ve Deprem Araştırmalarının Geleceği <b>Ahmet M. Akoğlu</b> ve Ziyadin Çakır



16.00	16.15	Türkiye için GNSS-Ölçümlerinden Türetilen Yüksek Çözünürlüklü Güncel Hız Alanı <b>Ali Değer Özbakır</b> , Ali İhsan Kurt, Ayhan Cingöz, Semih Ergintav, Uğur Doğan, Seda Özarpacı
16.15	16.30	Malazgirt Fayı; Avrasya-Arabistan Levha Sınırını Oluşturan Sağ-Yanal Bir Makaslama Zonu <b>Tohid Nozad Khalil</b> , Ziyadin Çakır, Semih Ergintav, Arkadaş Özakin
16.30	16.45	<b>Kahve Arası</b>
<b>8. OTURUM: Tektonik Jeodezi II</b>		
<b>OTURUM BAŞKANLARI:</b> Cüneyt Aydın, Burak Akpınar		
16.45	17.00	Kuzey Anadolu Fayı İsmetpaşa Segmentindeki Krip Hareketinin Sürekli GNSS İstasyonları ile İzlenmesi: 2016-2022 Yılları Arasındaki Krip Değişimi <b>Alpay Özdemir</b> , Uğur Doğan, Jorge Jara, Semih Ergintav, Ziyadin Çakır, Romain Jolivet
17.00	17.15	Multi-GNSS Zaman Serilerindeki Periyodik Sinyaller, Hız Parametreleri ve Hata Karakterlerinin İrdelenmesi <b>Hüseyin Duman</b>
17.15	17.30	24 Ocak 2020 Sivriçe (Elazığ) Depremi'nin Deprem Sonrası Deformasyonlarının Jeodezik Yöntemlerle İzlenmesi <b>İlay Farımaç</b> , Seda Özarpacı, Alpay Özdemir, Uğur Doğan, Semih Ergintav, Ziyadin Çakır, Efe Turan Ayrık
17.30	17.45	İstanbul GNSS Nirengi Ağında Hız Vektörlerinin Güncellenmesi Güneş Aydın, <b>Ahmet Güntel</b> , Osman Eşli, Osman Aydın, Seda Özarpacı, Alpay Özdemir, Efe Turan Ayrık, İlay Farımaç, Ülger Munzuroğlu, Tayfun Baydemir, Fatih Esirtgen, Uğur Doğan
17.45	18.00	<b>Kahve Arası</b>
18.00	18.30	<b>ATAG DEĞERLENDİRME TOPLANTISI</b>
<b>POSTERLER</b>		
Gravite Anomalilerin Ters Çözümüyle Yalova-Termal Bölgesinin Temel Kaya Geometrisinin Ve Yoğunluk Farklarının Modellenmesi Ve Bölgesel Deprem Aktivitesi İle İlişkileri Ertan Pekşen, Bülent Oruş, <b>Bedirhan Sarı</b> , Deniz Çaka		
Yineleme Haritaları Yöntemi Kullanılarak Kuyu Logu Verilerinden Jeolojik Sınırların Tespiti <b>Arkin Balkis</b> , M. Mücella Canbay, Ertan Pekşen		
Türkiye Deprem Tehlikesi Haritası PGA Verilerinin, Sahaya Özel Hesaplanan PGA Sonuçları İle Karşılaştırılması <b>Ömer Faruk Dereköy</b> , Suat Akbulut		
Trakya Havzasındaki Geniş Çaplı Zemin Deformasyonunun Kuzey Anadolu Fayı Üzerindeki Etkisi <b>Tohid Nozad Khalil</b> , Ziyadin Çakır, Semih Ergintav, Uğur Doğan, Thomas Walter		
Sultandağı Fayı Çay Segmenti'nin Aktif Tektonik ve Paleosismolojik Özellikleri, GB TÜRKİYE <b>Hasret Ozan Avcı</b> , Meryem Kara, Volkan Özaksoy, Hasan Elmacı		
3 Boyutlu Koordinat Dönüşüm Problemlerinde Dördeylerin Kullanımı <b>Recep Candan</b> , Cüneyt Aydın		
Afyon-Akşehir Grabeninin Sisteminin Kuzey Kenarını Sınırlayan Fayların Paleosismolojik Özellikleri (Çobanlar ve Bolvadin Fayları), GB Türkiye <b>Hasan Elmacı</b> , Volkan Özaksoy, Hasret Ozan Avcı, Meryem Kara, Suzan Özmen		
Fay kayacı mineralojisi ve fay mekanizması üzerine etkileri: Doğu Anadolu Fayı'nın Hazar Gölü ve Palu arasında kalan kesiminden bulgular <b>İrem Çakır</b> , Cengiz Zabcı, Mehmet Köküm, Hatice Ünal Ercan, Müge Yazıcı, Mehriban Basmenji, N. Beste Şahinoğlu, Özlem Yağcı, Uğur Doğan, Semih Ergintav		
GPS Zaman Serilerinin Analizi İçin Bir Yazılım Tasarımı: GEOTSATTOOL <b>Osman Serdar</b> , Cüneyt Aydın		
Kemalpaşa Fayı üzerinde paleosismolojik bulgular <b>Erhan Altunel</b> , H. Serdar Akyüz, Taylan Sançar, Taner Tekin, Bahadır Seçen, Erman Özsayın, Alper Süleyman Can		
Evrimsel Sınır Ağları ile Türkiye'de Deprem Tespiti ve Merkez Üssü Belirleme <b>Deniz Gökdoğan</b>		
İklim Değişiminin Marmara Denizi'ndeki Deniz Seviyesine Etkisinin Araştırılması <b>Gözde Kavas</b> , Muharrem Hilmi Erkoç, Uğur Doğan		
Anadolu'da GPS Zaman Serilerinin Gürültü Özelliklerinin İncelenmesi Hüseyin Duman, <b>Cüneyt Aydın</b>		
Kuzey Anadolu Fayı (KAF) Boyunca Gerinim Birikiminin Blok Modelleme ile Belirlenmesi <b>Efe Turan Ayrık</b> , Seda Özarpacı, Alpay Özdemir, Volkan Özbey, Semih Ergintav, Uğur Doğan		
Mevsimsel Değişimlerin GNSS Konum Doğruluğu Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması <b>Selin Bengül</b> , Alpay Özdemir, Uğur Doğan		
Ayrıcalık Jeotermal Rezervuarı civarındaki Depremlerin Stres Yitimi Analizi <b>Eda Yıldırım</b> , Ali Özgün Konca, Sezim Ezgi Güvercin, Tolga Bekler, Hayrullah Karabulut		

# **BİLDİRİ ÖZETLERİ**

## Marmara Denizi'nin Tsunami Potansiyeli

Şükrü Ersoy

Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 34220 Esenler, İstanbul  
([sersoy@yildiz.edu.tr](mailto:sersoy@yildiz.edu.tr))

Tsunami aslında nadir olaylardan biridir. Denizaltı depremlerinin çoğunda tsunami meydana gelmez. İstatistiksel olarak deniz içinde yaklaşık her 10 depremin birinde tsunami meydana gelmektedir. Deprem sonucu oluşan pek çok tsunamide dalgalar o kadar küçüktür ki fark edilmemektedir. Tsunami oluşması için depremin büyüklüğünün en az M6.5'dan büyük olması gerekir.

Tsunamilerin %75'i deprem, %8 heyelan, %1 Volkanik, %2 Meteorolojik kaynaklı olup, %10'nun da kaynağı bilinmemektedir. Küresel ölçekte tsunamilerin %80 Pasifik Deprem Kuşağında meydana gelmektedir. Geriye kalanlar Akdeniz, Hint ve Atlantik Okyanuslarında oluşmuştur. Akdeniz'de son 3300 yılda yaklaşık 300 tsunami vakası bulunmaktadır.

Tsunami dalgasının refraksiyonu (dalga sapması), kıyı boyu akıntıları oluşturması, tsunami bore (su duvarı) oluşumu, taşıdığı yüzen molozlar, su basması ve geri çekilmesi kıyıda önemli tehlikelere neden olmaktadır.

Tarihsel dönemde meydana gelen tsunamilerin kıyıda bıraktığı çökel izleri ve onların yaşları paleotsunamik vakaları ortaya koymaktadır. Ülkemizde de bu tür tsunami kazı araştırmaları yeni vakaların mevcut tsunami kataloğuna eklenmesini sağlayacaktır.

Türkiye kıyılarında 3500 yılda 134 tsunami vakası meydana gelmiştir. Marmara Denizi kıyılarında MS 122-1999 yılları arası yaklaşık 40 tsunami vakası bulunmaktadır. Marmara denizinde meydana gelen belli başlı tsunamilerin yılları: 128, 358, 386, 407, 447, 480, 553, 557, 740, 989, 1231, 1265, 1332, 1343, 1419, 1509, 1571, 1646, 1766, 1778, 1894, 1912, 1935, 1963, 1999. Marmara Denizi'de oluşabilecek tsunamiler tektonik ve denizaltı heyelanları kaynaklı olabilir. Tekirdağ, Orta Marmara ve Çınarcık Çukurları potansiyel olarak heyelan kaynaklı önemli tsunami bölgeleridir. Ayrıca Karasal heyelanlar da tsunamiye neden olabilir. Marmara Bölgesinin Avrupa yakası kıyılarına bitişik yamaçlardaki Tersiyer birimleri de önemli tsunami kaynaklarıdır.

Tsunami riski taşıyan Marmara kıyılarının su basma tehlikesine karşı hazırlanması gerekmektedir. Bunun için tsunami senaryoları hazırlanmalı, modellenmeli, hasar görebilirlik analizleri yapılmalı, su baskın haritaları hazırlanmalıdır. Ayrıca bu risk taşıyan yerleşim alanları ve kritik tesisler mekânsal olarak tekrardan planlanmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Marmara Denizi, Tsunami

## Marmara Denizi'nin 3B Fay Haritası ve 3B Coulomb Gerilme Analizi Işığında Depremselliğine Yeni Bir Bakış

Cenk Yaltırak<sup>a</sup>, Murat Şahin<sup>a</sup>

<sup>a</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Sarıyer, İstanbul ([yaltirak@itu.edu.tr](mailto:yaltirak@itu.edu.tr))

Marmara Denizi içerisinde, Kuzey Anadolu Fayı üzerinde hiçbir yerde görülmeyen, çukur ve sırtlardan oluşan morfolojik olarak karmaşık bir yapı bulunmaktadır. 1999 depreminden sonra bu yapının araştırılması sırasında, araştırmacılar tarafından çukur ve şelflerde çok ışınlı batimetri verileri ve çok farklı derinlikleri etkileyen sismik yansıma verileri toplanmıştır. Tüm çalışmalar sadece tek bir fay modeline ve bunun parçalardan oluştuğu varsayımına odaklanmış ve Marmara Denizi'ni bir bütün olarak açıklamaktan kaçınmıştır. Çalışmamızda farklı zamanlarda 22 bin km'den toplanan sismik yansıma verileri segy formatında Petrel programında bir araya getirilmiştir. Böylece ilk kez Marmara'nın tüm deniz alanını kapsayan 3 boyutlu fay haritası çıkarılmıştır. Bu çalışma sonucunda ortaya çıkan haritada atkuyruğu deseni olarak tanımlayabileceğimiz çok parçalı bir fay sisteminin olduğu ortaya konmuştur. Kuzey ve güney şelf alanlarında, KAF'tan önce var olan ve karada var olduğu bilinen KAF-GD Trakya Eskişehir Fay Zonu'nun (Orta-Geç Miyosen) tüm yapısal elemanları haritalanmıştır. Bu durumda Marmara'da iki farklı tektonik döneme ait yapı elemanlarının dönüşüm tektoniği ile farklı karakterler kazandığı veya yeni yapıya uygun olanların varlığını sürdürdüğü anlaşılmıştır. Yapılan kalınlık haritalarıyla deniz tabanında yüzeyde ve derinde izlenen atımlara dayanarak segmentasyonun üzerindeki atım dağılımı ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmada üretilen 3 boyutlu harita ışığında Marmara'da sınırlı sayıda kesitle üretilen tek fay modeli ile yapılan çalışmaları sorgulamak gerekmektedir. Bu çalışma, tüm deniz ve kara faylarının gerçek yerini ortaya koymaktadır. 3B fay haritası, 2B haritalar olarak yayınlanan tek fay ve tek fay parçalı modeller üzerine önceki çalışmaların gözden geçirilmesine yol açacak yeni bir çerçevedir.

Marmara Bölgesi'nde son 1500 yılda 287 deprem kaydı bulunmaktadır. 38 deprem ikiden fazla antik yerleşimi yok etti ve bu yerleşimlerde ölüm ve yaralanma kayıtları var. Özellikle bu tarihi depremlerde, yıkım ve hasar alanı batıya doğru göç serilerini göstermektedir. Son seri 1999 depreminden önce 1719 İzmit Fayı, 1509 Doğu Marmara Fayı, 1754 Doğu Marmara Sırt Orta Fayı, 1766-1 Kumburgaz Fayı, 1766-2 Batı Sırt Fayı, 1659 Ganos Fayı, 1756 Saroz Fayı'nda meydana geldi. 1912'de Ganos ve 1999'da İzmit kırıldıktan sonra, diğer segmentler sırasıyla 1509, 1754, 1766-1, 1766-2 ve 1756'dan beri kırılmamıştır. Segmentler üzerindeki atım dağılımı üzerinden yapılan Coulomb analizine ve tarihi deprem çerçevesinde yapılan hesaplamalara göre Doğu Marmara Fayı (1509) ve Doğu Marmara Sırt Orta Fayı (1754) geçmiş depremlerin ortalama Coulomb gerilmesini aşmış görünmektedir. Kumburgaz Fayı (1766-1) ve Batı Marmara Fayı (1766-2) geçmiş ortalama Coulomb stres birikiminin %95'ine yaklaşmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Marmara deprem riski, 3B Coulomb gerilme analizi, 3B aktif fay haritası, Sismik yansıma

## Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi İçindeki İntersismik Davranışının 3 Boyutlu Ortamla Modellenmesi ve Dinamik Deprem Senaryoları

A. Özgün Konca<sup>a</sup>, Zeynep Yılmaz<sup>a</sup>, Yasemin Korkusuz Öztürk<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 34684 Çengelköy, İstanbul ([ozgun.konca@boun.edu.tr](mailto:ozgun.konca@boun.edu.tr))

Son yıllarda yapılan çalışmalar Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) Marmara Denizi içindeki en aktif kolunu oluşturan Ana Marmara Fayı'nın (AMF) üzerindeki intersismik kilitlenme dağılımının heterojen olduğunu göstermektedir. Öte yandan fayın denizde olması ve faya yakın jeodezik verilerin kısıtlı olması çözünürlüğü düşürmektedir. Alternatif olarak Marmara Denizi içindeki derin sedimanter havzaların gerinimi fayın çevresine ve güneyine yoğunlaştırdığı, bu nedenle karada düşük GNSS hızları görüldüğü fikri ortaya atılmıştır. Bu çalışmada Marmara Bölgesi'ni kapsayan 3 boyutlu heterojen bir sonlu elemanlar oluşturulmuş ve farklı intersismik gerinim modelleri çalışılmıştır. Yapılan grid tarama sonuçları, homojen bir ortam yerine sedimanlı bir yapı kullanıldığında GNSS verilerine en uyumlu olan kilitlenme derinliklerinin 2.5 km daha derin olduğunu göstermektedir. En uyumlu modellerde, Batı Marmara'da fayın Orta Havza ve Tekirdağ Havzası segmentlerini oluşturan yaklaşık 50 km'lik bölümünün büyük ölçüde kilitli olmadığını göstermektedir. Kumburgaz segmenti ve Adalar'da ise çözünürlük düşük kalmaktadır. Ana fayın çevresinde meydana gelen depremlerin mekanizmalarından elde edilen stres oryantasyonlarındaki değişimler de Batı Marmara'da daha düşük gerinim birikimi öngören intersismik modelle uyumludur. Yapılan analizler kuzeydeki düşük GNSS hızları gözlenmesinde en etkili faktörün faydaki kilitlenme dağılımı olduğunu, ancak heterojen elastik yapının da ikincil bir faktör olabileceğini göstermektedir. İkinci olarak karmaşık kilitlenme modelleri ve tarihsel depremler kullanılarak heterojen bir ön gerilim kullanılarak dinamik kırılma senaryoları çalışılmıştır. Yapılan dinamik kırılma senaryoları, kırılma hızının S dalgası hızını aşmadığını ve büyüklüğün Mw=7.0-7.2 aralığında olduğu depremler ürettiğini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kuzey Anadolu Fayı, Dinamik deprem senaryoları



## Ana Marmara Fayı Boyunca Heterojen Kayma Dağılımının Sorgulanması

Semih Ergintav<sup>a</sup>, Hannes Vasyura-Bathke<sup>b</sup>, Ziyadin Çakır<sup>c</sup>, Uğur Doğan<sup>d</sup>, T. N. Khalil<sup>c</sup>, Seda Özarpacı<sup>d</sup>, Alpay Özdemir<sup>d</sup>, Thomas Walter<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeodezi Anabilim Dalı, 34680 Çengelköy, İstanbul ([semih.ergintav@boun.edu.tr](mailto:semih.ergintav@boun.edu.tr))

<sup>b</sup> German Research Centre for Geosciences, Potsdam, Almanya

<sup>c</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Anabilim Dalı, 34469 Maslak, İstanbul

<sup>d</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220 Esenler, İstanbul

1912 Mürefte (Tekirdağ) ve 1999 Kocaeli depremlerinden sonra Marmara Denizi içerisinde bir sismik boşluğun oluştuğu ve bu boşluğun büyüklüğü  $M>7$ 'den büyük bir depremle doldurulacağı birçok araştırmacı tarafından ileri sürülmektedir. Yirmi yılı aşkın süredir yapılan GNSS gözlemleri, bölgedeki birçok çalışmayı destekler şekilde, Marmara Denizi'nde ana gerilme birikiminin İstanbul'un yaklaşık 15 km güneyinden uzanan Adalar fayının bulunduğu kısımda olduğunu ve bu bölgede 1766 yılında ( $M>7$ ) olan depremden bu yana benzer büyüklükte bir deprem üretecek boyutta gerilme biriktiğini göstermektedir. Bununla birlikte, GNSS veri zayıflığına rağmen, Orta Marmara segmenti boyunca yamulma birikiminin çok az olduğuna ve dolayısıyla da bu segmentin krip ettiğine bulgular elde edilmiştir. Depremlerin mekânsal dağılımı ve aynı kaynaktan gelen tekrarlı depremlerin (repeaters) varlığı, Ana Marmara Fayı'nın bazı bölümlerinin krip ettiğine dair GNSS bulgularını desteklemektedir. Doğrudan gözlem yapmaya yönelik deniz tabanı jeodezik gözlem istasyonlarına ait yeni teknolojilerin yeterince gerçekleştirilememesi nedeniyle denizden geçen fay sisteminin sadece bazı küçük kısımları kontrol edilebilmektedir. Ana fay boyunca yamulma birikiminin büyüklüğünün ve değişiminin güvenilir bir şekilde belirlenmesi için, iki kritik sorunun cevaplanması gerekmektedir: (1) var ise asismik krip eden veya kilitli kesimin uzunluğu nedir? (2) bu bölümler arasındaki kaymanın hızının değişkenliği nasıl kestirilebilir?

Ana Marmara Fayı boyunca fay segmentlerinin mekanik özelliklerinin etkin olarak araştırılması, birbirini tamamlayan uzay tabanlı jeodezi verilerin kullanılmasıyla gerçekleştirilebilir. Bu şekilde, kayma hızı eksikliğinin en iyi göstergelerinden biri olan hız alanı, noktasal olarak yüksek duyarlı GPS hız alanının kısıtlaması altında ve alansal olarak etkin bir şekilde InSAR hız alanı kullanılarak kestirilebilir. Bu kapsamda, öncelikle karadaki veri azlığı sorununun üstesinden gelmek için, yeni sürekli GNSS istasyonları ve son 15 yılda periyodik ölçülen GNSS kampanya noktaları ile mevcut GNSS ağı genişletilmiştir. Ayrıca, Sentinel 1A/B verileri kullanılarak PSInSAR hız haritaları da üretilmiştir. Bu yeni veriler ile kıyıya yaklaşık 10 km uzaklıktaki Ana Marmara Fayı'na ait yamulma birikiminin kestirilmesine yönelik etkin bir veri seti oluşturulmuştur.

Bu çalışmamızda, Ana Marmara Fayı dahil olmak üzere İzmit'ten Ganos'a kadar Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzey kolu boyunca yamulma birikimine ait Bayes yöntemi ile kestirilen olası modeller elde edilmiştir. Elde edilen en iyi model, Ana Marmara Fayı boyunca asismik olarak kayan bölgeler ve yamulma birikimindeki heterojenlik için güçlü kanıtlar sağlamakta olup bölgedeki sismik tehlike durumunun yeniden sorgulanması gerektiğini göstermektedir. Bu çalışma TÜBİTAK 2507 proje no:117Y278 numaralı proje kapsamında yapılan çalışmaları özetlemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Marmara, GNSS, Ana Marmara Fayı

## İhmal Edilen İstanbul Depremleri

Onur Tan<sup>a</sup>, Özlem Karagöz<sup>b</sup>, Semih Ergintav<sup>c</sup>, Kemal Duran<sup>d</sup>

<sup>a</sup> İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İstanbul  
([onur.tan@iuc.edu.tr](mailto:onur.tan@iuc.edu.tr))

<sup>b</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Çanakkale

<sup>c</sup> Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeodezi Bölümü, İstanbul

<sup>d</sup> İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem ve Zemin İnceleme Şube Müdürlüğü, İstanbul

1999 Kocaeli ve Düzce depremleri sonrasında İstanbul ve çevresindeki yer bilimsel çalışmalar, Marmara Denizi içerisinde geçen Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) tektoniğine ve üzerinde oluşan depremlere odaklanmıştır. Güncel deprem aktivitesinin aktif tektonikle ilişkisi birlikte değerlendirilerek gelecekte oluşabilecek yıkıcı bir depremin etkilerinin incelenmesinde ana odak noktası KAF'nın kuzey kolu olmuştur. Bu çalışmada, öncekilerden farklı olarak, İstanbul metropoliten alanı içerisinde meydana gelmiş ve ihmal edilen depremler incelenmiştir. Çalışma iki temel konu üstüne odaklanmaktadır: (1) İstanbul kara alanı içerisinde yapay patlatmalarla maskelenmiş güncel deprem aktivitesinin incelenmesi, (2) karasal alanda olan bu depremlerle aynı merkez üssünde gelecekte olabilecek orta büyüklükteki ( $M_w$  5) bir depremin etkilerinin 1B nümerik yer hareketi simülasyonlarıyla tahmin edilmesi. Birinci kısımda 2006 – 2016 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin konumları çift-farklar yöntemiyle iyileştirilmiştir. En son karada meydana gelen 2021 Kartal Depremi ( $M_L$  4.1) de olmak üzere 3'den büyük depremlerin ( $M_L \geq 3$ ) odak mekanizmaları çözülmüştür. Bunlara ek olarak Avrupa yakasında olduğu raporlanmış 1923 ( $M_w$  5.5) ve 1929 ( $M_w$  5.1) depremlerinin merkez üsleri, güncel bilgiler ışığında iyileştirilmeye çalışılmıştır. Güncel deprem aktivitesinin İstanbul içindeki paleo-yapılarla ilişkisi ve Kuzey Anadolu Yırtılma Zonu içerisindeki önemi değerlendirilmiştir. İkinci kısımda, güncel depremlerin odakları gelecekteki orta büyüklükteki bir depremin kaynağı olabilecek pürüz (asperity) alan olarak düşünülmüş ve çok sayıda senaryo depremler oluşturulmuştur. Ayırık dalga sayısı yöntemi kullanılarak İstanbul'daki ivme istasyonlarında sentetik hız sismogramları simüle edilmiştir.  $M_w$  5 büyüklüğündeki senaryo depremler için tahmin edilen spektral ivmeler Türkiye Bina ve Deprem Yönetmeliği'nde verilen tasarım spektrumları ile karşılaştırılarak öngörüler sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** İstanbul Metropoliten Alanı, Kuzey Anadolu Yırtılma Zonu, Deprem Simülasyonu

## İstanbul'daki Jeolojik Riskli Alanlardaki Potansiyel Kentsel Büyümenin Simülasyonu

İsmail Ercüment Ayazlı<sup>a</sup>, Ahmet Emir Yakup<sup>b</sup>, Ömer Bilen<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Kamu Ölçmeleri Anabilim Dalı ([eyazli@cumhuriyet.edu.tr](mailto:eyazli@cumhuriyet.edu.tr))

<sup>b</sup> Hitit Üniversitesi, Ömer Derindere Meslek Yüksekokulu - Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü - Tapu ve Kadastro Programı, Çorum

<sup>c</sup> Bursa Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Bursa

Nüfus artışı kentlerin büyümesine ve arazi örtüsünde değişimlere yol açmaktadır. Arazi örtüsündeki değişim etkilerinin belirlenmesi sürdürülebilir kent yönetimi için gereklidir. Bu nedenle simülasyon uygulamaları planlama çalışmalarında yoğun olarak kullanılmaktadır. Kentsel büyümenin neden olduğu arazi örtüsü değişimlerini araştırmak için sıklıkla hücreli otomat (CA) yöntemi tercih edilmektedir. Bu çalışmada, İstanbul İli için SLEUTH Modelini EFA kalibrasyon yöntemiyle kalibre ederek 2040 yılı için potansiyel kentsel büyüme alanlarını tespit etmesi ve tespit edilen alanların deprem risk analizinin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Modelin ihtiyaç duyduğu zamansal veriler, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait CORINE arazi örtüsü verilerinden üretilmiştir. Oluşturulan simülasyon modeli ile İstanbul'daki potansiyel kentsel büyüme alanları ve bu alanlardaki deprem riski araştırılmıştır. Deprem risk analizleri, Çevre Düzeni Planından elde edilen jeolojik formasyon ve risk kuşakları göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir. Üretilen simülasyon modeline göre; tarım arazilerinin %37'sinin, sulak alanların %9'unun ve ormanların %21'inin yerleşim alanlarına dönüşebileceği belirlenmiştir. İstanbul'da 2018 ile 2040 yılları arasında %51 oranında kentsel büyüme olasılığı kestirilmiştir. Potansiyel kentsel büyüme alanlarının 8.190 ha birinci, 31.541 ha ikinci, 18.959 ha üçüncü ve 2.781 ha dördüncü risk kuşağında olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar İstanbul ilinin yoğun bir kentleşme baskısı altında ve potansiyel kentleşme alanlarının deprem riskinde olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kentsel Büyüme, İstanbul Depremi, Hücreli Otomat, Açıklayıcı Faktör Analizi

## Ganos Fayı Üzerinde İki Malzemeli Fay Yapısı ve Sismik Hız Kontrastı

Eşref Yalçinkaya<sup>a</sup>, Marco Bohnhoff<sup>b</sup>, Ethem Görgün<sup>a</sup>, Patricia Martínez Garzón<sup>b</sup>, Hakan Alp<sup>a</sup>, Ali Pınar<sup>c</sup>, Fatih Alver<sup>d</sup>, Ömer Kılıçarslan<sup>d</sup>, Burçin Didem Tamtaş<sup>a</sup>, Burçak Görgün<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Jeofizik Müh. Bölümü, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, İstanbul ([eyalcin@iuc.edu.tr](mailto:eyalcin@iuc.edu.tr))

<sup>b</sup> Helmholtz-Centre Potsdam German Centre for Geosciences GFZ, Potsdam, Germany

<sup>c</sup> Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul

<sup>d</sup> Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara

Bu çalışmada Ganos Fayı'nın doğu ucunda konumlandırılan, 40 istasyondan oluşan MONGAN-1 ağı kayıtları kullanılarak, fayın kuzey ve güney blokları arasındaki sismik hız kontrastı araştırılmıştır. MONGAN-1 ağı istasyonları arası en yakın mesafe 25 m, en uzak mesafe 4 km olan, doğrudan fay zonu üzerine odaklanmış, lokal bir deprem gözlem ağıdır. İstasyonların bir kısmı fayın kuzey bloğunu oluşturan Eosen yaşlı birimler üzerinde, diğer kısmı ise fayın güney bloğunu oluşturan Miyosen yaşlı birimler üzerinde konumlandırılmıştır. Bir kısmı ise doğrudan fay zonu üzerinde yer alır. Çalışmada 48 adet telesismik deprem verisi, MONGAN-1 ağı istasyonlarında ortaya çıkan P dalga fazı gecikmelerini araştırmak amacıyla kullanılmıştır. Öncelikle istasyonlardaki P dalga varışları kaynak geometrisi ve istasyon topografyasına bağlı olarak normalize edilmiştir. P dalga varışları üzerinde sadece istasyonların altındaki kabuk yapısından kaynaklanan farklılıklar ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar belirgin olarak kuzey blok üzerinde yer alan istasyonlarda erken dalga varışlarına işaret etmektedir. Ortaya çıkan farklı sismik dalga hızlarına sahip iki malzemeli fay yapısı, fayın kırılma mekanizmasının anlaşılması ve gerçek sismik tehlikenin tahmini açısından son derece önemlidir.

**Anahtar Kelimeler:** Ganos fayı, İki malzemeli fay yapısı, Hız kontrastı, Sismik tehlike

## Aktif Fay Kavramı Açısından Ülkemiz Faylarının Değerlendirilmesi

Erhan Altunel<sup>a</sup>, H. Serdar Akyüz<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, MMF, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir ([ealtunel@ogu.edu.tr](mailto:ealtunel@ogu.edu.tr))

<sup>b</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul

Türkiye, Avrasya-Afrika levhalarının etkileşim alanı içinde yer almaktadır. Bu iki levhanın birbirine göre hareketi, ülkemizin bulunduğu bölgede kabuğu tektonik bölgelere ayırmaktadır ve her bir bölge, maruz kaldığı gerilmeye bağlı olarak farklı türde faylarla temsil edilmektedir.

Ülkemizde tarihsel ve aletsel dönemlerde meydana gelen depremlerin episantr dağılımı incelendiğinde, ülkemizin hemen hemen her yerinde deprem meydana geldiği görülmektedir. Deprem meydana gelmesi fay düzlemi üzerindeki hareketi yansıttığına göre, bir bölgede deprem olduğunda o depremi üreten fayın “aktif fay” olarak kabul edilip edilmemesi konusunda farklı görüşler ve uygulamalar söz konusudur. Ülkemizin jeolojik evrimi, fayların kabuktaki rolleri ve faylanmaya bağlı olarak gelişen morfoloji göz önüne alındığında her deprem üreten fayın aktif fay olarak değerlendirilip değerlendirilmeyeceğinin tartışılması ve açıklığa kavuşturulması önemlidir. Önerimiz, mevcut tektonik rejim altında hareket eden ve zamandan bağımsız olarak yüzey morfolojisinin gelişmesine katkıda bulunan fayların aktif fay olarak değerlendirilmesidir. Bu sunumda, ülkemizdeki tektonik yapıların gelişim evreleri göz önünde bulundurularak günümüzdeki aktiviteleri ve deprem üretme potansiyelleri irdelenecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Aktif fay, Fay morfolojisi

## **İzmir İli Depremsellik Araştırması ve Bayraklı, Bornova ve Konak İlçe Sınırları İçerisindeki Yaklaşık 10802 Hektarlık Alanın Zemin Yapısı ile Zemin Davranış Özelliklerinin Modellenmesi Ortak Hizmet Projesi**

Erdin Bozkurt

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Ankara ([erdin@metu.edu.tr](mailto:erdin@metu.edu.tr))

Proje, İzmir İlinin depremsellik özelliklerinin araştırılması ile Bayraklı, Bornova ve Konak ilçeleri sınırları içerisinde kalan ve Bornova Baseni olarak bilinen oldukça geniş bir bölgenin başta deprem olmak üzere diğer afetlerin (kütle hareketleri – heyelan ve kaya düşmesi, taşkın, tsunami, oturma ve sıvılaşma) etkisi altında zemin özelliklerinden kaynaklanacak bütünlük afet tehlikelerinin araştırılmasını, sentezlenmesini, haritalanmasını ve bütünlük sonuç raporunun hazırlanmasını hedeflemektedir. Proje sonuçlarının imar plan kararları ile oluşabilecek risklerin azaltımına yönelik hazırlanacak sakinim ve master planlama çalışmalarına altlık oluşturması da temel amaçlar arasında yer alır. Proje, bu amaca yönelik olarak ulusal ve uluslararası standartlar ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı mevzuat(lar)ına uygun olarak hazırlanmış, çok disiplinli, çok kurumlu, İzmir'in deprem riskini tüm boyutları ile ortaya koyacak, alınması gereken tedbirleri tanımlayacak, sonuç itibarı ile '*Afet Dirençli Kentler ve Afete Dirençli Toplum*' çalışmalarına örnek olabilecek Türkiye'nin en büyük ve çok yönlü araştırmaları arasında yerini almıştır.

İzmir Büyük Şehir Belediyesi tarafından desteklenen bu projeyi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi koordinatörlüğünde 11 farklı üniversite ve iki kamu kurumumuz olmak üzere Ülkemizin güzide kurumlarının katkıları ile konularında uzman, Ulusal ve uluslararası tanınırlığı ve de saygınlığı olan 64 bilim insanı ve araştırmacı ile Belediyenin personelleriyle hep birlikte gerçekleştiriyoruz.

Bu bildiri kapsamında projenin iş paketlerinin tanıtılması amaçlanırken, katılımcıların değerli görüş ve önerileri alınarak dinamik sürece katkı yapmaları da beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Depremsellik



## Bornova Havzası'nın TÜBİTAK Projesi Kapsamında Tümüleşik Yerbilim Araştırması

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

<sup>a</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi, 35370, İzmir, Türkiye  
([goktug.drahor@deu.edu.tr](mailto:goktug.drahor@deu.edu.tr))

<sup>b</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi, 35370, İzmir, Türkiye

<sup>c</sup> İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Büyükçekmece Yerleşkesi, 34320, İstanbul

<sup>d</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Terzioğlu Yerleşkesi, 17100, Çanakkale, Türkiye

<sup>e</sup> Ege Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 35100, İzmir, Türkiye

<sup>f</sup> Katip Çelebi Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, İzmir

<sup>g</sup> Geoim Mühendislik, 6253 Sokak, 35070 Bornova, İzmir, Türkiye

<sup>h</sup> Adıyaman Üniversitesi, Arkeoloji Bölümü, 02040 Adıyaman, Türkiye

<sup>i</sup> TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Gebze, Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü, 41470 Kocaeli, Türkiye

<sup>j</sup> Eskişehir Teknik Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, 26555 Eskişehir, Türkiye

<sup>k</sup> Tokyo Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık ve Yapı Mühendisliği Bölümü, 113-8656, Tokyo, Japan

30 Ekim 2020 Ege Denizi (Sisam-İzmir) Depremi'nde, deprem odağından yaklaşık 75 km uzaklıktaki Bornova Havzası'nda beklenenden yüksek yapısal hasarların olması, bu çalışmanın ana temelini oluşturmuştur. Havzada özellikle Bayraklı ilçesinde önemli hasarlar ortaya çıkmış ve 500'ün üzerinde yapıda hasar oluşmuştur. Hasar dağılımı genel olarak Mansuroğlu ve Manavkuyu Mahalle'lerinde yoğunlaşmıştır. Yapısal hasarın havza yapısı ve zemin özelliklerine bağlı nedenlerinin araştırılması bu projenin konusunu oluşturmaktadır. Konumsal jeofizik veri setleriyle, havza içindeki aktif ve diğer fay sistemleri, havza kenar fayları, havza dolgu kalınlığı ve Kuvaterner birimlerin genel karakterizasyonunu ortaya koyacak dağılımların belirlenmesi için jeofizik çalışmalar yapılması planlanmıştır. Bu amaçla; sismik yansıma, elektrik resistivite tomografi (ERT), uyarılmış polarizasyon tomografisi (IPT) ve SPAC çalışmaları, havza kenarı ve basen içini kapsayacak şekilde, havzada tümleşik olarak uygulanmıştır. Deprem kaynaklı havza etkisinin belirlenmesine yönelik jeofizik çalışmaların yanı sıra, bu çalışmalar sonucunda belirlenen lokasyonlarda sondaj çalışmaları da yapılacaktır. Sondaj karotları üzerinde yapılacak jeolojik ve paleocoğrafik çalışmalar yardımıyla havzanın Kuvaterner evriminin ortaya konulması da projenin bir diğer hedefidir. Ayrıca, havza evrimiyle doğrudan ilişkili diğer bir jeolojik olgu ise, bölgesel ya da küresel deniz seviyesi değişiminin (transgresyon/regresyon) belirlenmesidir. Bu amaçla karotlar üzerinde yürütülecek sedimantolojik fasiyes analizleri ve paleontolojik çalışmalar kapsamında, denizel etkilerin belirlenmesine yönelik çalışmalar da yürütülecektir. Sonuçta, Bornova Havzası'nın transgresyon/regresyon fasiyes eğrileri ortaya çıkarılarak, havza evrimine ışık tutacak bir veri setinin daha elde edilmesi hedeflenmektedir. Projeden elde edilecek sayısal yerbilimsel verilerle deprem mühendisliği ve yapı hasar görülebilirliği konusunda yürütülen ve yine Tübitak tarafından desteklenen Eşgüdüm projesine aktarılarak, Deprem - Havza etkisinin belirlenmesine yönelik veri setinin oluşturulması amaçlanmaktadır. Projede toplanan ve değerlendirme aşaması devam eden verilerin ön sonuçları, havza içinde şimdiye değin bilinmeyen fay sistemlerinin varlığına ve kentsel alanlarda tümleşik sığ/derin jeofizik ve jeolojik araştırmaların önemine işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bornova Havzası, Deprem, Havza geometrisi, Jeofizik, Jeoloji, İzmir

## Integrated Earth Science Investigation of Bornova Basin within the Scope of TÜBİTAK Project

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

<sup>a</sup> Dokuz Eylül University, Dept. of Geophysical Engineering, Tınaztepe Campus, 35370, İzmir, Türkiye ([goktug.drahor@deu.edu.tr](mailto:goktug.drahor@deu.edu.tr))

<sup>b</sup> Dokuz Eylül University, Dept. of Geology, Tınaztepe Campus, 35370, İzmir, Türkiye

<sup>c</sup> Istanbul University Cerrahpaşa, Dept. of Geophysical Engineering, Avcılar Campus, 34320, Istanbul, Türkiye

<sup>d</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Dept. of Geophysical Engineering, Terzioğlu Campus, 17100, Çanakkale, Türkiye

<sup>e</sup> Ege University, Dept. of Geography, 35100, İzmir, Türkiye

<sup>f</sup> Katip Çelebi University, Dept. of Geography, İzmir, Türkiye

<sup>g</sup> Geoim Engineering Ltd, 6253 Sokak, 35070 Bornova, İzmir, Türkiye

<sup>h</sup> Adıyaman University, Dept. of Archaeology, 02040, Adıyaman, Türkiye

<sup>i</sup> TÜBİTAK Marmara Research Center, Gebze, Institute of Earth and Marine Sciences, 41470 Kocaeli, Turkey

<sup>j</sup> Eskişehir Technical University, Institute of Earth and Space Sciences, 26555 Eskişehir, Turkey

<sup>k</sup> Tokyo Institute of Technology, Dept. of Architecture and Building Engineering, 113-8656, Japan

The main basis of the study was the higher than expected structural damages in the Bornova Basin, which is approximately 75 km away from the earthquake epicenter, in the Aegean Sea (Sisam-İzmir) Earthquake of October 30, 2022. Significant damage has occurred in the basin, especially in Bayraklı district, and damage has occurred in more than 500 buildings. Damage distribution is generally concentrated in Mansuroğlu and Manavkuyu districts. Investigating the causes of structural damage depending on the basin structure and soil characteristics is constituted the subject of this project. With spatial geophysical data sets, it was planned to carry out geophysical studies to determine the distributions that will reveal the active and other fault systems, basin edge faults, basin fill thickness and the general characterization of the Quaternary units in the basin. For this purpose; seismic reflection, electrical resistivity tomography (ERT), induced polarization tomography (IPT) and SPAC studies were applied in an integrated manner in the basin, covering the basin edge and inside the basin. In addition to the geophysical studies to determine the basin effect caused by the earthquake, borehole studies will also be carried out at the locations determined as a result of geophysical studies. Another goal of the project is to reveal the Quaternary evolution of the basin with the help of geological and paleogeographic studies on borehole cores. In addition, another geological phenomenon directly related to basin evolution is the determination of regional or global sea level change (transgression/regression). For this purpose, within the scope of sedimentological facies analyses and palaeontological studies to be carried out on the cores, studies to determine marine effects will also be carried out. As a result, it is aimed to obtain a data set added that will shed light on the evolution of the basin by revealing the transgression/regression facies curves of the Bornova Basin. It is aimed to create a data set for the determination of the Earthquake - Basin effect by transferring the numerical earth science data to be obtained from the project to the Coordination project, which is carried out on earthquake engineering and structural vulnerability and also supported by Tübitak. Preliminary results of the data collected in the project and whose evaluation phase is still in progress, point to the existence of hitherto unknown fault systems in the basin and the importance of integrated shallow/deep geophysical and geological surveys in urban areas.

**Keywords:** Bornova basin, Earthquake, Basin geometry, Geophysics, Geology, Izmir.

## Selimiye Fay Zonu'nun Kinematik Özellikleri ve Depremselliği

Cansu Koçak<sup>a</sup>, Esmanur Doğru<sup>a</sup>, Ali Duman<sup>a</sup>, Ökmen Sümer<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Kampüsü, İzmir, Türkiye  
([cansukocakjeo@gmail.com](mailto:cansukocakjeo@gmail.com))

Türkiye’de yapılmış aktif tektonik çalışmalar içinde, Batı Anadolu en çok çalışılan alanlardan birisidir. Yapılan bu çalışmaların da Batı Anadolu özelinde yaklaşık D-B uzanımlı grabenler üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Fakat grabenlerin dışında, özellikle Batı Anadolu’nun en güneybatısını temsil eden Datça ve Bozburun yarımadalarını kapsayan alandaki aktif fayların gerek yapısal gerekse depremsellik açısından elde edilmiş bilimsel verileri literatürde oldukça kısıtlıdır. Bu çalışmada Bozburun Yarımadası’nın orta bölümünde bulunan Selimiye Fay Zonu’nun (SFZ) yapısal ve kinematik özellikleri ilk kez sunulacaktır.

Yarımada içerisinde SFZ’nin karadaki toplam uzunluğu yaklaşık 25 km olarak ölçülmektedir. Genelde kuzeye eğimli fay düzlemlerinden yapıları ve kuzeye doğru dış bükey bir geometri sunan bu yapısal süreksizlik, en doğuda Çiftlik köyünde tek fay kolu olarak başlar ve batıya doğru Hisarönü Körfezi’ni güneyden sınırlayarak Kepez Dağı’na kadar uzanır. Bu noktadan itibaren kuzey ve güney olmak üzere iki kola ayrılan faylardan, kuzeydeki körfezi güneyden sınırlamaya devam ederken, güney kol güneybatıya doğru bükülerek Peynirlik Dağı’nı kuzeyden sınırlar. Özellikle kuzey kol batıya doğru Çırınko Burnu’na kadar takip edilirken o noktadan sonra fayın Ege Denizi’ne doğru devamlılığı belirsizdir. SFZ’nin güney bloğunda baskın olarak Bodrum Napı’na ait Bayırköy ve Güverdağ formasyonları yüzlek verirken, kuzey bloğunda ise Gülbahar Napı’na ait Orluca ve Orhaniye formasyonları ile güncel kolüvyonel/alüvyonel ve denizel çökeller bulunur.

Arazi çalışmalarında SFZ üzerindeki 7 ayrı lokasyondan toplanan 47 adet yapısal verinin kinematik analizleri, iki ayrı fazın varlığına işaret eder. Bunlardan yaşlı olanı sağ yanal doğrultu atımlı özellik gösterirken, son hareket eğim/verev atımlı normal faylanma karakteri gösterir. Diğer yandan toplanan tüm yapısal veriler FaultStat programında değerlendirilmiş ve fay parametreleri deprem büyüklüğü ilişkileri ortaya konulmuştur. Bu bağlamda, SFZ’nin yarımada içindeki uzunluğu ve son hareket türü göz önüne alındığında, üreteceği deprem büyüklüğü Mw: 6.7 ve yaratabileceği maksimum atım ise düşey yönde 2 metre olarak hesaplanmıştır

**Anahtar Kelimeler:** Selimiye fay zonu, Kinematik analiz, Depremsellik, Bozburun yarımadası, Batı Anadolu

## Faylarda Gözlenen Reaktivasyona Bir Örnek: Bozburun Fay Zonu

Esmanur Doğru<sup>a</sup>, Cansu Koçak<sup>a</sup>, Ali Duman<sup>a</sup>, Ökmen Sümer<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Kampüsü, İzmir, Türkiye  
([esmadogrueo@gmail.com](mailto:esmadogrueo@gmail.com))

Özellikle ülkemizde yapılan yapısal jeoloji ağırlıklı çalışmalarda, paleotektonik dönem yapılarına karşılık gelen eski zayıflık zonlarının, neotektonik dönemde yeniden aktif hale geldiği birçok çalışmada rapor edilmektedir. Bu çalışma kapsamında benzer süreksizliklerden biri olduğu belirlenen Bozburun Fay Zonu'na (BFZ) ait arazi gözlemleri ve kinematik analiz sonuçları sunulacaktır. BFZ, Batı Anadolu'nun en güneybatı ucunda, Bozburun Yarımadası'nın orta bölümünde, karada gözlenebilen toplam uzunluğu 12 km olan, yaklaşık D-B uzanımlı yapısal bir süreksizliktir. Fay zonu, uzunlukları 2 ila 8 km arasında değişen baskın olarak kuzeye yer yer güneye eğimli faylardan oluşmaktadır. Süreksizlik, en doğuda Buruniçi Koyu'nun kuzey kenarından başlar ve batıya doğru basamaklı bir geometride devam eder. Zonun orta bölümünden itibaren batıya doğru açınan olası Kuvaterner yaşlı genç havza, kuzeyinden ve güneyinden birbirlerine ters yönde eğimli iki fay parçasıyla kontrol edilir. Bu fay parçalarının kuzeyde olanı üzerinde, yapısal çalışmalar yoğunlaştırılmıştır. Bu alanda, fayın kuzeydeki taban bloğunda Bodrum Napı'na ait ve baskın olarak kırıntılı tortullardan yapıları Karanasıflar formasyonu ve Gülbahar Napı'na ait baskın olarak çört bantlı mikritik kireçtaşlarından yapıları Orhaniye formasyonu bulunur. Bu formasyonlar eski bir bindirme zonu boyunca yan yana gelirken, aynı düzlemlerin, fayın son fazı olan normal faylanma hareketi ile reaktive olduğu gözlenmiştir. Fayın güneyindeki tavan bloğu ise yine altta Karanasıflar formasyonu ve üstünde açılma uyumsuzlukla oturan kolüvyonel ve alüvyonel çökellerden yapıdadır. 11 ayrı lokasyondan yapılan fay ölçüm çalışmaları, aynı fay yüzeylerinde birbirini kesen farklı hareketlere ait kinematik verilerle, yaşlıdan gence doğru 3 farklı fazın varlığına işaret eder. Bunlar; (F1) orta-yüksek eğimli fay düzlemlerinde 30°-37° arasında değişen yan yatım (rake) açılarıyla temsil edilen ters bileşenli hareket, (F2) 67° – 87° arasında değişen yüksek eğimli fay düzlemlerinde 10°-23° arasında değişen yan yatım (rake) açılarına sahip sağ yanal doğrultu atımlı hareket ve (F3) genelde yüksek açılı fay düzlemleri üzerinde doğudan 73° – 89° arasında farklılaşan yan yatım (rake) açılarına sahip eğim atımlı normal faylanmaya ait hareketlerdir. Özellikle son harekete ait genişleme yönleri, Batı Anadolu'nun genel karakteristiği ile de uyumludur. Stratigrafik ve yapısal veriler beraber değerlendirildiğinde, BFZ'nin en son ve en genç hareketini, eski bir zayıflık zonu olan bir nap paketi sınırını kullanarak gerçekleştirdiği görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bozburun fay zonu, Paleotektonik, Neotektonik, Kinematik analiz, Batı Anadolu, Bozburun yarımadası

## Karstlaşmanın Tektonik Jeomorfolojiye Etkileri: Eskişehir Fay Zonu örneği

Mohammed Hayas<sup>a</sup>, Erhan Altunel<sup>b</sup>, Aydın Büyüksaraç<sup>c</sup>

<sup>a</sup> ESOGÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Müh. ABD, Eskişehir ([hayas1607@gmail.com](mailto:hayas1607@gmail.com))

<sup>b</sup> ESOGÜ, Müh. Mim. Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, Eskişehir

<sup>c</sup> ÇOMÜ, Çan Meslek Yüksekokulu, Madencilik ve Maden Çıkarma, Maden Teknolojisi

Tektonik açıdan aktif olan bölgelerde, morfolojinin şekillenmesini kontrol eden en önemli etkenlerden biri faylardır. Bölgenin morfolojisi, faylanmanın türüne bağlı olarak şekillenir. Ayrıca, bu Tektonik yapıların yer kabuğu içinde su dolaşımını üzerine ciddi bir etkisi vardır. Fay zonları boyunca hareket eden suların özellikle kireçtaşı gibi çözülen kayalarda boşluklar oluşturması, bu yapılar ile karstik boşluklar arasında yakın bir ilişki olduğuna işaret eder. Aktif fay kuşakları boyunca, fayın yerel koşullarının dikkate alınması fayın sahip olduğu atım ve kayma hızının anlaşılması için oldukça gereklidir. Ek olarak, fay zonu boyunca gelişen karstlaşmanın hızı ve karstik yapıların boyutlarının belirlenmesi bu tür alanların tehlike analizi için oldukça büyük öneme sahiptir.

Eskişehir Fay Zonu (EFZ), ülkemizde güncel morfolojiyi şekillendiren aktif yapılardan biridir. EFZ'ye morfolojik sarplığın (fay şevi) fay doğrultusu boyunca değiştiği görülür. Özellikle İnönü civarında fay şevi zonun diğer kesimlerinden daha yüksek ve daha açıldır (hemen hemen 90°).

Yapılan saha gözlemlerinde, EFZ'nin İnönü doğusundaki kesimi ile Erikli köyü arasında belirgin morfolojik farklılıklar olduğunu ve morfolojinin gelişmesinde karstlaşmanın da etkisinin olduğunu gözlenmiştir. Morfolojiyi doğrudan denetleyen karstlaşma süreci ve bölgedeki tektonik etkinliğin daha iyi anlaşılması için EFZ'nin batıda Erikli ile doğuda Eskişehir arasında kalan kesiminde yüksek çözünürlükte (1 m) SYM verilerini kullanarak morfometrik analizler yapılmıştır. Buna ek olarak bölgede yeraltı karstik boşlukların olup olmadığını tespit etmek amacıyla mikrogravite, öz direnç ve mikrotremor çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmada, karstlaşmanın yüzey morfolojisinin gelişmesindeki etkisi Eskişehir Fay Zonu örneğinde ele alınmıştır ve bu konuda şu ana kadar elde edilen veriler tartışılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Karstlaşma, Tektonik, Jeomorfoloji, Eskişehir fay zonu

## Anadolu Bloku Doğusu'nun Geç Pleyistosen- Holosen İç Deformasyon Özellikleri: Nazımiye Fay Zonundan Çıkarımlar

Taylan Sançar<sup>a</sup>, Gürsel Sunal<sup>b</sup>, Naki Akçar<sup>c</sup>, Mehmet Korhan Erturaç<sup>d</sup>, Susan Ivy-Ochs<sup>e</sup>, Marcus Christl<sup>e</sup>, Christof Vockenhuber<sup>e</sup>, Serdar Yeşilyurt<sup>f</sup>, Yusuf Büyükdeniz<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Munzur Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 62000 Merkez, Tunceli ([tsancar@munzur.edu.tr](mailto:tsancar@munzur.edu.tr))

<sup>b</sup> İ.T.Ü. Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul

<sup>c</sup> Institute of Geological Sciences, University of Bern, Baltzerstrasse 1+3, CH-3012 Bern, Switzerland

<sup>d</sup> Gebze Teknik Üniversitesi, Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü, 41400 Gebze, Kocaeli

<sup>e</sup> Laboratory of Ion Beam Physics, ETH Zurich, CH-8093 Zürich, Switzerland

<sup>f</sup> Ankara Üniversitesi, Dil Ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 06100, Beşevler, Ankara

Aktif kıta içi deformasyon alanları kabuktan litosfer ölçeğine kadar değişen pek çok etkenin kontrolü altında oluşabilir. Bu alanların oluşmasını sağlayan birincil enerji kaynaklarının neden olduğu deformasyon hızı, çeşitli yerel jeolojik yapılar (kabuğun düşey kalınlığı, gravitasyonel potansiyel enerji, lokal stres birikimleri ve eski dinamik süreçlere bağlı kabuksal süreksizlikler) tarafından kontrol edilir. Anadolu Bloku içerisinde yer alan lokal jeolojik yapılar, deformasyonun nasıl dağıldığını ve yamulma birikiminin blok içerisindeki heterojenliğini doğrudan etkiler. Anadolu Bloku doğusunda yer alan göreceli yüksek topoğrafya, kuzeyde Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), güneydoğuda Sancak-Uzunpınar Fay Zonu, batıda Ovacık Fayı, güneyde Nazımiye Fay Zonu (NFZ) ile sınırlıdır. Bu dağlık alanda yer alan akaçlama havzaları kullanılarak gerçekleştirilen morfometri çalışmaları, bölgede yatay hareketin yanında önemli miktarda yükselimin olduğuna da işaret etmektedir. Dağlık alanı güneyden sınırlayan ve reaktive bir yapı olan NFZ sağ yanal doğrultu atımlı bir faydır. NFZ'nin K70°-80°B doğrultusuna sahip kuzey kolu yaklaşık 50 km uzunluğa sahipken, hemen hemen aynı doğrultuya sahip güney kol ise yaklaşık 60 km uzunluğundadır. NFZ üzerinde 20 m ila 25 km arasında değişen jeolojik/morfolojik ötelenmeler ölçülmüştür. NFZ denetiminde sağ yanal olarak yaklaşık 4 km ötelenen Pülümür Nehri taraçaları hem fay zonunun kayma hızının hem de bölgenin yükselim hızının belirlenmesi için Kozmojenik izokron gömülme yöntemi ile tarihlendirilmiştir. Pülümür Nehri'nin kazma hızı NFZ'nin kuzey blokunda 23 kat fazla olup faydan kaynaklı düşey deformasyon hızı senelik 0.7 mm/yıl olarak hesaplanmıştır. Kurgulanan farklı vadi yaş modellerine göre NFZ'nin yatay kayma hızının 2.7 mm/yıl veya 4.23 mm/yıl olduğu hesaplanmıştır. Bu veriler Anadolu Bloku içerisinde batıdan doğuya doğru deformasyon hızlarının arttığını ifade eder ve KAFZ'ye yaklaşık paralel konumda olan NFZ'nin eski dinamik süreçlerinin, Türkiye'nin neotektonik dönem koşulları ile uyumlu olduğunu gösterir. Bu uyumun doğal bir sonucu olarak NFZ mevcut stres koşullarında Anadolu Bloku içerisinde üzerinde en çok deformasyon gerçekleşen yapılardan biridir.

Bu çalışma TÜBİTAK 115Y684 numaralı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İç Deformasyon, Anadolu Bloku, Nazımiye Fay Zonu, Kayma Hızı, Yükselim Hızı



## Türkiye Paleosismolojik Hendek Çalışmaları Kataloğu

Mustafa Cengiz Tapırdamaz

TÜBİTAK MAM, 41470 Gebze Kocaeli ([mustafa.tapirdamaz@tubitak.gov.tr](mailto:mustafa.tapirdamaz@tubitak.gov.tr))

Türkiye, jeolojik yapısı nedeni ile dünyada deprem tehlikesi en yüksek ülkelerden birisidir. Depremler ülkemizi etkileyen doğal afetlerin başında gelmektedir. Son yüzyılda meydana gelen depremler çok sayıda can kaybına ve büyük ekonomik kayıplara yol açmıştır. Oldukça hızlı bir şehirleşmenin devam ettiği günümüzde, depremsellik bilgilerinin iyi bilinmesi imar planlarının hazırlanmasında büyük bir öneme sahiptir.

Güncel tektonik yapının anlaşılması için yapılan çalışmalardan birisi de paleosismolojik hendek çalışmalarıdır. Bu konuda çalışan bilim adamlarının, aktif deformasyon bölgelerinin yerini ve bu deformasyona sebep olan fayın karakteristik davranışını anlamaları gerekmektedir. Böylece, çalışılan bölgenin gelecekteki deprem riski hakkında bilgi üretilebilir.

Bu çalışmada, üniversiteler, kamu kurumları ya da diğer araştırma kurumları tarafından yapılmış ve yayınlanmış makale, proje raporu ya da tezlerden paleosismolojik hendek çalışmaları derlenmiştir. Hazırlanan katalogta, kazılan hendeklerin hangi fay üzerinde yer aldığı, hendeğin uzunluğu, genişliği, doğrultusu, çalışmayı yapanlar ve çalışmanın referansı verilmektedir. Katalogta 113 yayından toplam 388 paleosismolojik hendek yeri haritalanmıştır. Katalogta verilen çalışmaların ayrıntıları için referansı verilen yayınlara bakılması önerilmektedir.

Hazırlanan “Türkiye Paleosismolojik Hendek Çalışmaları Kataloğu”nun bu konuda çalışan bilim adamlarına faydalı olmasını temenni ederim. Çalışma sunumdan sonra ATAG Web sayfasında ([atag.itu.edu.tr](http://atag.itu.edu.tr)) kullanıma açılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Paleosismoloji, Hendek, Deprem, Katalog

## Kıt'asal Doğrultu Atımlı Fayların Mekânsal ve Zamansal Davranışı: Gobi-Altay Makaslama Zonu'nun (Moğolistan) palaeosismolojisi

Cengiz Zabcı<sup>a</sup>, Havva N. Kıray<sup>a</sup>, Nyambayar Tsend-Ayush<sup>b</sup>, Gürsel Sunal<sup>a</sup>, Boldbaatar Ganbaatar<sup>b</sup>, Ali Akın<sup>a</sup>, Dolgoon Ayush<sup>b</sup>, M. Korhan Erturaç<sup>c</sup>, Boris A. Natal'in<sup>a</sup>, Ulziibat Munkhuu<sup>b</sup>

<sup>a</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü 34469 Maslak Sarıyer, İstanbul Türkiye ([zabci@itu.edu.tr](mailto:zabci@itu.edu.tr))

<sup>b</sup> Institute of Astronomy and Geophysics, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Moğolistan

<sup>c</sup> Gebze Teknik Üniversitesi, Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü, 41400 Gebze, Kocaeli Türkiye

Kıt'alar, okyanus levhalarının aksine toplam yamulmanın geniş alanlarda ve çok sayıda tektonik yapı arasında paylaşıldığı deformasyon zonlarına sahiptir. Hindistan-Avrasya çarpışmasına bağlı olarak yaklaşık 3000 km genişliğinde bir deformasyon alanının oluştuğu Asya Kıt'ası, buna en iyi örneklerden biridir. Güneyde Himalayalar'dan kuzeyde Baykal Gölü'ne kadar uzanan bu zon içinde toplam yamulmanın çok sayıda tektonik yapı tarafından nasıl ve ne oranda paylaşıldığı ve bu yapılar arasında etkileşimin dinamik ve kinematik koşulları günümüzde halen tartışılan problemler arasındadır.

TÜBİTAK ve Moğol Bilim Akademisi uluslararası ikili iş birliği kapsamında desteklenen 119Y643 no.lu bu proje çalışması, Gobi-Altay Makaslama Zonu'nun (Moğolistan) oluşturduğu aktif kıt'asal deformasyon üzerinedir. Toplam uzunluğu 800, genişliği ise 200 km'yi bulan bu sol yanal makaslama zonu, Bulnay Fayı ve Altay Makaslama Zonu ile birlikte Moğolistan'ın üç ana aktif tektonik yapısından birini oluşturur. Bu makaslama zonunun doğu kısmının kırılmasıyla oluşan 1957 Gobi-Altay Depremi ( $M_w$  8.1), aynı yüzyıl içerisinde Moğolistan'da meydana gelen ve büyüklüğü 8'den büyük toplam 4 depremin sonuncusudur. Moğolistan'daki ana tektonik yapılar arasındaki etkileşimin ve Gobi-Altay Makaslama Zonu'nun batı kesimleri özelinde toplam yamulma paylaşımının daha iyi anlaşılması için, Batı Bogd ve Göller Vadisi fayları üzerinde palaeosismolojik hendek ve jeolojik kayma hızı çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Batı Bogd Fayı üzerinde Bor Gol ve Chandmani'da açılan hendeklerin ilksel yorumu, sırasıyla üç (olası dört) ve iki (olası üç) eski yüzey faylanmasına işaret eder. Göller Vadisi Fayı üzerinde, fayın kendi içerisinde açılmalı ve sıkışmalı büklüm/sıçramalar yaptığı Bin pınar mevkiinde açılan bir hendek, en az iki eski olayı açığa çıkarmıştır. Bunlara ek olarak, Göller Vadisi Fayı üzerinde iki, Batı Bogd Fayı üzerinde ise tek bir lokasyonda flüvyal yüzeyler üzerinde birikimli atım ölçülmüş ve kayma hızının hesaplanması için bu ötelenmiş yapılar örneklenmiştir. Her iki fayın morfoloji üzerindeki etkisi üzerine yapılan ilksel gözlemler, Batı Bogd Fayı'nın daha kuzeyde yer alan Göller Vadisi Fayı'na göre daha baskın olduğunu göstermektedir. Hendek duvarlarından ve kayma hızı çalışma alanlarından toplanan örneklerin Optik Uyarımlı Işınım (OSL) ve radyokarbon tarihlendirmeleri sonucu, Gobi-Altay Makaslama Zonu'nun batı kesimine ait yamulma paylaşımı ve daha geniş olarak kıt'asal doğrultu atımlı fayların doğası üzerine sahip olduğumuz bilgi artacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Asya, Palaeosismoloji, Kıt'asal deformasyon, Gobi-Altay, Deprem

## Yedisu Segmenti'nin Yaklaşık Son 4000 Yıllık Paleosismik Tarihçesi, Kuzey Anadolu Fayı, Türkiye

Akın Kürçer<sup>a</sup>, Selim Özalp<sup>a</sup>

<sup>a</sup> MTA Genel Müdürlüğü, Çukurambar Mahallesi Dumlupınar Bulvarı No: 33/A, 06530 Çankaya, ANKARA  
([akin.kurcer@mta.gov.tr](mailto:akin.kurcer@mta.gov.tr))

Kuzey Anadolu Fayı (KAF)'nın doğu bölümünde yer alan Yedisu Segmenti, 1784 yılından bu yana 238 yıldır deprem üretmediği için KAF üzerindeki en önemli sismik boşluklardan biri olarak değerlendirilmektedir. Altınbaşak (Erzincan) ile Yedisu (Bingöl) arasında  $K75^{\circ}B$  genel doğrultusuna sahip olan, 77 km uzunluğundaki Yedisu Segmenti'nin, görgül eşitliklere göre  $M_w$  7,3 büyüklüğünde deprem üretme potansiyeli bulunmaktadır. Yedisu Segmenti üzerinde bilinen son büyük deprem 1784 yılında meydana gelmiştir. Doğu ve Güneydoğu Anadolu'dan Musul'a kadar uzanan geniş bir coğrafyada hissedilen deprem, Erzincan, Erzurum ve Bingöl'de ağır hasara neden olmuş ve yaklaşık 12.000 can kaybı rapor edilmiştir. Genel olarak yalın bir geometriye sahip olan Yedisu Segmenti, doğu bölümünde Peri Çayı Vadisi'ni, batı bölümde ise Fırat Nehri'ni takip eden dar bir deformasyon zonu meydana getirmiştir. Bu zon içerisinde fay, çizgisel fay sarplıkları, topoğrafik eyer yapıları, küçük ölçekli basınç sırtları ve sistematik olarak sağ yanal ötelenmiş dereler ile karakteristiktir.

Bu çalışmada, Yedisu Fayı'nın geç Holosen deprem tarihçesinin ortaya konması amacıyla paleosismolojik hendek çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Hendek alanı, Yedisu Segmenti'nin orta-batı bölümünde yer almaktadır. Balabansarıkkaya Köyü'nün yaklaşık 800 metre doğusunda yer alan hendek alanında, faya koşut olarak uzanan yaklaşık 3500 m uzunluğunda ve 500 m genişliğinde büyük ölçekli bir topoğrafik eyer yapısı gelişmiştir. Bu yapının uzun eksenini boyunca, Fırat Nehri'nin yan kollarından biri olan Görtel Deresi faya kapılarak  $2300 \pm 50$  metre sağ yanal ötelenmiştir. Görtel Deresi'nin güneyinde çökelmiş olan taşkın ovası çökelleri üzerinde, muhtemelen 1784 depremi sırasında oluşmuş, yaklaşık 800 metre uzunluğunda çizgisel bir fay sarplığı gelişmiştir. Fay sarplığı boyunca güney blok kuzey bloğa oranla 80 cm yukarıdadır. Hendek alanında, fay sarplığına dik doğrultuda üç hendek kazılmıştır. Hendeklerdeki mikrostratigrafik ve yapısal özellikler, fay kollarının yukarıya doğru sonlanması gibi paleosismolojik ölçütler göz önüne alınarak son 4000 yıldan günümüze kadar 5 deprem tanımlanmış ve bu depremlerin tarihlendirilebilmesi amacıyla 14 adet odun kömürü (charcoal) radyokarbon ( $^{14}C$ ) yöntemi ile analiz ettirilmiştir. Hendeklerde tanımlanan ve tarihlendirilen en güncel deprem MS. 1634–1681'den sonra meydana gelmiş olup, bu deprem 1784 depremi olarak değerlendirilmiştir. Sondan bir önceki (penultimate) deprem MS. 1292–1603 yılları arasında meydana gelmiş olup, bu deprem, Erzincan'ın neredeyse tamamının yıkılmasına ve yaklaşık 15.000 kişinin ölümüne neden olan MS. 1583 depremiyle eşleştirilmiştir. Hendeklerde tespit edilen sondan iki önceki (ante-penultimate) depremin tarihi MS. 761–892 arası olarak belirlenmiş olup, bu deprem ise MS. 802 depremiyle eşleştirilebilmektedir. Bu çalışmada tespit edilen en eski iki depremin MÖ. 1766 ile MS. 398 yılları arasında meydana geldiği yorumlanmıştır. Bu depremlerin eşleştirilebileceği tarihsel ya da arkeolojik bir kayıt bulunamamıştır. Tespit edilen son üç deprem olan 1784, 1583 ve 802 depremleri göz önüne alındığında, Yedisu Segmenti'nin 201 yıl ile 781 yıl arasında değişen ve düzenli olmayan bir deprem tekrarlanma periyoduna sahip olduğu anlaşılmaktadır. GPS çalışmaları KAF'nın bu bölümündeki kayma hızının  $25,7 \pm 0,2$  mm/yıl olduğunu ortaya koymuştur. Yıllık kayma hızı ve son depremden günümüze kadar geçen 238 yıl göz önüne alındığında, Yedisu Segmenti üzerinde ortalama 6,11 metre yanal yer değiştirme meydana getirebilecek  $M_w$  7,3 büyüklüğünde bir depremin yamulma enerjisinin biriktiği



hesaplanmıştır. Her an deprem üretme potansiyeli bulunan Yedisu Segmenti, başta Erzincan, Erzurum ve Bingöl olmak üzere bölge için en önemli deprem tehlike kaynağı olarak değerlendirilmektedir.

Bu alışma, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından yürütölmekte olan “Türkiye Yerkabuğu Özellikleri ve Jeodinamiğinin Araştırılması Projesi” kapsamında desteklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kuzey Anadolu Fayı, Yedisu segmenti, 1784 Depremi, 1583 Depremi, Sismik boşluk, Paleosismoloji

## **Doğu Anadolu Fayı'nın Gölbaşı (Adıyaman)-Türkoğlu (Kahramanmaraş) arasında kalan bölümünün paleosismolojik özelliklerinin ve deprem tarihçesinin çoklu parametre yöntemlerle araştırılması**

Erdem Kırkan<sup>a,b</sup>, Gülsen Uçarkuş<sup>a,b</sup>, Kürşad Kadir Eriş<sup>a,b</sup>, Cengiz Zabcı<sup>a</sup>, Mehmet Köküm<sup>c</sup>, Cerennaz Yakupoğlu<sup>b,d</sup>, Dursun Acar<sup>b,d</sup>, Dila Doğa Gökğöz<sup>b,d</sup>, Asen Sabuncu<sup>b,d</sup>

<sup>a</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Ayazağa Yerleşkesi, İstanbul  
([kirkan15@itu.edu.tr](mailto:kirkan15@itu.edu.tr))

<sup>b</sup> İTÜ Doğu Akdeniz Oşinografi ve Limnoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (EMCOL), 34469 Ayazağa Yerleşkesi, İstanbul

<sup>c</sup> Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Merkez, Elazığ

<sup>d</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 Ayazağa Yerleşkesi, İstanbul

Türkiye'nin en önemli iki doğrultu atımlı fay sisteminden birisi olan Doğu Anadolu Fayı (DAF), Karlıova (Bingöl) ve Türkoğlu (Kahramanmaraş) arasında uzanan yaklaşık 580 km uzunluğunda KD-GB uzanımlı sol yanal bir faydır ve fayın Gölbaşı (Adıyaman) ve Türkoğlu (Kahramanmaraş) arasında uzanan yaklaşık 95 km'lik bölümü Pazarcık Segmenti olarak adlandırılmaktadır. Erkenek (Malatya) GB'sından itibaren açılmalı-sıçramaya bağlı gelişen Gölbaşı Havzası, Gölbaşı ilçesine bağlı Ozan mevki ile Göynük mahallesi arasında uzanmaktadır. Yaklaşık 23 km uzunluğunda KD'dan GB'ya genişleyen bir kama geometrisi gösteren havza üzerinde Gölbaşı, Azaplı ve İneklı gölleri yer almaktadır.

Aletsel dönemde DAF boyunca gerçekleşen depremlere bakıldığında Elazığ-Sivrice'de meydana gelen  $M_w$  6.8 büyüklüğündeki deprem (24 Ocak 2020) de dahil olmak üzere, büyük depremlerin Bingöl ve Malatya arasında kalan segmentler (fayın kuzeydoğu bölümü) üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Pazarcık Segmenti'nde ise tarihsel deprem kataloglarında kaydı bulunan son büyük deprem 1513 Pazarcık depremidir. Literatürde yer alan paleosismoloji çalışmalarında DAF'nın kuzeydoğusundaki segmentler için 190-300 yıl arası, Pazarcık Segmenti için ise 1000-1200 yıllık bir deprem tekrarlanma aralığı önerilmektedir. Aynı fay sistemi üzerindeki segmentler arasındaki bu fark dikkat çekici olmakla birlikte bu segment üzerinde yapılan paleosismoloji çalışmalarının sayıca az olmasının etkisi de göz önüne alınmalıdır.

TÜBİTAK tarafından desteklenen 121Y287 No'lu proje kapsamında, DAF'nın Gölbaşı-Türkoğlu arasında kalan bölümünün paleosismolojik özelliklerinin ve deprem tarihçesinin kapsamlı bir şekilde araştırılabilmesi için üç farklı yöntem bir arada kullanılmıştır. Gölbaşı Havzası üzerinde yer alan Gölbaşı ve Azaplı göllerinde sualtı paleosismolojisi, Pazarcık Segmenti üzerinde gerçekleştirilecek hendek çalışması ve Gölbaşı Havzası'na uzanan delta üzerinde yapılan sondaj çalışmasının sonuçları birlikte değerlendirilerek bu segment üzerindeki tarihsel depremlerin çoklu parametre yöntemlerle araştırılması hedeflenmiştir. Gölbaşı ve Azaplı göllerinden depremle tetiklenen sualtı çökellerinin (depresel-türbidit) tespit edilebilmesi için gravite ve piston yöntemleri ile uzunlukları 120 cm ile 340 cm arasında değişen toplam on adet karot alınmıştır. Bu karotlarda depresel-türbidit seviyelerinin tayini için tane boyu analizleri, elemental analizler (XRF) ve fiziksel parametre analizleri (MSCL) yapılmaktadır. Azaplı Gölü'nün güney doğusunda, insansız hava aracı (İHA) ile elde edilen yüksek çözünürlüklü (~0,07 m/piksel) sayısal yüzey modelleri (SYM) ile haritalanan fay segmenti üzerinde fayın doğrultusuna dik bir şekilde 16 m uzunluğunda ve 2,75 m derinliğinde bir adet hendek kazısı gerçekleştirilmiştir. Stratigrafik olarak killi-siltli, yer yer seyrek çakıllı birimlerden oluşan çökel seviyeleri hendek duvarı boyunca takip edilebilmekte ve bu seviyelerde süresiz ince kum bantları ve kanal çökelleri gözlenmektedir.

Hendeğin iki duvarında da tabanda yer alan birimleri kesen, üzeri yaklaşık 1 metre sediman ile örtülü iki fay kolu tespit edilmiş olup biri muhtemel iki adet olay seviyesi belirlenmiştir.

Göl tabanından alınan sediman karotlarında tespit edilecek olan depremel-türbiditler, hendek kazısında belirlenen olay seviyeleri ve kara sondajı numunelerinde belirlenecek sismik kökenli sedimantolojik yapılar yaşlandırılarak, sualtı ve kara paleosismolojisi ile elde edilen çoklu veri seti birlikte yorumlanacak ve DAF'nın Gölbaşı-Türkoğlu arasında kalan bölümünün Holosen boyunca deprem tarihçesinin yüksek çözünürlüklü kaydı elde edilecektir. Bu çalışmanın sonuçlarının Doğu Anadolu Fayı'nın güncel deformasyonunun ve deprem üretme özelliklerinin anlaşılmasına katkı sağlayacağı ve paleosismoloji çalışmalarına da yeni bir yaklaşım olarak örnek teşkil edeceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Anadolu Fayı, Pazarcık fay segmenti, Gölbaşı havzası, Paleosismoloji



## Doğu Anadolu Fayı'nın Palu ve Pütürge Arasında Kalan Kesiminin Deprem Döngüsü: Ön Bulgular

Mehmet Köküm<sup>a</sup>, Havva Neslihan Kıray<sup>b</sup>, Cengiz Zabcı<sup>b</sup>, H. Serdar Akyüz<sup>b</sup>, Erhan Altunel<sup>c</sup>, Semih Ergintav<sup>d</sup>, Abdulrahman Elhiso<sup>a</sup>, Muhammed Muhammed Elfaraç<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü 23119 Merkez Elazığ  
([mkokum@firat.edu.tr](mailto:mkokum@firat.edu.tr))

<sup>b</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul

<sup>c</sup> Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 26480 Odunpazarı, Eskişehir

<sup>d</sup> Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 34684 Çengelköy/ İstanbul

Doğu Anadolu Fayı (DAF) ve Kuzey Anadolu Fayı (KAF) gibi aktif fayları barındıran ülkemiz, deprem etkinliği açısından dünyanın en faal bölgelerinden biridir. Anadolu'nun batıya doğru hareketini sağlayan en önemli iki yapıdan biri olan DAF, kuzeydoğuda Karlıova (Bingöl) ile güneybatıda Türkoğlu (Kahramanmaraş) arasında 480 km boyunca uzanan sol yanal doğrultu atımlı fay sistemidir. DAF, bölgenin en önemli tektonik yapılarından biri olmasına rağmen, özellikle tarihsel deprem ve jeolojik kayma hızı çalışmaları açısından göreceli olarak fakirdir.

Bu tür eksikliklerin giderilmesine katkı koymak amacıyla, TÜBİTAK tarafından desteklenen 121Y283 numaralı proje kapsamında Palu ve Hazar Gölü arasında iki, Hazar Gölü – Pütürge arasında bir lokasyonda olmak üzere toplam üç adet paleosismolojik hendek çalışması yapılmıştır. DAF, Palu'dan güneybatıya doğru tek bir fay kolu ile temsil olurken, Kartaldere Köyü civarında çatallanarak Hazar Gölü'ne kadar iki kol halinde uzanır. Kuzey kol üzerinde yer alan Yeşilova hendeğinde toplam iki (olası üç) adet eski yüzey faylanmasının izi görülürken, son olayı temsil eden kırığın yüzeyin yaklaşık 1 m altına kadar çıktığı belirlenmiştir. Güney kol üzerinde açılan Kartaldere Hendeği'ne ait stratigrafi, baskın olarak göl çökellerinden oluşur. Silt ve kil ağırlıklı katmanların yapısal ilişkisi üç eski olaya işaret eder. Bu hendekte son olayı temsil eden kırığın yüzeyin altına kadar çıktığı görülmektedir. Hazar Gölü'nün güneybatısındaki, Kösebayır Hendeği, 24 Ocak 2020 Sivrice – Elazığ (Mw 6.8) depremi sonrası bölgeye yerleştirilen krip metrenin yanında açılmıştır. İlksel yorumlamalarda hendek tabanında fay izleri görülmüş, ancak yüzeye kadar uzanan kosismik bir yapı belirlenememiştir. Bu üç hendek çalışmasında toplanan ilgili örnekler projenin ilerleyen aşamalarında tarihlendirilecektir.

Önümüzdeki yıl devam etmesi planlanan paleosismolojik hendek ve jeolojik kayma hızı çalışmaları ile DAF'ın Palu ve Pütürge arasında kalan kesiminin sahip olduğu deprem döngüsü veya döngülerinin karakterize edilerek bölge için deprem tehlikesinin ortaya konması hedeflenmektedir. Ayrıca, son yıllarda aynı bölgede süregelen tektonik jeodezi ve sismoloji tabanlı çalışmalar ile bulgularımız karşılaştırılarak, bölgenin en önemli aktif yapısı olan DAF'ın yamulma tarihçesi daha iyi sorgulanabilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Paleosismoloji, Kayma hızı, Doğu Anadolu Fayı, Deprem döngüsü

## Obruk-Bor (NİĞDE) Depremleri'nin Sismotektonik Özellikleri: İç Anadolu

Doğan Kalafat

Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü-BDTİM, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, Türkiye  
([kalafato@boun.edu.tr](mailto:kalafato@boun.edu.tr))

Tuz Gölü havzası, Türkiye'nin en büyük tektonik göllerinden biri olan Orta Anadolu'da belirgin morfolojik izdir. Tuz Gölü havzası KB-GD doğrultulu sediman havzasıdır ve genellikle Tuz Gölü Fay Zonu (TGFZ) olarak adlandırılan KB-GD doğrultulu doğrultu atımlı faylarla sınırlanır. TGFZ, Orta Anadolu'nun 200 km uzunluğundaki en büyük fay zonudur. Ayrıca, TGFZ, oblik sağ yanal doğrultu atımlı faylanma ile karakterize edilen bir tür plaka içi aktif deformasyon zonudur. Aksaray Fayı ve Hasandağı volkanik yükselişmi ile çevrili TGFZ, birkaç yüz yıl boyunca güçlü depremler üretmedi. Anadolu levhasının iç deformasyonu nedeniyle Tuz Gölü ve çevresinde depremsellik oldukça düşüktür. Ancak son yıllarda bölgede meydana gelen birkaç orta dereceli deprem ( $M > 5$ ) ve artçı sarsıntı, TGFZ'nin kuzeybatı kenarının ve özellikle Bala-Kulu'daki ikincil fayların TGFZ'nin aktif parçaları olduğunu göstermiştir. TGFZ boyunca bu faaliyetler nedeniyle, düşük büyüklükte eşik sismik ağı kurularak mikro sismik aktivitenin ( $M < 2.5$ ) izlenmesine karar verilmiştir. Bu amaçla, tüm bölgeyi kontrol etmek için 2010 yılından bu yana altı genişbant sismik istasyonu kurulmuştur. Obruk-Niğde, hakim yönü KB-GD olan TGFZ'nin güney ucunda yer almaktadır. 20 Eylül 2020 Pazar günü, Orta Türkiye'nin Obruk Köyü'nün (Bor-Niğde) yaklaşık 4 km KD'sinde orta büyüklükte ( $M_w = 5.1$ ) deprem meydana geldi. Deprem, son yüzyılda bölgede nadir görülen depremlerden biri olmuştur. Bor ilçesine bağlı Obruk köyünde 143 kerpiç ev hasar gördü. Meydana gelen deprem aktivitesi bölgedeki ana fay zonuna paralel ikincil KB-GD doğrultulu aktif fay segmentlerini harekete geçirmiştir. Bu kapsamda kırılan fay parçası KB-GD doğrultuludur. Depremlerin derinlikleri 8-10 km ve sığ kabuk depremleri aralığında yer almıştır.

Bu çalışmada, 8 depremin ( $M > 4$ ) odak mekanizmaları, geniş bant istasyonlarından moment tensör ters çözüm yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında yapılan fay düzlemi çözümleri, bölgenin doğrultu atımlı rejimin etkisi altında tektonik evrimini sürdürdüğünü ortaya koymaktadır. Moment Tensör çözümleri, ana şok ve önemli artçı şokların, TGFZ'ye KB-GD gidişli sağ yanal doğrultu atımlı faylanmanın hakim olduğunu açıkça ortaya koyduğunu göstermektedir.

Artçı şok konumları, fay düzlemi yönelimleri ile ilişkilidir. Son depremler, bölgedeki TGFZ'deki ana fay segmentlerine paralel küçük fay segmentlerinin varlığını ve aktivitesini ortaya çıkarmıştır. Çalışma kapsamında yapılan stres tensör analizi sonuçları göstermektedir ki, ana gerilme T eksenleri KB-GD yönündedir ve maksimum gerilme P eksenleri KD-GB yönündedir.

Katkı Belirtme:

Bu çalışma Boğaziçi Üniversitesi BAP Projesi No: 16480 tarafından desteklenmiştir. Bu vesileyle Boğaziçi Üniversitesi Araştırma Fonu Komisyonu'na ve değerli üyelerine teşekkür ederiz.

**Anahtar Kelimeler:** Sismotektonik

## Türkiye Çevresindeki Diri Fayların Deprem Üretme Potansiyelleri ve Ülkemize Olası Etkileri

Hilal Domaç Yalçın<sup>a</sup>, Akın Kürçer<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Parametre Araştırma, Bilişim, Planlama Ltd. Şti., Büyükdere Caddesi, Hukukçular Sitesi, No: 24, Daire: 20, 34360, Mecidiyeköy, İstanbul ([hilal.yalcin@parametre.com](mailto:hilal.yalcin@parametre.com))

<sup>b</sup> MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Çukurambar Mahallesi Dumlupınar Bulvarı No: 33/A, 06530 Çankaya, Ankara

Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü tarafından 2013 yılında yayımlanan ve resmî belge niteliği taşıyan Türkiye Diri Fay Haritası'na göre, Ülkemiz sınırları içerisinde 485 adet diri fay bulunmaktadır. Ancak bu harita, Marmara Denizi hariç, Ülkemiz sınırları içerisinde bulunan ve yalnızca kara alanlarında yer alan diri fayları kapsamaktadır. Bununla birlikte, Doğu Akdeniz bölgesinin en aktif deformasyon alanlarından biri olan Türkiye ve çevresinde, Ülkemizi etkileyebilecek mesafede yer alan kıyı ötesi aktif faylar bulunmaktadır.

Ülkemizin güneyinde, Kızıldeniz'den Antakya'ya kadar uzanan Ölü Deniz Fayı ve aktif bir yitim zonunun karşılık gelen Ege-Kıbrıs Yay Sistemi yer almaktadır. Ege Denizi'nde yaklaşık D-B doğrultusunda uzanan normal faylar ve Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun batı uzantıları Ülkemizi tehdit etmektedir. Kuzeyde, Karadeniz kıyı şeridine koşut uzanan Pontid Dikliği ile Gürcistan'dan Karadeniz'e doğru uzanan Büyük ve Küçük Kafkas Bindirme Zonları Ülkemiz için önemli deprem tehlike kaynaklarıdır. Doğuda Ermenistan, Azerbaycan, Nahcivan ve İran içlerine kadar uzanan önemli aktif tektonik yapılar bulunmakta olup, bu yapılardan bazıları son yıllarda orta büyüklükte depremler üretmiştir.

Yukarıda ifade edilen fayların neredeyse tamamı, tarihsel ve aletsel dönemlerde üretmiş oldukları depremler nedeniyle, yerel jeolojik koşullara ve düzensiz yapılaşmaya bağlı olarak Ülkemiz sınırları içerisinde hasara neden olmuşlardır. Bu bildiri yukarıda sözü edilen kıyı ötesi diri fayların Ülkemiz'e olası etkilerine dikkat çekmek amacıyla hazırlanmış olup, bildiride tarihsel ve aletsel dönemlerde meydana gelen kıyı ötesi kaynaklı depremlerden örnekler sunulacaktır.

Ülke ölçeğinde yürütülecek olan aktif tektonik odaklı deprem tehlike çalışmalarında kıyı ötesi diri fayların Ülkemize olası etkilerinin dikkate alınması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ölü Deniz Fayı, Ege-Kıbrıs yay sistemi, Pontid dikliği, Büyük ve Küçük Kafkas bindirme zonu, Diri fay

## Kuşadası Körfezi ve Çevresi Sismo-tektoniğinin 2020 Sisam Depremi ve Sonrası Gelişen Güncel Sismik Aktivite ile İncelenmesi

Figen Eskiköy<sup>a</sup>, Semih Ergintav<sup>b</sup>, Ali Özgün Konca<sup>a</sup>, Uğur Doğan<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Boğaziçi Üniversitesi, KOERI, Jeofizik Anabilim Dalı, İstanbul ([figen.eskikoy@boun.edu.tr](mailto:figen.eskikoy@boun.edu.tr))

<sup>b</sup> Boğaziçi Üniversitesi, KOERI, Jeodezi Anabilim Dalı, İstanbul

<sup>c</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220 Esenler, İstanbul

Genişleme rejimi etkisi altındaki birçok bölge gibi Kuşadası Körfezi de karmaşık bir depremsellik dağılımına ve fay yapılarına sahiptir. Bu sebeple bu çalışmada aktif fay yapılarının dağılımını ve birbirleriyle ilişkisini yorumlamak, güncel tektonik hareket içindeki rolünü anlamak amacıyla çok disiplinli veri setlerinden yararlanılmıştır. 30 Ekim 2020 (Mw 7.0) Sisam Depremi ile başlayan yoğun sismik aktiviteden de faydalanılarak Kuşadası Körfezi içindeki ve karadaki aktif faylar arasındaki ilişki sorgulanmıştır. Bu dönemdeki aktiviteye ek olarak deprem öncesi dönem de ele alınmış ve farklı zamanlarda körfez içinde ve karada görülen artışlar incelenmiştir. Deprem kırılma evrimi modellenmiş, artçı dönemdeki deprem aktivitesi dalga biçimi benzerliğine dayalı küme analiz yöntemleriyle sınıflandırılmıştır. Elde edilen kümelerde meydana gelmiş olan  $M_w \geq 4.0$  büyüklüğündeki depremlerin odak mekanizma çözümleri elde edilerek, kümenin ilişkili olduğu aktif fayın kinematığı belirlenmiştir.

Analiz sonuçları Sisam Depremi'nin adanın kuzeyinde, KG açılma rejimi ile uyumlu DB uzantılı, kuzeye eğimli normal fay üzerinde meydana geldiğini, deprem sırasında yırtılmanın batıya doğru ilerlediğini ve en büyük yer değiştirmenin ( $\sim 2.5$  m) adanın batısında meydana geldiğini göstermektedir. Deprem sonrası gözlemlenen erken dönem artçı şoklar kırığın sonlandığı doğu ve batı uçlarda yoğunlaşmaktadır. Elde edilen odak mekanizması çözümlerinden Sisam Fayı'nın batıda doğrultu atımlı bir fay tarafından kesildiği sonucuna varılmıştır. Doğuda aktivite dağılımı daha karmaşık olmakla birlikte normal fayların yöneliminde farklılıklar olduğu ve depremi oluşturan ana yapının sonlandığı bölgeyi temsil ettiği tespit edilmiştir. Deprem sonrası gelişen artçı depremler zaman içinde öncelikle adanın kuzeyinde yoğunlaşmış ve sonrasında batıda, Ikaria Adası açıklarında aktivite artışı yaşanmıştır. Artçı şokların meydana geldiği dönem içinde, Sisam depremi sonrası gelişen aktivitenin Kuşadası Körfezi'nin kuzeyinde yer alan yanal atımlı KG sistemler ile ilişkisi kurulamamıştır ve körfezin kuzeyinde yanal atımlı faaliyet gözlenmemiştir. Deprem öncesi dönem içinde yapılan sorgulamalar bölgede bu tür bir uzanımı destekleyecek sismolojik bir çözüm vermemiştir. Genel olarak, güncel aktivitenin baskın karakterinin normal faylar tarafından oluşturulduğu ve bu fayları sınırlayan yanal atımlı faylar ile bölgedeki farklı sistemler arasında gerilme transferinin doğudan batıya doğru gerçekleştiği görülmektedir. Küme analizi ile kestirilen yapısal unsurlar ve bunlara ait odak mekanizması çözümleri temel alınarak gerçekleştirilen Coulomb modellemesi de gözlemsel yorumlarımızı desteklemektedir.

Bu çalışma Boğaziçi Üniversitesi BAP projeleri Proje No: 18761 kapsamında desteklenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kuşadası körfezi, Sisam

### 30 Ekim 2020 Sisam Depremi Sonrası Artçı Deprem Gözlemleri

Mehmet Ergin<sup>a</sup>, Ekrem Zor<sup>a</sup>, Adil Tarancıoğlu<sup>a</sup>, Ahmet Ökeler<sup>a</sup>, Cengiz Tapırdamaz<sup>a</sup>, Aylin Karaaslan<sup>a</sup>, Ahmet Yörük<sup>a</sup>

<sup>a</sup> TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM), 41470 Gebze Kocaeli ([mehmet.ergin@tubitak.gov.tr](mailto:mehmet.ergin@tubitak.gov.tr))

İzmir ili Seferihisar ilçesi açıklarında Sisam adasının kuzeyinde 30 Ekim 2020 tarihinde yerel saat ile 14:51'de orta büyüklükte şiddetli bir deprem meydana gelmiştir. TÜBİTAK-MAM Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından moment büyüklüğü  $M_w = 7.0$  olarak belirlenen depremin meydana geldiği alanda tarihsel ve aletsel dönemde pek çok yıkıcı deprem etkinliği gözlenmiştir. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü, artçı şokları izlemek amacıyla ana şoktan 18 saat sonra 8 adet sayısal 3 bileşenli geçici bir yerel sismik ağ kurarak artçı depremleri izlemeye başlamıştır. Depremlerin merkez üsleri ve odak mekanizmalarını hassas ve güvenilirlikle belirlemek için istasyonlarla yeterli geometrik ve azimut dağılım sağlanmış, bunlara ek olarak diğer bölgesel ağların (KOERI, AFAD, NOA, GEOFON) verilerinden de yararlanılmıştır. Verilerin sadece 2 haftalık kısmı değerlendirilmiş olup yaklaşık  $0.2 < ML < 5.3$  büyük aralığındaki binlerce kayıt incelenerek 7500 civarında deprem çalışılmıştır. Yüksek doğruluğa sahip deprem dağılımı ve odak mekanizmaları ile fay zonunun yapısı analiz edilmiştir. Ana şokun meydana geldiği alanda, yaklaşık Doğu-Batı uzanımlı ve kuzeye dalımlı olan Kaystrios Fayı bulunmaktadır. Elde edilen moment tensör çözümü ve depremin merkez üssü, depremin bu fay üzerinde meydana geldiğini işaret etmektedir. Yapılan değerlendirmelere göre artçı şok dağılımı, ana şokun meydana geldiği Sisam adası önünde genellikle 5 ila 20 km arasındaki derinliklerde en yoğun bir kümelenme göstermektedir. Bu kümelenmedeki fay mekanizma çözümleri genel olarak D-B yönelimli normal fayları temsil etmektedir. Bu ana kümelenme dışında 3 tanesi batısında ve bir tanesi güney doğusunda Dilek yarımadası arasında olmak üzere yoğun kümelenmeler gözlenmiştir. Batıdaki kümelenmelerin KD-GB yönelimlerde olduğu ve hesaplanan deprem mekanizma çözümlerinin de bu yönetime uyumlu bir şekilde faylanma gösterdikleri gözlenmiştir. Dilek Yarımadası ve Sisam adası arasındaki kümelenmede ise daha çok baskın olarak DKD yönelimli doğrultu atım faylanmalar dikkat çekmektedir. Elde edilen bulgular bölgenin tektonik unsurları ile de ilişkilendirilerek sunulacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Sisam depremi, Tektonik, Sismik ağ

## Batı Anadolu Hız Modelleri Çalışma Grubu: Moment Tensor Çözümleri için Hız Modeli Testleri

Mehmet Utku<sup>a,e</sup>, Recep Çakır<sup>b</sup>, Doğan Kalafat<sup>c</sup>, Hasan Sözbilir<sup>d,e</sup>, Mustafa Softa<sup>d</sup>, Oya Ankaya Pamukçu<sup>a,e</sup>, Ayça Çırmık<sup>a</sup>, A. Hüsni Eronat<sup>f</sup>

<sup>a</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir  
([mehmet.utku@deu.edu.tr](mailto:mehmet.utku@deu.edu.tr))

<sup>b</sup> Olympia, Washington State, USA

<sup>c</sup> Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 34684 Çengelköy, İstanbul

<sup>d</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir

<sup>e</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, (DEÜ-DAUM), 35390 Buca, İzmir

<sup>f</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, 35330 İnciraltı, İzmir

Moment tensör dalga-şekli tersçözümü için Yerkabuğu hız modellerinin sağlıklı olması gerekir. Bunun için, Ege Bölgesi'nde 1-boyutlu iki model denenmiştir. Bunlar WUS (Western United States) ve WAT1 (Western Anatolian, version-1) modelleridir. WUS modeli Herrmann (2008, 2013) tarafından, WAT1 modeli ise IASPE91 (Kennett & Engdahl, 1991) ile Crust 2.0 (Bassin, Laske, Masters; 2000) modelinin birleştirilmesiyle, DEÜ-DAUM çalışma grubu tarafından oluşturulmuştur. Bu modeller, 31 Ağustos 2022 (10:10:10UTC  $M_w=5.3$  H=8 km) Sisam Adası güneyi Ege Denizi depremi üzerinde ilksel olarak, CPS 3.30 (Herrmann; 2011, 2022) paketi çerçevesinde bölgesel moment tensör çözümü için uygulanmıştır. WAT1 modeli, bölgede yaygın olarak kullanılan modellere göre sedimanter katmanın daha belirginleştirildiği modeldir. Bu iki model, genel olarak, Batı Anadolu'daki kabuk kalınlığı, elastik kalınlık ve deprem odak derinliği dağılımlarına dayalı yapılan, özellikle 6-8 km ile 26-30 km arasındaki hız değişimlerinin gözlemlendiği diğer çalışmalarla da uyumludur. Green fonksiyon hesaplamalarında kullanılan toplam hız modeli boyutu, 40 km'dir.

WAT1-WUS ilksel-basit karşılaştırması sonucu, moment tensör elemanlarında, sığ derinlikli olmayan ( $\geq 5$ km) ve  $M \geq 3.8$  olan depremler için, önemli bir farklılığın oluşmayacağı öngörülmektedir. Ayrıca, çalışma kapsamında seçilen kaynak derinliği ve çeşitli istasyon uzaklıklarında, bu iki modelin yanında, diğer mevcut yayımlanmış ve kullanılan hız modellerinin Green Fonksiyonları karşılaştırılmıştır. Test çalışmalarımız diğer depremler için de devam etmekte olup, elde edilen çözümler diğer bölgesel ve küresel kurumların moment tensör çözümleri ile karşılaştırmalı olarak DEÜ-DAUM URL üzerinden verilmektedir.

Gerek ortam gerek sismik kaynak çalışmalarında, güvenilir hız modeline olan ihtiyaç, sürekli artmaktadır. Bu durum, bölgesel ve yerel deprem çözümlerini daha doğru bir seviyeye taşımak için ve uzun vadede şehir bazlı sismik tehlike haritalarının hazırlanmasında kullanılabilecek, Batı Anadolu kapsamında paydaşları olan dinamik bir hız modeli çalışma grubuna ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Batı Anadolu, Yerkabuğu hız modeli, Deprem, Moment tensör çözümü, Hız modelleri çalışma grubu



## Western Anatolia Community Velocity Group: Crustal Velocity Model Tests for Moment Tensor Analysis

Mehmet Utku<sup>a,e</sup>, Recep Çakır<sup>b</sup>, Doğan Kalafat<sup>c</sup>, Hasan Sözbilir<sup>d,e</sup>, Mustafa Softa<sup>d</sup>, Oya Ankaya Pamukçu<sup>a,e</sup>, Ayça Çırmık<sup>a</sup>, A. Hüsni Eronat<sup>f</sup>

<sup>a</sup> Department of Geophysical Engineering, Dokuz Eylül University, Engineering Faculty, TR-35390 Buca, İzmir ([mehmet.utku@deu.edu.tr](mailto:mehmet.utku@deu.edu.tr))

<sup>b</sup> Olympia, Washington State, USA

<sup>c</sup> Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, Boğaziçi University, TR-34684 Çengelköy, İstanbul

<sup>d</sup> Department of Geological Engineering, Dokuz Eylül University, Engineering Faculty, TR-35390 Buca, İzmir

<sup>e</sup> Earthquake Research Center, Dokuz Eylül University (DEU-ERC), TR-35390 Buca, İzmir

<sup>f</sup> Institute of Marine Sciences and Technology, Dokuz Eylül University, TR-35330 İnciraltı, İzmir

Moment tensor waveform inversion requires accurate crustal velocity models. For this reason, we tested mainly two 1-D velocity models for moment tensor analysis in the Aegean Region. These are the WUS (Western United States) and WAT1 (Western Anatolian, version-1) models. The WUS model was developed by Herrmann (2008, 2013), while the WAT1 model was generated by the DEU-ERC working group using IASPE91 (Kennett & Engdahl, 1991) and Crust 2.0 (Bassin, Laske, Masters; 2000). These models were first applied to the regional moment tensor analysis in CPS 3.30 (Herrmann; 2011, 2022) package for the 31 August 2022 (10:10:10UTC  $M_w=5.3$   $H=8$  km) earthquake, south of Samos Island, Aegean Sea. The WAT1 is the model in which the sedimentary layer is made more specified than the WUS and other commonly used models in the region. Generally, these two models are compatible with other studies based on crustal/elastic thicknesses and earthquake focal depth distributions in Western Anatolia, especially for observed velocity changes at depths of 6-8 km and 26-30 km. The total velocity model size used in the Green's function calculations is 40 km.

As a result of an initial comparison of the WAT1-WUS, it shows no significant difference in the moment tensor elements for non-shallow ( $\geq 5$  km) and small-to-moderate ( $M \geq 3.8$ ) earthquakes. In addition, the Green Functions of these two models as well as other existing published and used velocity models were compared at a selected focal depth and various station distances. Our test work is also ongoing for other earthquakes and the moment tensor solutions, given through the DEU-ERC URL site, are comparable to moment tensor solutions of the other regional and global earthquake data centers.

In both crustal structure modeling and seismic source studies, the need for a reliable velocity model is constantly increasing. This condition shows the need for a "community velocity model working group" with stakeholders within the scope of Western Anatolia to test and/or validate proposed and/or published velocity models that can be used in regional and local earthquake solutions and simulations, and in urban seismic hazard mapping efforts.

**Keywords :** Western Anatolia, Crust Velocity Model, Earthquake, Moment Tensor Solution, Community Velocity Working Group

## Honaz Fayı ve Çevresinin Depremselliği ve b-Değerinin Dağılımı

Fatma Figen Altınoğlu<sup>a</sup>, Gülten Polat<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Pamukkale Üniversitesi, 20017, Denizli, Türkiye  
([faltinoglu@pau.edu.tr](mailto:faltinoglu@pau.edu.tr))

<sup>b</sup> İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yeditepe Üniversitesi, 26 Ağustos Yerleşkesi, Kayışdağı Cad. 34755, İstanbul, Türkiye

Türkiye'nin Batı kesiminde Denizli ili içerisinde yer alan Honaz Fayı ve çevresi 'nin depremselliği yüksek olan bir bölgedir. 20 Eylül 1900-25 Temmuz 2022 tarihleri arasında 28.90°-29.50° D boylamları ile 37.60°-37.90°N enlemleri arasında kalan bölgede meydana gelen 2105 deprem Gutenberg-Richter yöntemi ile analiz edilerek bölgenin sismotektonik a ve b değerleri hesaplanmıştır. Bu çalışmada, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü-Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi (KRDAE-BDTİM)'nin deprem veri seti kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda, b değeri 'nin mekânsal dağılımın çalışma alanında heterojen bir dağılıma sahiptir. Tüm çalışma bölgesi için b değeri 1.29 'dır. Babadağ Fayı'nın güneyi (28.9-29D ile 37.7-37.8K) hakkında bu çalışma kapsamında, bölgede deprem aktivitesi olmadığından dolayı bilgi üretilememiştir. Bu çalışmada gözlenen yüksek veya düşük b değeri, sismik tomografi ve kabuk anizotropisi ile karşılaştırılmadı. Bölge için bugüne kadar yapılmış benzer bir çalışma olmadığından sismik tomografi ve kabuk anizotropisi çalışması bölge için gelecekteki örnek bir çalışma olarak önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Honaz fayı, Depremsellik, b-değeri, Batı Anadolu, Stres

## Batı Anadolu Moment Tensör Kataloglama ve Deprem Bilgi Sistemi Test Çalışmaları

Mehmet Utku<sup>a,d</sup>, Recep Çakır<sup>b</sup>, Hasan Sözbilir<sup>c,d</sup>, Mustafa Softa<sup>c</sup>, Oya Ankaya Pamukçu<sup>a,d</sup>, Ayça Çırmık<sup>a</sup>, A. Hüsnü Eronat<sup>e</sup>, Doğan Kalafat<sup>f</sup>

<sup>a</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir  
([mehmet.utku@deu.edu.tr](mailto:mehmet.utku@deu.edu.tr))

<sup>b</sup> Olympia, Washington State, USA

<sup>c</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir

<sup>d</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, (DEÜ-DAUM), 35390 Buca, İzmir

<sup>e</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, 35330 İnciraltı, İzmir

<sup>f</sup> Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 34684 Çengelköy, İstanbul

Batı Anadolu, Türkiye'nin sismik olarak en aktif bölgesidir. Bu bölgede oluşabilecek hasar yapıcı bir depremden hemen sonra toplanan detaylı ve güvenilir ilksel bilgi, oluşabilecek zararların azaltılması çalışmalarına temel oluşturur.

Bu bağlamda, Dokuz Eylül Üniversitesi-Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi (DEÜ-DAUM) tarafından test çalışmalarına, Ege Bölgesi'nde oluşan  $M \geq 3.5$  depremlerin hemen sonrası detaylı moment tensör kaynak mekanizma çözümleri yapılarak başlanmıştır. Yapılan çözümlerin kataloglanması, bölgesel sismik tehlike haritalamaları için temel bilgiyi oluşturur. İlk aşamada, İzmir merkez olmak üzere yaklaşık 300 km yarıçaplı bir alanın bölgesel deprem kaynak mekanizma çözümlerinin test çalışmaları, DEÜ-DAUM tarafından CPS 3.30 (Herrmann; 2011, 2022) paketi kullanılarak diğer yerel ve küresel sismolojik ağların bölgesel ( $M \geq 3.5$ ) ve telesismik ( $M \geq 5.0-5.5$ ) çözümleriyle karşılaştırmalı olarak yapılmıştır.

DEÜ-DAUM çözümlerimiz, ulusal (AFAD, KRDAE) ve uluslararası (ORFEUS-EIDA, IRIS) geniş bir sismik istasyon ağına dayalıdır. Bu çözümlerimiz, diğer yerel ve bölgesel otomatik çözümlerin aksine sismolojik (kaliteli sinyallerin ayıklanması, süzgeç parametrelerinin seçimi vs.) ve yerel-sismotektonik (düğüm düzlemi tercihleri) değerlendirmeleri içeren daha güvenilir moment tensör kataloglamasına yöneliktir. Bu türde detaylı yapılan çözümler, depremin oluşumundan en geç 2 saat sonra DEÜ-DAUM URL sitesinden duyurulmaktadır. Böylece, Batı Anadolu'da depremin hemen sonrası ve uzun dönemli çalışmalara daha kaliteli veri sağlanması mümkün hâle gelmektedir. Bu bilgiler, bölgesel sismik tehlike haritalaması ve sismik gerilmenin daha iyi anlaşılabilmesinde temel oluşturmaktadır.

Ayrıca, bizim çözümlerimiz, bölgesel büyüklük ölçekleme ilişkileri ( $M_w-M_L$ ,  $M_w-M_d$  gibi) üzerine daha ayrıntılı ve karşılaştırmalı bilgi sağlamaktadır. Çünkü, sistemimiz AFAD, KRDAE ve diğer bölgesel ve küresel çözümleri de içerdiğinden yerel olarak en geniş bilgileri Ege Bölgesi için sunmaktadır. Bu deprem kataloglama ve bilgilendirme sistemi içerisinde, Ege Bölgesi'ndeki önemli hasar yapıcı depremler, DEÜ-DAUM araştırmacıları tarafından sismolojik (deprem ve mühendislik sismolojisi), jeodezik (GPS, InSAR, depreme bağlı stres dağılımı) ve jeolojik (aktif tektonik ve mühendislik jeolojisi) değerlendirmeler ışığında rapor edilmektedir. Test aşamasındaki bu sistem, AFAD, KRDAE ve EMSC gibi veri sağlayıcıların bilgi kümesine daha detaylı yerel bilgiler katmış olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Ege denizi, Ege bölgesi, Deprem Bilgi Sistemi, Moment tensör kataloglama

## Western Anatolia Moment Tensor Cataloging and Earthquake Information System Test Studies

Mehmet Utku<sup>a,d</sup>, Recep Çakır<sup>b</sup>, Hasan Sözbilir<sup>c,d</sup>, Mustafa Softa<sup>c</sup>, Oya Ankaya Pamukçu<sup>a,d</sup>, Ayça Çirmik<sup>a</sup>, A. Hüsnü Eronat<sup>e</sup>, Doğan Kalafat<sup>f</sup>

<sup>a</sup> Department of Geophysical Engineering, Dokuz Eylül University, Engineering Faculty, TR-35390 Buca, İzmir ([mehmet.utku@deu.edu.tr](mailto:mehmet.utku@deu.edu.tr))

<sup>b</sup> Olympia, Washington State, USA

<sup>c</sup> Department of Geological Engineering, Dokuz Eylül University, Engineering Faculty, TR-35390 Buca, İzmir

<sup>d</sup> Earthquake Research Center, Dokuz Eylül University (DEU-ERC), TR-35390 Buca, İzmir

<sup>e</sup> Institute of Marine Sciences and Technology, Dokuz Eylül University, TR-35330 İnciraltı, İzmir

<sup>f</sup> Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, Boğaziçi University, TR-34684 Çengelköy, İstanbul

Western Anatolia is the most seismically active region of Turkey. Detailed and reliable preliminary information collected immediately after a potentially damaging earthquake, is essential for the studies reducing possible future damages in the region. In this context, the test studies were started by Dokuz Eylül University-Earthquake Research and Application Center (DEU-ERC) by making detailed moment tensor source mechanism solutions immediately after the  $M \geq 3.5$  earthquakes that occurred in the Aegean Region. Cataloging the solutions made is the essential information for regional seismic hazard mappings.

As a first step, test studies of regional earthquake source mechanism solutions within a radius of approximately 300 km, with Izmir as the center, were carried out by DEU-ERC using the CPS 3.30 (Herrmann; 2011, 2022) package in comparison with the regional ( $M \geq 3.5$ ) and teleseismic ( $M \geq 5.0-5.5$ ) solutions of other local and global seismological networks. DEU-ERC solutions are based on a wide network of seismic stations, national (AFAD and KOERI) and international (ORFEUS-EIDA and IRIS). Unlike other local and regional automated solutions, our solutions are for more reliable moment tensor cataloging including seismological (signal editing, optimum filter selection, etc.) and local-seismotectonics (nodal plane preferences) evaluations. Such detailed solutions are disseminated from the DEU-ERC URL website in 2 hours after the occurrence of the earthquake. Thus, it is possible to provide better quality data for the aftermath and long-term earthquake studies in Western Anatolia. This information forms the basis for regional seismic hazard mapping and a better understanding of seismic stress.

In addition, our solutions provide more detailed and comparative information on regional magnitude scaling relationships (i.e.,  $M_w-M_L$ ,  $M_w-M_d$ ). Because our system includes AFAD, KOERI and other regional and global solutions, it locally provides a broader earthquake information for the Aegean Region. Within this earthquake cataloging and information system, damaging earthquakes in the Aegean Region are reported by DEU-ERC researchers based on reviews of preliminary seismological (earthquake and engineering seismology), geodesic (GPS, InSAR, earthquake-related stress distribution) and geological (active tectonics and engineering geology) data. We anticipate that this prototyping earthquake information model will eventually contribute to other data providers such as AFAD, KOERI and EMSC.

**Keywords:** Aegean Sea, Aegean Region, Earthquake Information System, Moment Tensor Cataloging

## Marmara Bölgesinde KAF Kuzey Kolunun 478-1912 Tarihsel Depremleri

Cenk Yalıtırak<sup>a</sup>, Murat Şahin<sup>a</sup>

<sup>a</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Maslak İstanbul ([yaltirak@itu.edu.tr](mailto:yaltirak@itu.edu.tr))

Marmara Denizi kıyılarında 478 yılından günümüze etkin olan deprem kayıtları çeşitli kataloglarla yayınlanmıştır. Bu katalogların teknik olarak verdikleri lokasyonlar herhangi bir fay haritasına dağıtılmamıştır. Marmara'da sismojenik segmentlere göre yapılmış tarihsel depremleri açıklayan farklı fay paternlerine dayanan ivme senaryolarına dayanan bir dağılım en sağlıklı sonucu verebilir. Bu çalışmada farklı çalışmalarda önerilen fay segmentlerine göre tarihsel depremler fay modeline göre farklı büyüklüklerde ve etki alanındadır. Bu modeller ancak eski kentler ve mega yapıların hasarları ile karşılaştırılabilmektedir. 478 yılından başlayarak depremler Marmara kentlerinde hasar bırakmışlardır. Tarihsel kayıt 287 depremden oluşur. Bunların içinde sadece 37 si iki ve daha fazla yerleşimi yıkmıştır. Diğer depremlerde ise bir yerde hasar kısmen olmakla birlikte 250 depremin Marmara bölgesinde herhangi bir yerde olduğu var sayılabilir. Bu depremleri değerlendirdiğimizde doğudan batıya yıkım merkezleri dikkate alınarak 7 grup ayırtlanmış bunların birbiri ile kesiştiği alanlar olduğu görülmüştür. Bu durumda doğudan batıya göç eden 6 deprem serisi bulunmaktadır. Sadece bir seride 3 deprem tüm Marmara'yı etkilemiş Bolu-Gelibolu arasında etkili olmuştur. 557-989-1509 depremleri Marmara'da Tekirdağ- İzmit arasında yıkıcılığı kayıt altına alınmıştır. Diğer 5 seri, 6 depremle temsil olan bölgeleri göstermektedir. Özellikle günümüz çalışmalarında yapılacak senaryolarda tarihsel depremlerin hasarlarına bakarak depremi oluşturan fayın hangisi olduğu modellenilebilir. Bunun için GPS hızları son 1500 yılda 19 mm/yıl olarak faylara atanmış ve azalım ilişkilerine dayalı ivme modelleri ile bu çalışmada test edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Marmara, Tarihsel deprem, Fay segmentasyonu, İvme modelleme

## Deprem ile Tetiklenen Türbidit-Homojenit Birimlerinin Oluşumunu ve Kalınlığını Etkileyen Faktörler, Kuzey Anadolu Fayı, Marmara Denizi

Nurettin Yakupoğlu<sup>a</sup>, Gülsen Uçarkuş<sup>a</sup>, Pierre Henry<sup>b</sup>, K. Kadir Eriş<sup>a</sup>, M. Namık Çağatay<sup>a</sup>

<sup>a</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, EMCOL Uygulama Araştırma Merkezi, Maden Fakültesi, Ayazağa, 34469 İstanbul, Türkiye ([yakupoglu@itu.edu.tr](mailto:yakupoglu@itu.edu.tr))

<sup>b</sup> Aix Marseille Univ, CNRS, IRD, INRAE, Coll France, CEREGE, Aix-en-Provence, France

Depremle tetiklenen kütle akıntı çökelleri sualtı paleosismoloji çalışmalarında uzun ve kısa dönem deprem döngülerinin tespitinde bir araç olarak kullanılmaktadır. Özellikle, türbidit-homojenit birimleri (THB) derin sedimanter havzalarda fay aktivitesi ve deprem tekrarlanma aralığı hakkında önemli veriler sağlamaktadır. Kuzey Anadolu Fayı'nın Kuzey kolu Marmara Denizi'nde İzmit Körfezi'nden başlayarak sırası ile Çınarcık, Kumburgaz, Orta ve Tekirdağ havzalarını keserek Gelibolu'dan Saros Körfezi'ne bağlanmaktadır. Marmara Denizi sedimanter havzalarının morfolojik yapıları, kanyon aktiviteleri ve hemipelajik sedimanların çökelim hızları iyi bilinmektedir. Bu nedenle Marmara Denizi türbidit paleosismolojisi çalışmaları için Dünya'da bulunan ideal bölgelerden biridir. THB'ler litolojik, dokusal, fiziksel ve jeokimyasal yönleri ile birçok çalışmada karakterize edilmiştir. Fakat bu birimler ile depremler arasındaki ilişki güvenilir kriterlere dayandırılmamış olduğu için yanlış yorumlamalara sebebiyet verebilmektedir. Marmara Denizi'ni kapsayan çalışmalarda, kullanılan karotların lokasyonları, havzaların morfolojileri ve iklimsel/oşinografik faktörlerin etkileri THB'lerin depremle ilişkilendirilmesinde problemlere yol açmaktadır. Bu birimlerin oluşmasındaki diğer faktörler ile depremlerin tetikleyiciliği güvenilir kriterlere dayandırılmalıdır. Bu çalışma kapsamında Marmara Denizi'nde, Orta Havza, Kumburgaz Havzası ve Çınarcık Havzası'ndan alınan piston ve gravite karotlarında fiziksel, kimyasal ve manyetik analizler ile THB'lerin stratigrafik sınırları keskin bir şekilde belirlenmiştir. Kumburgaz Havzası'ndan geçen Orta Sırt segmentinin, 1766, 1509, 1343-4, 1296, 740 gibi büyük tarihsel depremler ile ilişkisi elde edilen karot verilerinin radyonüklid ve radyokarbon tarihlendirme yöntemleri vasıtasıyla ilk defa bu çalışmada ortaya çıkartılmıştır. Çalışma kapsamında incelenen havzaların son 6 bin senelik dönemi kıyaslandığında, Orta Havza'da 22 THB, Kumburgaz Havzası'nda 37 THB ve Çınarcık Havzası'nda 17 THB belirlenmiştir. Son 6 bin yıllık zaman dilimi içinde elde edilen bu farklı sayılar, havza özelindeki çökelim aralıkları göz önüne alındığında THB çökelinin her havzada farklı süreçlerden etkilenmiş olabileceğini göstermektedir. THB birimlerden elde edilen yaşlar bu çalışmada deprem tekrarlanma aralığı yerine THB çökelleme aralığı olarak değerlendirilmiştir. Kumburgaz Havzası'ndan alınan karot verilerinde Marmara Denizi'nin gösel dönemine kadar uzanan sedimantolojik kayıta gösel (235±85 yıl) ve denizel (174±112 yıl) dönemler arasında türbidit çökeli arasında da farklılıklar tespit edilmiştir. Uzun dönem deprem döngüleri kapsamında, THB çökelleme aralıklarındaki farklılıkların, iklimsel ve oşinografik koşullar nedeni ile olduğu ortaya çıkmaktadır. THB kalınlıkların dönemsel ve havzalar arasında farklılık göstermesi de deprem büyüklüğünün bir göstergesi olmaktan çok, dönemsel sedimantasyon ve kanyon aktivitesi ile alakalı olduğu gözlenmektedir. Fakat birçok havzada elde edilen aynı yaş aralığına sahip THB'lerin deprem ile tetiklendiği görülmektedir. Sonuç olarak, paleosismoloji için güvenilir veri oluşturması açısından THB'lerin çökeli ve kalınlıkları, Marmara Denizi'nin sediman girdisindeki değişikliklere, karot lokasyonlarına, deniz/göl su seviyesi değişimleri ile ilişkili olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Sualtı paleosismolojisi, Türbidit-Homojenit, Kuzey Anadolu Fayı, Marmara denizi



## **Aktif Doğrultu Atımlı Faylar Üzerinde Gelişen Çek-Ayr (Pul-Apart) Havzaların Jeotermal Enerji Özelliklerinin Uydu Verileri, Tektonik, Jeolojik ve Su Kimyası Çalışmaları ile İncelenmesi: Edremit (Balıkesir) Havzası**

Önder Kayadibi<sup>a</sup>, Şule Gürboğa<sup>b</sup>, Hafize Akıllı<sup>c</sup>, Serap Arıkan<sup>a</sup>, Sevilay Tan<sup>a</sup>, Zehra Devenci Aral<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Uzaktan Algılama ve CBS Koordinatörlüğü, Ankara ([okayadibi@gmail.com](mailto:okayadibi@gmail.com))

<sup>b</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Aktif Tektonik ve Deprem Araştırmaları Koordinatörlüğü, Ankara

<sup>c</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, Ankara

<sup>d</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, Ankara

Aktif kıta içi doğrultu atımlı faylar üzerinde gelişen çek-ayır (pull-apart) havzalar; kabuk yapısının incelenmesi, ısı-akışkan dolaşımı ve taşınması için uygun ortamları sağlaması sebebiyle jeotermal enerji açısından önemlidir. Bu sebeple Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS) üzerinde bazıları çek-ayır karakterde olan havzalar, jeotermal enerji açısından potansiyellerini incelemek değerlendirmek amacıyla MTA Genel Müdürlüğü tarafından “Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Doğu Anadolu Fay Zonu Boyunca Gelişmiş Havzaların Jeotermal Enerji Potansiyellerinin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Yöntemleri ile İncelenmesi” başlıklı proje kapsamında çalışılmıştır. Bu kapsamda değerlendirilen havzalardan biri Edremit (Balıkesir) Havzası’dır. Çalışma dâhilinde özellikle uzaktan algılama, tektonik, jeolojik ve su kimyası araştırmaları yapılmıştır.

ASTER, Landsat 8 ve Landsat 7 ETM+ uydu görüntülerinin gece ve gündüz çekim termal bantları kullanılarak yüzey sıcaklık değerleri (land surface temperature-LST) hesaplanmıştır. Ayrıca ASTER görüntülerinin görünür-yakın kızılötesi (VNIR) ve kısa dalga kızılötesi (SWIR) bölgedeki spektral bantların analizleri ile jeotermal sistemler ile ilişkili hidrotermal alterasyon anaomali alanları belirlenmiştir. ALOS Palsar-1 Suni Açıklı Radar (SAR-Synthetic Aperture Radar) görüntülerinin Küçük Temel Alt Kümesi İnterferometri (Small Baseline Subset-SBAS) analizi yapılarak yüzeysel deformasyonlar (çökme, yükselme vb.) incelenmiştir.

Jeotermal sistemlerde; ısı-akaşkan dolaşımı ve taşınmasına yardımcı olması sebebiyle fay ve fay sistemleri oldukça önemlidir. Mevcut literatür bilgisi ve arazi çalışmaları ile havzanın jeotermal enerji değerlendirmeleri için temel oluşturacak tektonik yapı haritası hazırlanmış ve jeotermal enerji arama çalışmalarında dikkat edilmesi gereken fay doğrultularını ortaya çıkarmak için kinematik analizler yapılmıştır. Su kimyası çalışmaları ile bilinen jeotermal kaynakların kimyasal özellikleri ortaya konmuştur. Jeolojik çalışmalar ile bölgede bir jeotermal sistemde ısıtıcı, rezervuar ve örtü olabilecek birimler tanımlanmıştır. Çalışma kapsamında elde edilen tüm alansal katmanlar coğrafi bilgi sistemi ortamında değerlendirilmiş ve jeotermal enerji aramaları için önemli olası hedef alanlar belirlenmiştir. Bilinen jeotermal kaynaklar kullanılarak elde edilen sonuçların doğrulanması ve başarı oranı değerlendirilmiştir.

Tektonik çalışma sonuçları ve literatür bilgisi doğrultusunda Havza’nın K-G doğrultulu genişlemeli gerilme (stress) etkisinde olduğu bilinmektedir. LST anomali değerlerinin, hesaplanan rezervuar sıcaklıkları ile uyumlu şekilde çevrelerine göre göreceli yüksek sıcaklık değerleri verdiği tespit edilmiştir. Yüksek LST değerleri, KAFS’in ana doğrultusunda D-B yönelimli fay ve fay sistemleri ile uyumlu olduğu ortaya çıkmıştır. Çalışmalarda elde edilen bulgular, özellikle termal uydu görüntü analizlerinin tektonik, jeolojik ve hidrojeolojik veriler ile birlikte değerlendirildiğinde oldukça başarılı sonuçlar ürettiğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Tektonik, Uzaktan algılama, Yüzey sıcaklık analizleri, Edremit (Balıkesir) havzası



## Batı Anadolu Genişleme Rejimi Kuzey Anadolu Fay Zonu'na kadar uzanıyor mu? Bursa Havzası'ndan yeni saha gözlemleri ve kinematik veriler, KB Türkiye

Elif Çakır<sup>a,b</sup>, Bora Uzel<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tınaztepe Kampüsü, 35160 Buca, İzmir

<sup>b</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Kampüsü, 35160 Buca, İzmir  
([bora.uzel@deu.edu.tr](mailto:bora.uzel@deu.edu.tr))

Bursa Havzası, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun doğrultu atımlı deformasyonu ile Batı Anadolu Genişleme Rejimi'nin etkileşime girdiği eşsiz bir konuma sahiptir. İki farklı tektonik rejim arasındaki karmaşık etkileşim nedeniyle, kuzeyde baskın olan doğrultu atımlı tektonik ile güneyde (Ege-) Batı Anadolu Genişlemeli Rejimi arasındaki sınır için çeşitli kinematik ve havza gelişim modelleri önerilmiştir. Bursa Havzası genel olarak Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun güney koluna ait bir Holosen çek-ayır havza olarak tanımlanırken, bazı çıkarımlar arasında genişleme kökenini yansıtan bir yarı-graben olduğu da yer almaktadır. Bu havzanın detaylı bir şekilde ele alınması, Batı Anadolu Genişleme Rejimi'nin Kuzey Anadolu Fay Zonu ile olan olası ilişkisinin ortaya konması açısından çok önemlidir. Bununla birlikte, aktif fay segmentleri doğrudan ülkemizin en kalabalık yerleşim yerlerinden biri ve sanayi açısından çok önemli olan Bursa şehrinden geçmektedir. Bu nedenle Bursa Havzası'nın evrimsel anlamda kökeni, bölgenin deprenselliği açısından kritik bir değere de sahiptir.

Bu motivasyon ile, öncelikle Bursa Havzası'nın Miyosen'den itibaren stratigrafisi ortaya konmuş, havza boyunca saptanan faylar haritalanarak aktif (Kuvaterner ve Holosen) aktif olmayan (Kuvaterner öncesi) faylar tanımlanmıştır. Saha gözlemlerimize göre, Kuvaterner öncesi faylar genellikle KD-GB doğrultulu, Kuvaterner ve Holosen fayları ise D-B yönlüdür. Bu çalışmada saptanan yeni kinematik veriler kullanılarak gerçekleştirilen paleostres analiz çalışmaları, bölgenin Miyosen'den beri iki farklı deformasyon evresi yaşadığını göstermektedir. İlk evre, Kuvaterner öncesinde yer alan KD-GB uzanımlı doğrultu atımlı bir deformasyonu karakterize eden yataya yakın, KD-GB yönlü maksimum ve KB-GD yönlü minimum ana asal gerilmeler ile tanımlanır. Bursa Havzası'nın oluştuğu ikinci evre ise, D-B yönlü normal faylanma ile karakterize olan ve en büyük ana asal gerilmenin düşeyde konumlandığı bir paleostres dağılımı ile tanımlanmaktadır. Elde ettiğimiz sonuçlara göre bu evre aynı zamanda, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun bölgeye ilerleyerek ve Batı Anadolu Genişleme Rejimi'nin etkisi altına girdiği, bu etki sebebiyle zonun orta ve güney kolları arasında transtansiyonel rotasyona uğramış çek-ayır havzalarının geliştiği dönemdir. Bu yeni havza gelişim modeli, Güney Marmara'daki en genç havzaları açıklamaya daha uygundur. Bu çalışma bildirinin ilk ismi olan yazarın lisansüstü tezi kapsamında hazırlanmış olup 117R011 nolu Tübitak projesi tarafından desteklenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kuzey Anadolu fay zonu

## Kuzey Anadolu Makaslama Zonu Boyunca Yamulma Paylaşımı: Düzce ve Mudurnu Vadisi Segmentleri, Doğu Marmara

Havva Neslihan Kiray<sup>a</sup>, Tohid Nozad Khalil<sup>a</sup>, Taylan Sançar<sup>b</sup>, Cengiz Zabcı<sup>a</sup>, Ziyadin Çakır<sup>a</sup>, Semih Ergintav<sup>c</sup>

<sup>a</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469, Sarıyer, İstanbul ([kiray20@itu.edu.tr](mailto:kiray20@itu.edu.tr))

<sup>b</sup> Munzur Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 62000, Aktuluk, Tunceli

<sup>c</sup> Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 34684, Çengelköy, İstanbul

Doğuda Karlıova (Bingöl) ve batıda Yunanistan ana karası arasında yaklaşık 1600 km uzunluğa sahip Kuzey Anadolu Makaslama Zonu (KAMZ), genelde doğudan batıya doğru genişleyen bir deformasyon alanı boyunca uzanır. Buna paralel olarak, KAMZ'nin ana makaslamaını oluşturan Kuzey Anadolu Fayı (KAF), doğuda genel olarak dar bir zon boyunca tek bir kol halinde izlenirken, batıda birbirine paralel birkaç kola ayrıldığı görülür. Deformasyon zonunun genişlediği alanlardan biri, Bolu batısında yer alan Almacık Bloğu'dur (AB). AB'nin kuzey ve güneyini sınırlayan Düzce ve Mudurnu Vadisi segmentlerinin bölgede toplam yamulmayı hangi oranda paylaştıkları ve bunun fayın bu bölgedeki tarihi boyunca sabit olup olmadığı üzerine soru işaretleri bulunur.

Bu çalışma, yukarıda adı geçen iki fay segmenti arasında toplam yamulma dağılımının ve bunun zaman içerisinde sabit olup olmadığının anlaşılması için temel morfometri ve tektonik jeodezi gibi farklı tekniklerin kullanılmasını içermektedir. Fay kollarının uzun dönem davranışının bölge jeomorfolojisi üzerindeki izinin anlaşılması için hipsometrik eğri ve integral (HI), asimetri faktörü (Af), kanal konkavlığı ( $\theta$ ), chi ( $\chi$ ), ve eğim kırıklığı gibi ana morfometrik indisler kullanılmıştır. Seçilen 120 akaçlama havzasının neredeyse tamamına yakınının genellikle 0.4 ila 0.72 arasında değişen HI değerlerine sahip olması AB için genel öngörülen "Yükselme Hipotezi" ile uyumlu genç morfolojiye işaret eder. Ek olarak hesaplanan  $\theta$  ve  $\chi$  değerleri, AB'yi sınırlayan aktif fay kollarının güçlü etkisini gösterirken,  $\chi$  analizi sonuçları, Mudurnu Vadisi Segmenti'nin eski kabullerin aksine, AB'nin morfolojisinin şekillenmesi üzerinde büyük bir paya sahip olduğuna işaret eder. Bölgenin kısa dönem deformasyonunu gösteren PS-InSAR ilksel hız alanı kullanılarak, kuzey-güney profiller alınmış ve GPS profilleri ile birlikte yorumlanarak bölgedeki aktif deformasyon bölge özelinde sorgulanmıştır. Sunumda, jeomorfolojinin sorgulanması ile elde edilen uzun dönem bulgular ile tektonik jeodezi ile sorgulanan yakın dönem yamulma birikimi arasındaki uyum, farklılıklar sorgulanacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Kuzey Anadolu Fayı, Morfometri, InSAR, Düzce, Mudurnu Vadisi

## Orta Anadolu Fay Zonu üzerinde Paleosismoloji Çalışmaları: İlk Bulgular

Alper Süleyman Can<sup>a</sup>, Hüsnü Serdar Akyüz<sup>a</sup>, Taylan Sançar<sup>b</sup>, Cengiz Zabcı<sup>a</sup>, Mehran Basmenji<sup>a</sup>, Fatma Ülkü Çelik<sup>a</sup>

<sup>a</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fak., Jeoloji Müh. Bölümü 34469 Maslak İstanbul, Türkiye ([canal@itu.edu.tr](mailto:canal@itu.edu.tr))

<sup>b</sup> Munzur Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 62000 Aktuluk Tunceli, Türkiye

Orta Anadolu Fay Zonu (OAFZ) Türkiye'deki aktif kıtaiçi deformasyonun ürünlerinden birini simgeler. Yaklaşık 360 km uzunluğunda olan bu zon, baskın olarak sol yanal doğrultu atımlı faylarla temsil edilir. Bu çalışma, OAFZ'nin orta kesimine karşılık gelen Kayseri il merkezi ile Altınyayla (Sivas) arasındaki bazı fayları kapsamaktadır. Çalışma alanında yer alan faylar Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından hazırlanan Türkiye Diri Fay Haritası'nda Erciyes, Erkilet, Bünyan, Sarıoğlan ve Dökmetaş olarak adlanmıştır. Bu faylar üzerinde daha önce yapılmış paleosismolojik bir çalışma bulunmamaktadır. Anadolu Bloğu'nun deformasyon süreçlerinin anlaşılması açısından OAFZ'nin kinematik karakterinin ve paleosismolojik tarihesinin bilinmesi önem arz etmektedir.

Çalışma alanındaki aktif fayları ayrıntılı olarak haritalamaya yönelik arazi gözlemleri yapılmıştır. Birkaç metreden km'lere değişen dere ötelenmeleri, morfolojik çizgisellikler, ıslak-kuru dokanakları, sınırlı alanlarda da olsa traverten oluşumları, fay mostralari sahada belirlenmiş ve bölgenin aktif fay haritası yapılmıştır. Harita Genel Müdürlüğü'nden elde edilen hava fotoğrafları ile bölgenin 60 cm çözünürlüğünde Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturulmuştur. SYM verileri ile beraber haritalama çalışmaları esnasında paleosismolojik çalışmalar için uygun hendek yerleri belirlenmiştir. Erkilet Fay Zonu üzerinde Bedir, Saraycık ve Kızık olmak üzere üç, Erciyes Fayı üzerinde Vekse köyünde bir ve Bünyan fayı üzerindeki Sarımsaklı mevkiinde bir adet hendek açılmıştır.

Bedir hendeğinde stratigrafik ve yapısal ilişkilerden yola çıkarak yüzey kırığı oluşturmuş iki adet eski depremin izi tespit edilmiştir. Bu veriler en eski depremin günümüzden 5300 yıl öncesine işaret etmektedir. Kızık hendeğinde ise 3 adet deprem verisi belirlenmiş olup, en eski depremin günümüzden 8000 ila 7200 yıl aralığında olduğu anlaşılmıştır. Vekse ve Sarımsaklı hendeklerinin yorumlanmasına devam edilmektedir.

Bu çalışma kapsamında tarihsel ve aletsel deprem kayıtlarının araştırılması ve incelenmesi, paleosismolojik hendek çalışmaları ile OAFZ'nin farklı segmentlerinin deprem tarihçelerinin araştırılması sürmektedir.

Bu çalışmalar TÜBİTAK tarafından desteklenen 120Y230 no.lu "Kayseri-Altınyayla (Sivas) Arasında Orta Anadolu Fay Zonu'nun Paleosismolojisi ve Tektonik Jeomorfolojisi" adlı proje kapsamında devam etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Orta Anadolu fay zonu, Paleosismoloji, Deprem

## Orta Anadolu Fay Sistemi'ne Ait Olan Erciyes Fayı'nın Segment Yapısı, Kinematik Analizi ve Paleosismolojisine Dair İlk Bulgular, Kayseri, Türkiye

İrem Avcu<sup>a,b</sup>, Akın Kürçer<sup>a</sup>, Hasan Sözbilir<sup>c</sup>

<sup>a</sup> MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Çukurambar Mahallesi Dumlupınar Bulvarı No: 33/A, 06530 Çankaya, Ankara ([iiremavcuu@gmail.gov.tr](mailto:iiremavcuu@gmail.gov.tr))

<sup>b</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Tınaztepe Kampüsü, 35390, Buca, İzmir

<sup>c</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Deprem Araştırma Ve Uygulama Merkezi, Tınaztepe Kampüsü, 35390, Buca, İzmir

Orta Anadolu Fay Sistemi (OAFS), kuzeydoğuda Deliler Fayı, orta bölümde Erciyes yöresi diri fayları ve güneybatıda Ecemiş Fayı ile temsil olunan, toplam 450 km uzunluğunda, sol yanal doğrultu atımlı aktif bir fay sistemidir. Erciyes yöresi diri faylarından biri olan 56 km uzunluğundaki Erciyes Fayı, K30°D genel doğrultusunda uzanan, KB'ya eğimli, aktif bir normal faydır. Erciyes Fayı'nın kuzeydoğu bölümü, en fazla 5 km genişliğinde bir zon içerisine dağılmış, birbirine koşut kısa fay segmentlerinden oluşurken, orta ve güneybatı bölümü daha yalın bir geometriye sahiptir. Uzanımı boyunca, Erciyes stratovolkanının çeşitli ürünlerini kesen Erciyes Fayı, orta bölümde ise Erciyes Dağı'nın ana çıkış merkezini ve kuzeyindeki Ali Dağı ve Lifos Tepe gibi parazit volkan konilerini kesmiş ve morfolojide belirgin izler bırakmıştır.

Bu çalışmada, Erciyes Fayı'nın yapısal özellikleri araştırılmış, aktif tektonik ve paleosismolojik özelliklerini saptamak amacıyla, Melikgazi ve Gesi dolaylarında paleosismolojik hendek çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Mostralardan ve hendeklerden ölçülen fay düzlemi kayma verilerinin kinematik analizlerine göre Erciyes Fayı, K44-71°B - G44-71°D yönlü genişlemeli bir tektonik rejim altında gelişmiştir. Erciyes Fayı'nın uzun dönem kayma hızı, fayın her iki bloğunda yüzeyleyen  $2,73 \pm 0,08$  milyon yıl yaşıdaki Valibaba Tepe ignimbiritleri ve bu birimin 210 metre düşey yer değiştirme miktarı göz önüne alınarak 0,07 mm/yıl olarak hesaplanmıştır.

Hendeklerde son 23.000 yıldan günümüze kadar geçen sürede meydana gelen üç depreme ait veri elde edilmiş ve bu depremler radyokarbon (<sup>14</sup>C) yöntemi ile tarihlendirilmiştir. Hendeklerde saptanan son depremin günümüzden yaklaşık 15.000 yıl önce, bir önceki depremin (penultimate event) günümüzden yaklaşık 17.000 yıl önce ve en eski depremin ise günümüzden yaklaşık 22.500 yıl önce meydana geldiği ve Erciyes Fayı'nın düzenli olmayan bir deprem tekrarlanma periyoduna sahip olduğu yorumlanmıştır. Son depremden günümüze kadar geçen yaklaşık 15.000 yıllık sürede, fayın 0,07 mm/yıllık kayma hızı dikkate alındığında, fay üzerinde 1,05 metre düşey atım meydana getirebilecek Mw 6,65 büyüklüğünde bir depremin yamulma enerjisinin biriktiği hesaplanmıştır. Ayrıca, Melikgazi ve kısmen Gesi hendeğinde güncel volkanik etkinliği temsil eden tefra seviyeleri ve bu seviyeleri kesen faylar bir arada gözlenmiştir. Bu veri, Erciyes Fayı'nın tarihsel dönemlerde Erciyes volkanizmasına eşlik etmiş olabileceğine işaret etmektedir. Kültepe kazılarında, cüruf numuneleri içerisinde seramik parçalarının bulunması ve eski Roma sikkeleri üzerinde Erciyes'i betimleyen bir yanardağ resminin bulunması gibi arkeolojik veriler volkanizmanın depremlerin tarihlendirildiği dönemler içerisinde de etkin olduğunun kanıtlarıdır. Bu sonuçlara göre, Erciyes Fayı, başta 1,5 milyon nüfusa sahip olan Kayseri kenti olmak üzere çevre iller için önemli bir deprem tehlike kaynağı niteliğindedir.

Bu çalışma, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmekte olan "Türkiye Yerkabuğu Özellikleri ve Jeodinamiğinin Araştırılması Projesi" kapsamında desteklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Erciyes fayı, Orta Anadolu fay sistemi, Paleosismoloji, Trench, C14

## Erkilet ve Yeşilhisar Fay Zonları'ndan Paleosismolojik İlk Bulgular, Kayseri, Türkiye

Akın Kürçer<sup>a</sup>, Tayfun Güler<sup>a</sup>, İrem Avcu<sup>a</sup>, M. Kutsal Yıldırğan<sup>a</sup>, Alper Süleyman Can<sup>b</sup>, Halil Gürsoy<sup>c</sup>

<sup>a</sup> MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Çukurambar Mahallesi Dumlupınar Bulvarı No: 33/A, 06530 Çankaya, Ankara ([akin.kurcer@mta.gov.tr](mailto:akin.kurcer@mta.gov.tr))

<sup>b</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 33469, Maslak, İstanbul

<sup>c</sup> Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140, Merkez, Sivas

Anadolu Bloğu'nun iç deformasyonunda önemli bir yere sahip olan 450 km uzunluğundaki Orta Anadolu Fay Sistemi, kuzeyde Deliler Fayı, orta bölümde Kayseri yöresi diri fayları ve güneyde Ecemiş Fayı ile temsil olunur. Sol yanal doğrultu atımlı iki fay zonundan Deliler Fayı ile Ecemiş Fayı arasındaki yaklaşık 50°'lik açılal fark, Kayseri yöresinde yerel bir genişlemeye neden olmuş ve bu genişlemeye bağlı olarak bu bölgedeki normal faylar gelişmiştir. Bu faylardan Erkilet ve Yeşilhisar Fay Zonları, bu genişleme alanını sırasıyla kuzeybatıdan ve batıdan sınırlayan aktif normal fay zonlarıdır. 49 km uzunluğundaki Erkilet Fay Zonu, K50°D doğrultusunda uzanan, GD'ya eğimli, genellikle aralı-aşmalı bir geometriye sahip olan sol yanal doğrultu atım bileşenli normal fay segmentlerinden oluşan aktif bir zon olup, Kayseri metropolünün yerleşmiş olduğu ovanın kuzey kenarını sınırlandırmaktadır. Yeşilhisar Fay Zonu ise yaklaşık 40 km uzunluğunda, K-G doğrultulu ve doğuya eğimli aktif bir normal fay zonu olup, Sultansazlığı çek-ayır havzasının batı kenarını sınırlamaktadır.

Erkilet ve Yeşilhisar Fay Zonları, Kapadokya bölgesinin doğusunda yaygın olarak gözlenen yataya yakın konumlu Neojen yaşlı volkanoklastikler ve Erciyes yöresi volkanitleri ile Kuvaterner yaşlı çökellerin dokanağını kontrol eder ve yer yer Kuvaterner çökellerini keser. Her iki zonun aktif tektonik özelliklerinin belgeleyen çizgisel fay sarplıkları, kesilmiş alüvyon yelpazeleri, askıda kalmış vadiler gibi çok sayıda tektonomorfolojik veri bulunmaktadır. Görgül eşitliklere göre, Erkilet ve Yeşilhisar Fay Zonları'nın üretebilecekleri en büyük depremler sırasıyla Mw 7,09 ve Mw 6,97 olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışmada, Erkilet ve Yeşilhisar Fay Zonları'nın aktif tektonik ve paleosismolojik özelliklerini ortaya koyabilmek amacıyla, Erkilet Fay Zonu üzerinde 1, Yeşilhisar Fay Zonu üzerinde ise 3 paleosismolojik hendek çalışması gerçekleştirilmiştir. Hendeklerden ölçülen fay düzlemi kayma verilerinin kinematik analizlerine göre, Erkilet Fay Zonu K53°B – G53°D yönlü, Yeşilhisar Fay Zonu ise K87°B – G87°D yönlü genişlemeli bir tektonik rejim altında gelişmiştir. Hendek stratigrafisi ve yapısal özellikler göz önüne alınarak yapılan değerlendirmede, Erkilet Fay Zonu üzerinde son 16.000 yıldan günümüze 4 deprem, Yeşilhisar Fay Zonu üzerinde ise son 15.000 yıldan günümüze 4 deprem tanımlanmış ve bu depremler radyokarbon (14C) yöntemi ile tarihlendirmişlerdir. Erkilet Fay Zonu üzerinde meydana gelen son deprem GÖ. 7500'lü yıllarda, bir önceki deprem GÖ. 10.000'li yıllarda, iki önceki deprem GÖ. 12.750'li yıllarda ve en eski deprem GÖ. 15.500'lü yıllarda meydana gelmiştir. Yeşilhisar Fay Zonu üzerindeki son depremin GÖ. 1300'lü yıllarda, bir önceki depremin GÖ. 5000'li yıllarda, iki önceki depremin GÖ. 11.000'li yıllarda ve en eski depremin ise GÖ. 12.000'li yıllarda meydana geldiği tespit edilmiştir. Deprem tarihçelerinden anlaşıldığına göre, her iki fay zonu da düzenli bir deprem tekrarlanma aralığına sahip değildir. Bununla birlikte Erkilet Fay Zonu üzerinde meydana gelen son depremden günümüze kadar yaklaşık 7500 yıl, Yeşilhisar Fay Zonu üzerinde meydana gelen son depremden günümüze kadar ise yaklaşık 1300 yıl geçmiş olması bu fay zonlarının deprem üretme potansiyellerinin giderek arttığına işaret etmektedir. Bu çalışma, Maden Tetkik



Arama Genel Müdürlüğü tarafından yrtlmekte olan ‘‘Türkiye Yer kabuğu özellikleri ve Jeodinamiğinin Araştırılması Projesi’’ kapsamında desteklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Erkilet Fay Zonu, Yeşilhisar Fay Zonu, Orta Anadolu Fay Sistemi, Paleosismoloji, Kayseri



## Sardis Antik Kenti'nin Arkeosismolojisi

Ökmen Sümer<sup>a</sup>, Mahmut Göktuğ Drahor<sup>b</sup>, Nicholas Cahill<sup>c</sup>, Frances Gallart Marques<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Kampüsü, 35370, İzmir, Türkiye  
([okmen.sumer@deu.edu.tr](mailto:okmen.sumer@deu.edu.tr))

<sup>b</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Kampüsü, 35370, İzmir, Türkiye

<sup>c</sup> University of Wisconsin–Madison, Department of Art History, WI 53706, Madison, ABD

<sup>d</sup> Harvard Art Museums, MA 02138, Cambridge, ABD

Sardis antik kenti, Batı Anadolu Genişleme Alanının en önemli yapısal öğelerinden biri olan Gediz Grabeni'nin orta bölümünün güney kenarında bulunur. Gediz Graben Fay Sistemi (GGFS) aktif fay özelliklerine sahiptir ve Sardis antik kentinin değişik dönemlere ilişkin tüm yerleşimleri bu fay sistemi üzerinde bulunmaktadır. Antik kent, en çok Lidyalıların başkenti olarak bilinse de, özellikle Hellenistik, Roma ve Bizans dönemlerinde Batı Anadolu'nun en önemli tarihi kentsel yerleşimlerinden biri olmuştur. Sistematik arkeolojik kazıların 1900'li yılların başlarından itibaren yürütüldüğü antik kentin dokümantasyon arşivi, Türkiye'de yürütülen kazılar açısından en geniş koleksiyonlardan biri olma özelliğini göstermektedir. Kent ve çevresinde yapılan arkeolojik çalışmalarda kronolojik olarak sırasıyla Erken Tunç, Lidya, Pers, Hellenistik, Roma ve Bizans buluntuları ve mimari yapıları ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışma, öncelikle 2018 yılından itibaren Sardis alanında yapılan çalışmalardan elde edilen arazi verileri ile kazı arşivindeki bulguların birlikte değerlendirilmesiyle kentin arkeosismolojik kronolojisini belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda, kentin farklı alan ve kültürel katmanlarında yapılan arkeosismolojik gözlemler, temelde sismogravitasyon ve sismotektonik deformasyon yapıları olarak 2 farklı grupta ele alınmıştır. Sismogravitasyon deformasyon yapıları hemen hemen her alan ve kültür katmanına ait mimari yapılarda, düşey ve yatay eksen üzerinde bükülmeler, mimari yapılarda ötelenmeler ve sistematik çatlamlar, vektörel yıkılmalar, yılankavi burkulmalar, sütun başlıklarındaki rotasyonlar, taban döşemelerinde ondülasyonlar ve kırılmalar, vorteks geometri otokton çökmeler şeklinde gözlenir. Özellikle yüzey kırığına bağlı gelişmiş sismotektonik deformasyon yapılarının ise Alan 49'daki Roma villa kompleksindeki mimari yapıları yaklaşık doğu batı ekseninde kestiği ve ötelediği gözlenmiştir. Ayrıca fay sisteminin doğru lokasyonlarını saptamak, fayın yeraltı karakteristiğini fiziksel anlamda belgelemek ve arkeolojik katmanlarla olan ilişkilerini ortaya koymak anlamında elektrik resistivite tomografi (ERT), indüklenmiş polarizasyon tomografisi (IPT) ve yer altına nüfuz eden radar (GPR) yöntemleri tümleşik olarak kullanılmış ve sonuçlar jeolojik verilerle ilişkilendirilmiştir. Jeofizik verilerle yeri belirlenen fay sisteminin yüzey kırığına bağlı gelişmiş deformasyon deseninin GGFS'nin orta bölümünün en güney kolunu oluşturan Akçapınar Segmentine karşılık gelen fay kolu üzerinde olduğu saptanmıştır. Depremlerden etkilenmiş arkeolojik mimari yapılar ile tarihsel dönem deprem kayıtları birlikte değerlendirildiğinde, kronolojik olarak kentin MS 17, erken 7. yy (?), 1595, 1771 ve 1845 depremlerinden etkilendiği belirlenmiştir. Bu depremler içinde yüzey kırığı yaratmış olanların tarihlenmesi çalışmalarına gerek arkeolojik gerekse arkeosismolojik bulgular ve bakış açısıyla halen devam edilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Lidya, Tarihsel dönem depremleri, Batı Anadolu, Gediz Graben Fay Sistemi



## Archaeoseismology of Sardis

Ökmen Sümer<sup>a</sup>, Mahmut Göktuğ Drahor<sup>b</sup>, Nicholas Cahill<sup>c</sup>, Frances Gallart Marques<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Dokuz Eylül University, Department of Geological Engineering, Tınaztepe Campus, 35370, İzmir, Türkiye  
([okmen.sumer@deu.edu.tr](mailto:okmen.sumer@deu.edu.tr))

<sup>b</sup> Dokuz Eylül University, Department of Geophysical Engineering, Tınaztepe Campus, 35370, İzmir, Türkiye

<sup>c</sup> University of Wisconsin–Madison, Department of Art History, Madison, WI 53706, USA

<sup>d</sup> Harvard Art Museums, MA 02138, Cambridge, USA

The ancient city of Sardis is located on the southern edge of the central part of the Gediz Graben, one of the most important structural elements of the Western Anatolian Extensional Province. The Gediz Graben Fault System (GGFS) has active fault features, and all settlements of the ancient city of Sardis from different periods are settled on this fault system. While the ancient city is best known as the capital city of the Lydians, it remained one of the most important historical urban settlements of Western Anatolia during the Hellenistic, Roman, and Byzantine periods. Systematic archaeological excavations have been carried out since the early 1900s, creating one of the largest excavation archives in Turkey. During the archaeological studies in and around the city, Early Bronze Age, Lydian, Persian, Hellenistic, Roman and Byzantine findings and architectural structures have been discovered. This study primarily aims to determine the archaeoseismological chronology of the city by evaluating the field data obtained from the studies carried out in the Sardis area since 2018 and the findings in the excavation archive. In this context, archaeoseismological observations conducted in different areas and cultural layers of the city may be divided into two different groups: seismo-gravitational and seismo-tectonic deformation structures. Seismo-gravitational deformation structures were observed almost every field and cultural layers of the city in the form of bending on the vertical and horizontal axis of architectural structures, displacements/dilation and systematic cracks, vectorial and/or vortex type autochthonous collapses, snake type undulations, rotations in column heads, corrugations and fractures on the main floor covers. Seismo-tectonic deformational structures, on the other hand, developed due to surface rupture cuts. These are visible, for instance, in the Roman housing complex in Field 55 on an approximately east-west direction. In addition, in order to determine the locations of the fault system, document the underground characteristic of the fault, and reveal its relations with the archaeological layers, electrical resistivity tomography (ERT), induced polarization tomography (IPT) and Ground penetrating radar (GPR) methods were used in combination and the results were correlated with geological data. It was determined that the deformation pattern developed due to the surface rupture of the fault system, the location of which was determined by geophysical data, was on the fault branch corresponding to the Akçapınar Segment, which constitutes the southernmost branch of the middle section of the GGFS. When the related archaeological architectural structures affected by earthquakes and the historical earthquake records are evaluated together, it is seen that the city was strongly affected by earthquakes in 17 AD, in the early 7th century (?), 1595, 1771 and 1845. Studies on the dating of earthquake/earthquakes that caused surface rupture are currently ongoing, with both archaeological and archaeoseismological findings and point of view.

**Keywords:** Lydia, Historical earthquakes, Western Anatolia, Gediz Graben Fault System.

## Bergama Fayı'nın (İzmir) Paleosismolojik Özelliklerine Dair İlk Bulgular

H. Serdar Akyüz<sup>a</sup>, Erhan Altunel<sup>b</sup>, Taylan Sançar<sup>c</sup>, Meryem Dilan İnce Özkan<sup>d</sup>, Taner Tekin<sup>d</sup>, Bahadır Seçen<sup>e</sup>, Mert Tolunay Acer<sup>d</sup>, Erdin Bozkurt<sup>d</sup>

<sup>a</sup> İTÜ, Maden Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Ayazağa, İstanbul ([akyuz@itu.edu.tr](mailto:akyuz@itu.edu.tr))

<sup>b</sup> ESOGÜ, MMF, Jeoloji Müh. Bölümü, Eskişehir

<sup>c</sup> Munzur Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Tunceli

<sup>d</sup> ODTÜ, Müh. Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, Ankara

<sup>e</sup> Hacettepe Üniversitesi, Müh. Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, Ankara

Bergama Fayı İzmir ilinin kuzeyinde, Bergama ilçe merkezinin güneyinde yer alan K70D gidişli ve kuzeye eğimli bir normal faydır. Çizgisel bir tepenin kuzey yamacını sınırlayan fayın görünür uzunluğu 10 km'dir. Fayın doğuya ve batıya devamı alüvyal örtü ve yoğun tarımsal faaliyet nedeniyle belirlenememiştir. Batı Anadolu açılmalı tektonik rejiminin bir ürünü olan Bergama Fayı, Bakırçay havzasının bir kısmını güneyden sınırlar.

Tarihsel ve aletsel dönemde Bergama ve civarını az veya çok etkileyen depremler meydana gelmiştir. Ancak doğrudan Bergama Fayı'na ithaf edebileceğimiz bir deprem bilinmemektedir. Bu çalışmada, Bergama Fayı'nın geçmişte yüzey kırığı oluşturacak büyüklükte deprem üretip üretmediğini anlamak amacıyla paleosismolojik hendek çalışmaları yapılmıştır. Açılan üç hendekte genç (muhtemelen Holosen) çökellerin en az iki depremi yansıtan fay kolları ile kesildiği belirlenmiştir. Olay seviyelerinin altından ve üstünden alınan örneklerin yaşlandırılmasıyla bu depremler tarihlendirilecektir.

Bu çalışma, İzmir İli Depremsellik Araştırma projesi kapsamında İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından desteklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bergama fayı, Aktif tektonik, Deprem, Paleosismoloji

## Burdur Gölü'nün Jeokimyasal Analizlere ( $\mu$ XRF) Dayalı Holosen Dönemi Paleosismoloji Çalışmasının İlk Bulguları

Çetin Şenkul<sup>a</sup>, Şule Gürboğa<sup>b</sup>, Yasemin Ünlü<sup>a</sup>, Mustafa Doğan<sup>a</sup>, Yunus Bozkurt<sup>a</sup>, Jeroen Poblome<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen ve Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 32260 Isparta ([unluyasemin64@gmail.com](mailto:unluyasemin64@gmail.com))

<sup>b</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06530 Ankara

<sup>c</sup> University of KU LEUVEN, Faculty of Arts, Department of Archaeology, 3000 Leuven

Denizel ve gölsel alanlar birçok ortamsal değişimi kısa ve uzun süreli olarak kaydedebilmeleri nedeni ile paleoortam araştırmalarının yoğun olarak yürütüldüğü sahalar arasında yer alır. Bu alanlardan elde edilen sediman karotları üzerinde yapılan çeşitli analizler sayesinde iklim değişikliği, volkanizma, tektonik faaliyetler, erozyon, insan etkisi (arazi kullanımı, kirlilik, madencilik faaliyetleri) gibi olayların tespiti yapılabilmektedir. Bu kapsamda, Fethiye-Burdur Fay Zonu üzerinde yer alan Burdur Gölü'nün güneydoğu kesiminden Livingstone Sediman örnek alıcısı kullanılarak 615 cm uzunluğunda sediman karotu alınmıştır. Meydana gelen çevresel değişimlerin kronolojik olarak değerlendirilebilmesi amacı ile <sup>14</sup>C tarihlendirme analizleri yapılarak sediman karotunun taban yaşının ~8400 (Kal. GÖ) olduğu bilgisine ulaşılmıştır. Burdur Gölü ve çevresinde ~8400'den (Kal. GÖ) günümüze meydana gelen çevresel değişikliklerin anlaşılabilmesi amacıyla 5 sn analiz süresi ve 1 mm çözünürlükte olmak üzere ITRAX karot tarama cihazı kullanılarak  $\mu$ XRF analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları, Burdur Gölü ve çevresinin küresel iklim değişikliklerine oldukça duyarlı ve bölgesel ölçekte meydana gelen olaylardan da etkilendiğine işaret etmektedir.

Diğer yandan, tarihsel ve aletsel deprem kayıtları Burdur Gölü'nün yer aldığı alanın deprem aktivitesi bakımından oldukça hareketli olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, sediman karot serileri boyunca görsel olarak izlenebilen ve jeokimyasal analizlerle de desteklenmiş 4 farklı tektonik aktivitenin izleri bulunmuş ve bazı örneklerin tarihlendirilmesi sonucu bir takım ön bulgulara ulaşılmıştır. Şu ana kadar tamamlanan yaş verileri, bu tektonik faaliyetlerin sırası ile 3600-3700 (Kal. GÖ), 44900-4500 (Kal. GÖ), 4900-4960 (Kal. GÖ) ve 5600 (Kal. GÖ) yılları civarında meydana geldiğine işaret ederken, tüm radyokarbon tarihlendirme sonuçları tamamlandığında yapılacak yaş-derinlik modeli sayesinde daha kesin bilgiler elde edilebilecektir. Ayrıca, çalışma programı kapsamında Burdur Gölü civarında yapılan diğer proje sonuçlarının da elde edilmesi ile verilerin karşılıklı test edilmesi sağlanacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Burdur Gölü, Holosen dönemi, Paleosismoloji, Mikro-XRF

## Günlük GPS Koordinat Serilerinde Deprem Anı (Kosismik), Sonrası (Postsismik) ve Öncesi (İntersismik) Kaymaların Modellenmesi

Mehmet Emin Ayhan<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye ([eyhan@metu.edu.tr](mailto:eyhan@metu.edu.tr))

<sup>b</sup> Harita Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye (Emekli)

Depremlerden etkilenen sabit GNSS istasyonu günlük GPS koordinat serilerinin (yatay ve düşey), deprem döngüsünü oluşturan deprem anı (kosismik), deprem sonrası (postsismik) kaymalardan etkilendiği ve depremden belirli bir süre sonra deprem öncesi (intersismik) kayma düzeyine döndüğü öngörülür. 17 Ağustos 1999,  $M_w = 7.6$ , İzmit depreminin etkilediği TUBI sabit GNSS istasyonunda günlük GPS koordinat serileri, deprem döngüsü kapsamındaki kaymaları (intersismik, kosismik, postsismik) içermektedir ve Nevada Jeodezi Laboratuvarı (NGL), ABD tarafından yayınlanmaktadır. TUBI GNSS istasyonunda, 7 Mayıs 1998 - 2 Temmuz 2022 dönemini kapsayan, IGS14 koordinat sistemindeki GPS koordinat serileri (kuzey, doğu, yukarı bileşenleri) NGL web sitesinden indirilmiştir. TUBI GPS koordinat serileri görsel incelendiğinde, intersismik, kosismik ve postsismik kaymaların yanısıra, mevsimsel etkiler, farklı uzunlukta veri boşluklar, uyuşumsuz ölçüler ve sıçramalar (offsets) içerdiği gözle çarpılmaktadır. 1999 İzmit depremi öncesinde ~1.3 yıl uzunluğundaki günlük zaman serileri uzun boşluklar, uyuşumsuz ölçüler ve sıçramalar içerdiğinden intersismik kayma (trend) belirlemeye uygun değildir. Bu nedenle deprem sonrasında ~22.8 yıl süreli günlük zaman serilerinden intersismik ve postsismik kaymaların uygun algoritmalar ile kestirilmesi gerekmektedir.

GPS koordinat serilerindeki mevsimsel etkiler Mevsimsel-Trend-LOESS (Seasonal-Trend-LOESS (STL)) ayrıştırma yöntemi ile hesaplanmıştır. Mevsimsel etkilerden arındırılan koordinat zaman serilerindeki postsismik etkiler modellenerek çıkarıldıktan sonra kalan artık koordinat zaman serileri çoklu uyuşumsuz ölçü/sıçrama (offset) belirlemeye uygun otoregressive yöntem ile yinelenmeli olarak ayrı ayrı analiz edilmiştir. Öncelikle uyuşumsuz ölçüler belirlenmiş ve etkileri giderildikten sonra kosismik kaymalar her bileşen için ayrı ayrı kestirilmiştir. Doğu, kuzey ve yukarı bileşenler için kestirilen kosismik kaymalar sırasıyla  $531.07 \pm 0.73$  mm,  $-333.59 \pm 0.63$  mm ve  $-86.48 \pm 2.32$  mm bulunmuştur. Uyuşumsuz ölçü ve kosismik kayma etkileri giderilen koordinat serileri sıçramaların konum (zaman) ve büyüklük kestiriminde kullanılmıştır.

Uyuşumsuz ölçüler, sıçramalar ve kosismik kayma etkilerinden arındırılan koordinat zaman serilerindeki mevsimlik etkiler STL yöntemi ile yeniden ayrı ayrı kestirilip etkileri giderilmiştir. Kalan artık koordinat serilerinin intersismik ve postsismik kaymalar, modellenmemiş etkiler ve ölçü hatalarından oluştuğu öngörülmüştür. Öncelikle intersismik lineer kayma (trend) yaklaşık ve düzeltme olarak ikiye ayrılmış ve yaklaşık intersismik trend, 1999 İzmit depremi sonrası artık koordinat serilerinden robust kestirim yöntemi ile hesaplanmıştır. Yaklaşık intersismik trend etkisi çıkarılan artık koordinat serileri postseismik kayma ve düzeltme intersismik lineer trendi belirlemek amacıyla modellenmiştir. 1999 İzmit depremi sonrasında doğu ve kuzey bileşenlerdeki postsismik kaymalar kısa dönemde afterslip (logaritmik), uzun dönemde ise afterslip (logaritmik)/viskoelastik (exponansiyel) olarak modellenmiştir. Bu çalışmada koordinat bileşen serilerindeki postsismik kaymalar logaritmik ve exponansiyel fonksiyonların kombinasyonu olarak modellenmiştir. Logaritmik ve exponansiyel modellerde bilinmeyenler postsismik kayma büyüklüğü ve relaxation zamanı olup modeller nonlinear dir. Model bilinmeyenleri (postsismik kayma büyüklükleri, relaxation zamanları, düzeltme intersismik lineer trend parametreleri) robust

nonlinear optimizasyon algoritması ile kestirilmiş ve en küçük Akaike Information Criteria (AIC) sağlayan model seçilmiştir. Doğu bileşeni için yapılan çözümde kısa dönem postsismik kayma logaritmik (büyüklük  $9.25 \pm 0.18$  mm, relaxation zamanı  $2.18 \pm 0.37$  gün), uzun dönemli postsismik kayma exponansiyel (büyüklük  $16.25 \pm 0.47$  mm, relaxation zamanı  $1393.67 \pm 40.69$  gün), intersismik kayma  $18.77 \pm 0.02$  mm/yıl, kuzey bileşen için ise kısa ve uzun dönemli postsismik kayma exponansiyel (kısa: büyüklük  $-13.80 \pm 0.58$  mm, relaxation zamanı  $101.74 \pm 7.58$  gün, uzun: büyüklük  $-20.49 \pm 0.54$  mm, relaxation zamanı  $620.86 \pm 17.33$  gün), intersismik kayma  $11.81 \pm 0.01$  mm/yıl bulunmuştur. Yukarı bileşen viskoelastik olarak modellenmiş olup postsismik kayma parametreleri büyüklük  $-12.02 \pm 0.50$  mm, relaxation zamanı  $856.90 \pm 79.74$  gün ve intersismik kayma  $-0.88 \pm 0.03$  mm/yıl hesaplanmıştır.

1999 İzmit depreminden kaynaklanan ve 2 Temmuz 2022 tarihine kadar geçen sürede toplam postsismik kayma doğu bileşeni için 92.5 mm olup relaxation zamanının 5 katı sürede (~19 yıl) 91.1 mm (% 98.1) lik bölümünün tamamlanması, doğu bileşeni için postsismik kaymanın halen devam ettiğine işaret etmektedir. Buna karşılık kuzey bileşen toplam postsismik kayma -34.3 mm olup bunun % 99.6 sına karşılık gelen -34.15 mm ~8.5 yılda tamamlanmıştır. Yukarı bileşende ise toplam postsismik kayma -12.02 mm olup bunun % 99.3 üne karşılık gelen -11.94 mm lik kayma ~11.7 yılda tamamlanmıştır. Sonuç olarak TUBI sabit GNSS noktasında, doğu bileşende uzun dönemli viskoelastik postsismik kayma etkisinin halen devam ettiği, kuzey ve yukarı bileşenlerde ise kısa ve uzun dönemli viskoelastik postsismik kayma etkisinin deprem sonrasında 9-12 yıl sürdüğü ve sona erdiği söylenebilir.

TUBI sabit GNSS noktasında doğu, kuzey ve yukarı koordinat bileşenlerinde kosismik kayma sırasıyla  $531.07 \pm 0.73$  mm,  $-333.59 \pm 0.63$  mm ve  $-86.48 \pm 2.32$  mm, postsismik toplam kayma sırasıyla ~92.5 mm, -34.3 mm, -12.02 mm ve intersismik kayma sırasıyla  $18.77 \pm 0.02$  mm/yıl,  $11.81 \pm 0.01$  mm/yıl,  $-0.88 \pm 0.03$  mm/yıl bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** GPS koordinat serisi, Postsismik, İntersismik, Kosismik

## 1992-2022: 30. Yılında InSAR ve Deprem Araştırmalarının Geleceği

Ahmet M. Akoğlu<sup>a</sup>, Ziyadin Çakır<sup>a</sup>

<sup>a</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Sarıyer, İstanbul ([akoglua@itu.edu.tr](mailto:akoglua@itu.edu.tr))

Tüm dünyadan düzenli veri toplayan ilk sivil Yapay Açıklık Radar İnterferometrisi (InSAR) uydusu 30 yıl önce 17 Temmuz 1991’de fırlatılan ERS-1 uydusudur. Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından yeryüzünden yaklaşık 780 km yükseklikteki bir güneş eşzamanlı yörüngeye yerleştirilen bu uyduyu geçen 30 yıllık süre zarfında kardeşi ERS-2, Japon, Kanada, Alman ve İtalyan Uzay Ajansları’nın C, L ve X bantlarını kullanan farklı uyduları takip etmiştir.

Bilimsel çalışmalar için ücretsiz veri temininde öncü olan ESA 1992-2001 arası radar verisi toplayan ilk nesil uydularını takiben, 2002-2012 yılları arasında Envisat uydusu ile veri toplamaya devam etmiş ve bu uyduyu da takiben 2014 ve 2016 yıllarında fırlatılan üçüncü nesil ikiz Sentinel-1 radar uydularını yörüngeye yerleştirmiştir. 1992’de başlayan ve neredeyse kesintisiz bir şekilde yerküremizi radar uyduları ile takip etmeyi amaçlayan bu serüven ilk başlarda 35 gün ve üstü ziyaret aralıklarına sahip iken günümüzde bilhassa ticari uydular ile birlikte artık 24 saatin altı hedeflenmektedir.

Ülkemizdeki deprem araştırmalarında InSAR ilk defa 1995 yılındaki Dinar depremi için kullanılmış olup 1999 depremleri için kullanımı tekniğin dünya çapında yaygınlaşmasına yol açmıştır. İlk kriş çalışması ise 2005 yılında Kuzey Anadolu Fayı’nın İsmetpaşa bölümü için yayınlanmıştır. Ülkemiz için belki bir ikinci milat ise Sentinel-1 uydularının 6 günlük ziyaret aralığı sunması ile artık orta büyüklükteki (M5 ila 6 büyüklüğündeki) depremlerin de çalışılabilir hale gelmesi olarak düşünülebilir. Bilhassa sığ kesimlerde gerçekleşen ve düşey atım hakim birçok orta büyüklük deprem InSAR ile çalışılabilir hale gelmiş ve diri fay haritamıza yeni fayların eklenmesi mümkün olmuştur. Düzenli ve sık veri alımı ve bulut hesaplama sistemlerinin kullanımı ile zaman serileri hesaplanması kolaylaşmış ve bu sayede depremler arası (intersismik) ve deprem sonrası (postsismik) dönemlere ait levha hatta kıta ölçeğinde çalışmaların sayısı artmıştır.

Bu çalışmada 1992 yılından günümüze InSAR’ın ülkemizde diri fay ve deprem araştırmaları için kullanımına dair örnekler verilecek ve bu 30 yıllık süre zarfında neler öğrendiğimize dair ipuçları sunulacaktır. Bununla birlikte çalışmanın ana amacı bu geçmişe dönük değerlendirmenin ardından önümüzdeki döneme dair temennilerde bulunmak, ülkemizin kendi radar uydusuna olan ihtiyacını ve bilhassa ilksel deprem büyüklük ve konum tayinlerinde InSAR ve sismolojinin artık birlikte kullanılmasının gerekliliğini vurgulamaktır.

**Anahtar Kelimeler:** InSAR, Deprem döngüsü



## Türkiye için GNSS-Ölçümlerinden Türetilen Yüksek Çözünürlüklü Güncel Hız Alanı

Ali Değer Özbakır<sup>a</sup>, Ali İhsan Kurt<sup>b</sup>, Ayhan Cingöz<sup>b</sup>, Semih Ergintav<sup>c</sup>, Uğur Doğan<sup>d</sup>, Seda Özarpacı<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeofizik Anabilim Dalı, 34680 Çengelköy, İstanbul ([aobakir@gmail.com](mailto:aobakir@gmail.com))

<sup>b</sup> Harita Genel Müdürlüğü, 06590, Cebeçi/ANKARA

<sup>c</sup> Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeodezi Anabilim Dalı, 34680 Çengelköy, İstanbul

<sup>d</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220 Esenler, İstanbul

Anadolu-Ege bölgesi, hem levha-benzeri hem de sürekli ortam deformasyon özelliklerinin bir arada gözlemlendiği geniş bir levha sınırı bölgesidir. Bu deformasyonun başlıca özellikleri, GNSS'den türetilen hız alanı şeklinde elde edilmektedir. Son on yılda, hız çözümlerinin doğruluğu iyileştirildi ve sürekli ağların genişletilmesi uzamsal çözünürlüğü artırmıştır. Bununla birlikte, GNSS istasyonları arası mesafelerin fayların kilitleme derinliğinden daha uzak olması nedeniyle, deformasyon alanının görece küçük fayları çalışmak için yeterli bir temsili sağlayamamaktadır.

Kesin ve doğru bir hız alanı oluşturmanın temeli, hem kampanya hem de kalıcı GNSS istasyonlarında kaydedilen zaman serilerinin bir kerede ve tek bir referans sistemi için tek tip işlenmesidir. Reilinger vd. (2006)'nın çığır açan çalışmasından bu yana Anadolu için veri yoğunluğu 6 kat artmış olsa da bu önemli entegrasyon yapılmadı. Bu çalışmada GNSS verilerini tek seferde, aynı veri işleme dizgesiyle, ve tek tip bir hız çözümü sağlayarak bu boşluğu doldurmayı amaçlıyoruz.

Bu çalışmada 178'i ilk kez yayınlanan 836 istasyonun zaman serisini işledik. 28 yıla varan bir zaman aralığında, arttırılmış uzaysal ve zamansal çözünürlük ve homojenlik ile en doğru hız alanını sunuyoruz. Ayrıca, bu hız alanının eski çalışmalara nazaran daha genişleyen uzak alan ve artan yakın alan noktalarını kullanarak Kuzey ve Doğu Anadolu Fayları üzerindeki gerinim birikimini hesapladık. Modellenen kayma hızları, Kuzey ve Doğu Anadolu fayları için sırasıyla 20 - 26 mm/yıl ve 9.7 - 11 mm/yıl aralıklarında değişmektedir. Veriler, kıtasal deformasyonun kinematikini daha iyi sınırlayabilir, dinamik modeller için doğru sınır koşulları sağlayabilir ve Anadolu - Ege bölgesinin kinematığı hakkında sıradışı hipotezlerin test edilmesine yardımcı olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** GNSS, Hız alanı, Tektonik jeodezi



## Malazgirt Fayı; Avrasya-Arabistan Levha Sınırını Oluşturan Sağ-Yanal Makaslama Zonu

Tohid Nozadkhalil<sup>a</sup>, Ziyadin Çakır<sup>b</sup>, Semih Ergintav<sup>c</sup>, Arkadaş Özakin<sup>d</sup>

<sup>a</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Maslak, 34467 Sarıyer, İstanbul ([nozadkhalil18@itu.edu.tr](mailto:nozadkhalil18@itu.edu.tr))

<sup>b</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Anabilim Dalı, 34469 Maslak, İstanbul

<sup>c</sup> Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeodezi Anabilim Dalı, 34680 Çengelköy, İstanbul

<sup>d</sup> Boğaziçi Üniversitesi, Bebek, 34342 Beşiktaş, İstanbul

Avrasya ve Arabistan levhaları arasında gelişen kıta-kıta çarpışması sonucunda gelişen İran-Türkiye platosundaki güncel kabuk deformasyonunu daha iyi anlamak için, Erdebil (KB İran) ve Karlıova (D Türkiye) arasındaki İran-Türkiye sınırı boyunca uzun dönem hız alanı Sentetik Açıklıklı Radar İnterferometrisi (InSAR) tekniği ile haritalanmıştır. Bunun için Sentinel-1 uydularının 2014-2021 yılları arasındaki iniş (6, 79, 152 ve 50) ve çıkış (174, 72 ve 145) yörüngesindeki TOPSAR verileri ile GMTSAR ile oluşturulan interferogramlar, StaMPS yazılımı kullanarak Duraylı Saçılımlı InSAR (PSI) zaman serisi analizleri yapılmıştır.

Radar bakışı yönünde (LOS) elde edilen ortalama hız alanlarından yörünge hatasını çıkarmak için, GPS verilerinden yararlanılmıştır. Bunun için ilk önce intersismik GPS hız alanı LOS yönüne yansıtılmıştır InSAR LOS hız alanından çıkarılmıştır. Geriye kalan atık hız alanında yörünge hatasından oluşabilecek bir düzlem ters çözümüyle bulunmuş ve artık hızlardan çıkarılmıştır. Geriye kalan artık sinyale GPS LOS hız alanı eklenmiştir ve bu şekilde olası yörünge hataları giderilmiştir.

Yatay ve düşey bileşenlerine ayrıştırılan LOS hız alanları Türkiye-İran platosunda, Avrasya ve Arap levhaları arasındaki sınırın Tebriz, Kotur, Van ve Muş'tan geçerek Karlıova Üçlü Ekleminde Kuzey Anadolu fayına bağlandığını göstermektedir. Muş'un Malazgirt ilçesinden geçmesi nedeniyle Malazgirt Fayı olarak adlandırılan bu plaka sınırı, sağ-yanal bir makaslama zonunu olup genel olarak Kuzey Tebriz, Kotur, Özalp, Erciş ve Karlıova faylarını içermektedir. Yapılan InSAR gözlem ve modelleri Malazgirt Fayı'nın kayma hızının yaklaşık ~10 mm/yıl olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Türkiye-İran Platosu, Malazgirt, İntersismik, Makaslama Zonu, InSAR, GPS, Yörünge Hatası, Ters Çözüm

## Kuzey Anadolu Fayı İsmetpaşa Segmentindeki Krip Hareketinin Sürekli GNSS İstasyonları ile İzlenmesi: 2016-2022 Yılları Arasındaki Krip Değişimi

Alpay Özdemir<sup>a</sup>, Uğur Doğan<sup>a</sup>, Jorge Jara<sup>b</sup>, Semih Ergintav<sup>c</sup>, Ziyadin Çakır<sup>d</sup>, Romain Jolivet<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi Harita Müh. Bölümü, 34220, Esenler, İstanbul ([alpayoz@yildiz.edu.tr](mailto:alpayoz@yildiz.edu.tr))

<sup>b</sup> École Normale Supérieure, Yer Bilimleri Bölümü, Paris, Fransa

<sup>c</sup> Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeodezi Anabilim Dalı, 34680 Çengelköy, İstanbul

<sup>d</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469, Sarıyer, İstanbul

1970 yılından günümüze değin Kuzey Anadolu Fayı İsmetpaşa segmentinin deprem üretmeden sürekli olarak krip ettiği tespit edilmesine rağmen bu hareketin mekansal ve zamansal değişimi ile ilgili güvenilir ve detaylı bilgiler mevcut değildir. İlk olarak 1970 yılında Ambraseys tarafından belirlenmesinin ardından Karabük ilinin Eskipazar ilçesine bağlı Hamamlı köyüne tesis edilen 6 noktalık jeodezik ağda araştırmacılar tarafından jeodezik olarak yersel ve kampanya tipi GNSS ölçmeleri ile krip hareketi izlenmeye çalışılmıştır. (Aytun, 1982; Altay ve Sav, 1991; Deniz ve diğ., 1993; Kutoğlu ve diğ., 2006; Kutoğlu ve diğ., 2008; Özener ve diğ., 2013) Bu çalışmalara ek olarak bölgede 2007-2009 yılları arasında Karabacak ve diğ.(2010) tarafından yersel Lidar ölçmeleri gerçekleştirmiştir. Bilham ve diğ. (2016) İsmetpaşa segmenti üzerinde çeşitli kısımlara kurdukları kripmetre ile krip hareketini izlemişlerdir. Bunların yanısıra, yapılan InSAR çalışmaları (Çakır ve diğ., 2005; Kaneko ve diğ., 2013; Çetin ve diğ., 2014), krip eden segmentin yaklaşık 100 km uzunluğunda olduğunu ve krip hızının segmentin her kısmında aynı olmadığını ve en yüksek değerlerine, İsmetpaşa'nın yaklaşık 15-24 km doğusunda ulaştığını göstermiştir. 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 ve ne kadar derine ulaştığı konusunda soru işaretleri bulunmaktadır. Her ne kadar başlangıç nedeni 1944 Gerede depremi olma olasılığı olsa da krip hareketinin hızındaki değişimin ve başlangıcının nedenleri henüz tam anlamıyla bilinmemektedir. Krip hareketindeki ani değişimlerin bir kısmının meteoroloji ile ilişkili olduğu belirtilse de tüm geçici krip ivme değişimlerine ve derinlik boyutuna ilişkin eldeki veri setleri yeterli bilgi sağlayamamaktadır.

Bu soru işaretlerine cevap bulabilmek amacıyla, krip eden segment boyunca yersel gözlem kapasitesini arttırmak ve sismolojik aktivite ile ilişkilendirerek krip ivmelenmelerinin değişiminin detaylı sorgulanmasının yapılması gerekmektedir. Bu amaçla, 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 kurulmuştur. Bu ağa ek olarak İsmetpaşa segmentinin yakın çevresinde yer alan TUSAGA-Aktif ağına ait 19 GNSS istasyonu da bu ağa ilave edilerek ağın gözlem kapasitesi zenginleştirilmiştir. İlk bulgulara göre, İsmetpaşa segmentinde yaklaşık olarak 4-5 km derinlikte ve 6-8 mm/yıl arasında değişen krip hızları kestirilmiştir.

Bu çalışmada, İsmetpaşa segmenti yakın çevresinde yer alan GNSS istasyonlarından 2016-2022 yılları arasında krip hızının zamansal ve mekansal değişimine ait sonuçlar irdelenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** İsmetpaşa, Krip, İSMENET, GNSS, NAF

## Multi-GNSS Zaman Serilerindeki Periyodik Sinyaller, Hız Parametreleri ve Hata Karakterlerinin İrdelenmesi

Hüseyin Duman

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 58140, Merkez, Sivas  
([hduman@cumhuriyet.edu.tr](mailto:hduman@cumhuriyet.edu.tr))

Multi-GNSS (Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri), mevcut tüm konumlama uydu sinyallerinin birleştirilerek analizleri ve izlenmesi için Uluslararası GNSS Servisi (IGS) tarafından uygulamaya geçirilmiş bir projedir. Küresel ölçekteki GPS, GLONASS, Galileo ve BeiDou uydu sistemlerinin, bu projenin ana bileşenlerini oluşturduğunu söylemek mümkündür. Sağladığı yüksek konum duyarlılığı ile GPS, 30 yıldan daha uzun bir süredir özellikle yeryüzü deformasyonlarının araştırılmasında en sık kullanılanıdır. Yüzey deformasyonları, farklı zamanlarda hesaplanan koordinatların analizleri neticesinde periyodik sinyaller, deformasyon oranı (hız) vb. parametreler ile tanımlanmaktadır. Multi-GNSS, yani birden fazla uydu sisteminin kombinasyonu ile hesaplanan koordinatlar farklı duyarlılıklar sergileyebilmekte ve dolayısıyla deformasyon parametrelerini doğrudan etkileyebilmektedir. Bu bağlamda, yalnızca GPS, GPS+GLO, GPS+GAL ve GPS+GLO+GAL kombinasyonlarıyla oluşturulan zaman serilerindeki periyodik sinyaller, hız bileşenleri ve zaman serileri stokastik süreçleri irdelenmiştir. Uygulama istasyonları olarak GANP00SVK, NICO00CYP, REDU00BEL, VILL00ESP ve WTZR00DEU seçilmiş, 1 Ocak 2019 – 31 Aralık 2021 tarihleri arasındaki RINEX v3.04 formatında NASA arşivlerinden (<https://cddis.nasa.gov>) edinilmiştir. İfade edilen kombinasyonlar göz önüne alınarak GipsyX v1.7 yazılımı ile hassas nokta konumlama (Precise Point Positioning, PPP) esaslarına göre değerlendirilmiştir. İlk olarak, her bir noktanın yatay ve düşey bileşenlerinin 4 farklı kombinasyonu ile oluşturulan zaman serileri herhangi bir stokastik süreç dâhil edilmeksizin hız bileşeninden arındırılmış ve Lomb-Scargle algoritması ile güç spektrumları hesaplanmıştır. Birleştirilmiş güç spektrumları incelendiğinde, doğu bileşeni için, yıllık sinyaller tüm uydu kombinasyonlarında belirgin bir şekilde seçilebilirken, iki haftalık sinyaller yalnızca GPS ile elde edilen sonuçlarda kendini belirgin bir şekilde göstermektedir. Haricen, uydu kombinasyonuna GLONASS sisteminin dâhil olduğu sonuçlarda yaklaşık 8 günlük bir periyodik sinyal görülmektedir ki bu sinyal literatürde ilgili sistem için rapor edilmiştir. Kuzey bileşeni için yıllık, yarı-yıllık ve iki haftalık sinyaller tüm kombinasyonlarda mevcuttur. Doğru bileşeninde olduğu gibi GLONASS sisteminin yaklaşık 8 günlük periyodik sinyali kuzey bileşeninde de görülmekte fakat sinyalin gücü doğu bileşenine göre daha düşük seviyelerdedir. Yükseklik bileşeninde de tüm kombinasyonlar için ifade edilen sinyallerin tümü seçilebilmektedir. Fakat GLONASS sisteminin 8 günlük periyodik sinyali gücünü neredeyse yitirmiştir. Güç spektrumunun eğimi ilgili zaman serilerinin stokastik süreçleri hakkında ön bilgi sunmaktadır. Bu eğim tüm uydu kombinasyonları için, doğu bileşeninde kırpışma gürültüsüne yakınken (flicker noise) yüksek frekanslara doğru grafiğin eğimi yataylaşmakta, yani gürültünün türü beyazlaşmaktadır (white noise). Kuzey ve yükseklik bileşeninde ise benzer eğim söz konusu fakat beyaz gürültünün varlığı doğu bileşenine göre daha düşük seviyelerdedir. Bu aşamadan sonra tüm zaman serileri, stokastik olarak güç-yasası (power-law noise) + beyaz gürültü kombinasyonu ve yıllık/yarı-yıllık sinyaller dâhil edilerek Hector v1.9 yazılımı ile analiz edilmişlerdir. Yalnızca GPS'ten elde edilen hız kestirimlerinin diğer kombinasyonlara göre mutlak değerce karşılaştırıldığında; doğu bileşeninde GPS+GLO+GAL sonuçları 1.1 mm/yıl'a, GPS+GLO sonuçları 1.0 mm/yıl'a, GPS+GAL sonuçları 0.8 mm/yıl'a kadar farklılıklar gösterirken, kuzey bileşeni için bu değerler sırasıyla 0.6, 1.7 ve 0.4 mm/yıl'a kadar, yükseklik bileşeni içinse 1.6, 3.4 ve 1.4 mm/yıl'a kadar farklılıklar göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Multi-GNSS, Zaman Serileri Analizi, Gürültü Tipi, Periyodik Sinyal

## 24 Ocak 2020 Sivrice (Elazığ) Depremi'nin Deprem Sonrası Deformasyonlarının Jeodezik Yöntemlerle İzlenmesi

İlay Farıma<sup>a</sup>, Seda Özarpacı<sup>a</sup>, Alpay Özdemir<sup>a</sup>, Uğur Doğan<sup>a</sup>, Semih Ergintav<sup>b</sup>, Ziyadin Çakır<sup>c</sup>, Efe Turan Ayruk<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Davutpaşa Kampüsü, 34220 Esenler İstanbul ([ilayfarimaz@gmail.com](mailto:ilayfarimaz@gmail.com))

<sup>b</sup> Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeodezi Anabilim Dalı, 34684 Çengelköy İstanbul

<sup>c</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak İstanbul

Türkiye'nin en önemli aktif fay sistemlerinden biri olan Doğu Anadolu Fayı (DAF) 24 Ocak 2020 Sivrice (Mw 6.8) depremi ile uzun süreli sessizliğini bozarak, büyük deprem üretebilme potansiyelini göstermiştir. Ayrıca, Sivrice depremi DAF'nin mekaniği konusunda bilgi edinmek açısından da büyük bir öneme sahiptir. Bu çalışmada, jeodezik ölçme yöntemlerinden InSAR ve GNSS ile elde edilen veriler birlikte kullanılarak Sivrice depreminin yaklaşık 2.5 yıllık deprem sonrası deformasyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaç kapsamında, çalışma bölgesinin GNSS hız alanı uzak alanda sürekli GNSS istasyonlarından elde edilen ölçüler ile, yakın alanda ise TÜBİTAK tarafından desteklenen projelerimiz kapsamında tesis edilen kampanya GNSS noktalarında yapılan ölçülerin birlikte analiz edilmesi ile elde edilmiştir. Ayrıca, Ocak 2020 ve Temmuz 2022 tarihleri arasında, 6 gün aralıklarla alınan Sentinel uydusu verilerinin değerlendirilmesi ile bu hız alanı sıklaştırılmıştır. InSAR ve GNSS verilerini ilişkilendirmek amacıyla, Sentinel verilerinden atmosfer v.b. çeşitli etkilerden arındırılmış bir hız alanı çıkartılmıştır.

Her iki yöntemden elde edilen veri setlerinin zaman serisi analizleri, Sivrice depremine kaynaklık eden fay segmenti boyunca deprem sonrası (postseismic) deformasyonlar ve kayma (afterslip) hareketini beklediği gibi göstermektedir. Deprem sonrası hareketin devam etmekte olduğu görülmektedir.

GNSS verilerinin analizleri sonucunda 2.5 yıllık deprem sonrası hareket güney yönünde ~6.5 cm, batı yönünde ~9.5 cm boyutundadır. InSAR verilerinin analizi sonucunda depremin merkez üssünün yaklaşık 30 km batısında, ~6 cm/yıl değeri kestirilmiştir. Bu değer deprem anı gözlenen en büyük yer değiştirmenin olduğu bölgenin yaklaşık 15 km batısındadır. Gözlenen deprem sonrası etkilerin incelenmesi durumunda, baskın hareketin batıya doğru ilerlediği ve sismolojik aktivite ile uyumlu bir davranış gösterdiği görülmektedir.

Bu çalışma 121Y400 numaralı TÜBİTAK projesi ile desteklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Anadolu Fayı, Deprem, InSAR, GNSS

## İstanbul GNSS Nirengi Ağında Hız Vektörlerinin Güncellenmesi

Güneş Aydın<sup>a</sup>, Ahmet Güntel<sup>b</sup>, Osman Eşli<sup>b</sup>, Osman Aydın<sup>a</sup>, Seda Özarpacı<sup>c</sup>, Alpay Özdemir<sup>c</sup>, Efe Turan Ayruk<sup>c</sup>, İlay Farımaç<sup>c</sup>, Ülger Munzuroğlu<sup>a</sup>, Tayfun Baydemir<sup>a</sup>, Fatih Esirtgen<sup>b</sup>, Uğur Doğan<sup>c</sup>

<sup>a</sup> İstanbul Büyükşehir Belediyesi Harita Müdürlüğü, Kemalpaşa Mah. 15 Temmuz Şehitleri Cad. No:5 34134 Fatih İstanbul ([gaydin@ibb.gov.tr](mailto:gaydin@ibb.gov.tr))

<sup>b</sup> Mescioğlu Mühendislik ve Müşavirlik A.Ş, Mutlukent Mah. 1920 Cd. No:65 Ümitköy Ankara

<sup>c</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Davutpaşa Kampüsü, 34220 Esenler İstanbul

Büyük ölçekli yersel veya fotogrametrik harita üretim projelerinde konum ve yükseklik belirleme çalışmaları için tasarlanan jeodezik altyapılar; aynı zamanda kabuk deformasyonlarının izlenmesi ve modellenmesi ile aktif fay hatlarının izlenmesi gibi farklı disiplinler tarafından gerçekleştirilen projelerin amaçlarına da hizmet etmektedir.

Bu çalışmada 2005 yılında kurulan İstanbul GNSS Nirengi Ağı (İGNA)'nda yer alan C1 ve C2 derece noktaların 2021 yılında yenilen jeodezik altyapıda kullanılması için hız vektörlerinin güncellenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç kapsamında, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Harita Müdürlüğü ile Mescioğlu Mühendislik ve Müşavirlik A.Ş. tarafından yürütülen İstanbul İl genelinde yapılacak İstanbul İl Sınırları İçerisinde, Fotogrametrik Yöntemle 1/1000 ve 1/5000 Ölçekli Revizyon Hâlihazır Harita, 1/1000 Ölçekli Gerçek Ortofoto Harita ve 3 Boyutlu Kent Modeli Üretim İşi projesinde Yıldız Teknik Üniversitesi danışmanlığında tamamlanan jeodezik çalışmalarında üretilen veriler kullanılarak; çalışma sahasında bulunan TUSAGA-Aktif ile İSKİ UKBS istasyonlarının 2014 yılından günümüze kadar olan GNSS verileri ITRF-14 referans sisteminde analiz edilerek zaman seri elde edilmiştir. Öncelikle, İSKİ UKBS istasyonlarına ilişkin konum ve hız bileşenlerinin ülke datumunda tanımlanması için TUREF (ITRF96, 2005 epok) sistemine dönüştürülmüştür. Yapılan datum dönüşümü sonrasında referans noktaları olarak alınan sürekli gözlem istasyonlarına bağlı olarak 2021 yılında yeniden ölçülen C1 ve C2 derece noktaların koordinat ve hız vektör bileşenleri yeniden hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, 2005 ve 2021 yılında ölçülen noktaların konum ve hız vektör bileşenleri arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadıkları analiz edilerek sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** İGNA, Hız vektörleri, TUSAGA-Aktif, İSKİ-UKBS

## Updating Velocity Vectors on İstanbul GNSS Network

Güneş Aydın<sup>a</sup>, Ahmet Güntel<sup>b</sup>, Osman Eşli<sup>b</sup>, Osman Aydın<sup>a</sup>, Seda Özarpacı<sup>c</sup>, Alpay Özdemir<sup>c</sup>, Efe Turan Ayruk<sup>c</sup>, İlay Farımaç<sup>c</sup>, Ülger Munzuroğlu<sup>a</sup>, Tayfun Baydemir<sup>a</sup>, Fatih Esirtgen<sup>b</sup>, Uğur Doğan<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Map Directorate of Istanbul Metropolitan Municipality, Kemalpaşa, 15 Temmuz Şehitleri Street, No:5 34134 Fatih İstanbul ([gaydin@ibb.gov.tr](mailto:gaydin@ibb.gov.tr))

<sup>b</sup> Mescioğlu Mühendislik ve Müşavirlik A.Ş., Mutlukent Mah. 1920 Cd. No:65 Ümitköy Ankara

<sup>c</sup> Yıldız Technical University, Civil Engineering Faculty, Department of Geomatic Engineering, Davutpaşa Campus, 34220 Esenler İstanbul

Geodetic infrastructures designed for location and elevation determination studies in large-scale terrestrial or photogrammetric map production projects; also serve the purposes of projects carried out by different disciplines, such as monitoring and modelling crustal deformations and tracing active fault lines.

In this study, it is aimed to update the velocity vectors for use of I<sup>st</sup> and II<sup>nd</sup> degree points in the İstanbul GNSS Network (IGNA) which was established in 2005, in the geodetic infrastructure that was renewed in 2021. Within the scope of this purpose, 1\1000 and 1\5000 Scale Revision Base Map, 1\1000 Scale True Orthophoto Map and 3 Dimensional City Model with photogrammetric method, to be made throughout the İstanbul Province, carried out by the İstanbul Metropolitan Municipality Mapping Directorate and Mescioğlu Mühendislik ve Müşavirlik A.Ş., using the data produced in the geodetic studies completed under the consultancy of Yıldız Technical University; GNSS data of TUSAGA-Aktif and ISKI UKBS stations which were in the study area from 2014 to the present were analyzed in the ITRF-14 reference system and time series were obtained. Firstly, it has been converted to TUREF (ITRF96, 2005 epoch) system to define the position and velocity components of ISKI UKBS stations in the country datum. After the datum transformation, depending on the continuous observation stations taken as reference points, the coordinate and velocity vector components of the I<sup>st</sup> and II<sup>nd</sup> degree points re-measured in 2021, were recaptured. According to the results found, it is presented by analyzing whether the differences between the position and velocity vector components of the points measured in 2005 and 2021 are statistically significant.

**Keywords:** IGNA, Velocity vectors, TUSAGA-Aktif, ISKI-UKBS



## Gravite Anomalilerin Ters Çözümüyle Yalova-Termal Bölgesinin Temel Kaya Geometrisinin ve Yoğunluk Farklarının Modellenmesi ve Bölgesel Deprem Aktivitesi İle İlişkileri

Ertan Pekşen<sup>a</sup>, Bülent Oruç<sup>a</sup>, Bedirhan Sarı<sup>b</sup>, Deniz Çaka<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Kocaeli Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 41001 Umuttepe Kocaeli

<sup>b</sup> Fen Bilimleri Enstitüsü, Kabaoğlu, Baki Komsuoğlu Bulvarı, Umuttepe, 41001, İzmit Kocaeli  
([bedosari1@gmail.com](mailto:bedosari1@gmail.com))

Kuzey Anadolu Fay Zonunun (KAFZ) kuzey ve güney kolları arasında kalan Armutlu yarımadası, yüzey gözlemlerine göre çok sayıda aktif fayın bulunduğu ve deprem aktivitesi olan bir bölgedir. Bölgenin kuzeyinde bulunan Termal (Yalova), yarımadanın en sıcak termal kaynaklarına sahip olmakla birlikte sık deprem fırtına aktiviteleriyle de dikkat çekmektedir. Bu çalışmada termal kaynakların ve yerel fayların deprem aktiviteleri ile ilişkileri derinlik boyutunda araştırılmıştır. Bölgenin ayrıntılı bağıl gravite ölçümleri 117Y184 numaralı TÜBİTAK 1011 projesi kapsamında yapılarak Bouguer anomali haritası elde edilmiştir. Bouguer anomalilerinin spektral analizinden elde edilen genlik spektrumunun eğimlerinden anomalilere neden olan üç derin ara yüzeyin ortalama sınır derinlikleri sırasıyla 1.15 km (temel kaya), 0.38 km ve 0.13 km olarak bulunmuştur. Sedimanter istifin altında metamorfik ve magmatik kayalar toplulukları ile tanımlanan temel kaya sınır ondülasyonu Parker-Oldenburg doğrusal olmayan ters çözüm algoritmasıyla modellenerek 0.7-1.5 km derinliklerinde haritalanmıştır. Temel kaya modeli Termal'in güney doğu kesiminde en sığ derinliğe ulaştığında ve kuzey batı kesiminde ise derinleşmektedir. Gravite anomalilerinin birinci düşey türevinden hesaplanan tilt açılarının sıfır konturlarıyla izlenen ve KD-GB doğrultulu birbirine yaklaşık paralel olan yerel fayların, temel kayanın hızlı değişen kesimlerine karşılık geldiği gözlenmiştir. Deprem odak derinliği dağılımlarıyla da korele edilebilen temel içi faylar bölgenin sığ deprem aktivitesinde etkin olmaktadır. Fayların temel üstü ortamda olası uzanımlarının araştırılması için Bouguer anomalilerinden üçüncü dereceden trend etkisi giderilerek hesaplanan rezidüel gravite anomalileri kullanılmıştır. Yapı uzanımlarını dik kesecek şekilde KD-GB yönlü altı adet kesit anomalisine Occam doğrusal ters çözüm tekniği kullanılarak yoğunluk farklarının yanal ve düşey dağılımları modellenmiştir. Yoğunluk farklarının yanal olarak keskin değişimlerinin, önceki yöntemlerin çizgisellikleri ile uyumlu olması fayların sığ derinliklerden başlayarak temel kaya derinliklerine kadar etkin olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Termal, Bouguer anomalileri, Ters çözüm, Temel kaya, Tilt açısı, Yoğunluk farkları

## Yineleme Haritaları Yöntemi Kullanılarak Kuyu Logu Verilerinden Jeolojik Sınırların Tespiti

Arkin Balkis<sup>a</sup>, M. Mücella Canbay<sup>b</sup>, Ertan Pekşen<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı, 41001 Umuttepe, Kocaeli, ([arkinbalkis@gmail.com](mailto:arkinbalkis@gmail.com))

<sup>b</sup>Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı, 41001 Umuttepe, Kocaeli

<sup>c</sup>Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı, 41001 Umuttepe, Kocaeli

Sondaj kuyuları, yeraltı hakkında ayrıntılı bilgi için birincil kaynaktır. Jeolojik bilgiler, sondaj sırasında doğrudan karot numuneleri olarak elde edilebilir. Buna ek olarak delme sırasında veya kuyu tamamlandıktan sonra bir kablolu sistem kullanılarak formasyona ait petrofiziksel bilgileri, derinliğin bir fonksiyonu olarak toplamak ve bu bilgileri saklamak için kuyuya kuyu log cihazları yerleştirilerek kuyudan düzenli aralıklarla örneklenebilir ve ölçülebilir.

Zaman serileri, doğrusal ve durağan olmayan aynı zamanda düzensiz periyodik salınımlar gösteren bir yapıya sahiptir. Yineleme Haritaları (Recurrence Plot-RP) analizi, zaman serilerinin periyodik olmama derecesini tanımlamak için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde amaç yüksek boyutlu faz uzayına sahip dinamik sistemlerin içerisindeki doğrusal olmayan ve anlık pik davranışları kolayca ortaya çıkarabilmektir. Yineleme haritalarının, başta tıp bilimleri olmak üzere, fen bilimleri, psikoloji gibi sosyal bilimler ve iktisat gibi ekonomi bilimlerinde sıklıkla kullanıldığı görülmektedir.

Formasyonların genellikle keskin sınırları olduğu bilinen bir durumdur. Dolayısıyla herhangi bir sondaj kuyusundan örnekler kullanılarak litolojik tabakalar arasındaki sınırları tespit etmede Yineleme Haritaları Yöntemi kullanmak oldukça verimli sonuçlar yaratabilmektedir. Burada yöntem, önceden herhangi bir jeolojik bilgi gerektirmeyecek şekilde bağımsız olduğundan jeolojik uzaysal verilerdeki geçişleri tespit etmek için uygulanacak şekilde uyarlanmış zaman serisi tekniklerine dayandırılmıştır.

Kuyu logu verileri, yeraltında derinliğin bir fonksiyonu olarak litolojik bilgi barındırdığından, doğrusal ve durağan olmayan aynı zamanda düzensiz periyodik salınımlar gösteren bir yapıya sahiptir. Dolayısıyla kuyu logu verilerinden, petrofiziksel ve jeokimyasal parametrelerden litolojik katmanları tespit etmek için çok değişkenli bir zaman serisi tekniği geliştirilmiştir.

Bu çalışmada, kuyu logu zaman serilerindeki düzensiz periyodik davranış kalıpları Yineleme Haritaları tekniğiyle işlenmiş jeolojik sınırlar belirlenmeye çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kuyu logları, Yineleme haritaları (Recurrence Plot), Formasyon sınır tespiti

## Türkiye Deprem Tehlikesi Haritası PGA Verilerinin, Sahaya Özel Hesaplanan PGA Sonuçları ile Karşılaştırılması

Ömer Faruk Dereköy<sup>a</sup>, Suat Akbulut<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geoteknik Anabilim Dalı, 34220, İstanbul  
([faruk.derekoy@std.yildiz.edu.tr](mailto:faruk.derekoy@std.yildiz.edu.tr))

<sup>b</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geoteknik Anabilim Dalı, 34220, İstanbul

Yer hareketi tahmin denklemleri, sahaya çevreleyen deprem kaynakları hakkında edinilen bilgiler ışığında, incelenen bölge veya sınırları belirlenmiş bir alan içinde yaşanacak sarsıntının tehlike seviyesini, farklı olasılık ve istatistiksel hesap yaklaşımları aracılığıyla geliştirilmiş fonksiyonlar ile depremin büyüklüğü ( $M_w$ ), depremin tektonik olarak kaynak mekanizması, deprem odak uzaklığı ( $R_{jb,epi,hyp}$ ), kayma dalga hızı ( $V_{s30}$ ) ve inceleme alanı derin sedimantasyon faktörü gibi değişkenleri kullanarak öngörmeyi hedeflemektedir.

AFAD, TBDY-2018'in uygulamaya konulması ile birlikte çevrimiçi bir hizmet olarak, koordinat bazlı en yüksek yer ivmesi (PGA) ve kısa periyot ve uzun periyottaki spektral ivme verileri ( $S_{ds}$  ve  $S_{d1}$ ) gibi sismik yapı tasarım değişkenlerini sunmaktadır. Bu değerler “*Türkiye Sismik Tehlike Haritasının Güncellenmesi (UDAP – Ç – 13-06), 2014*” raporunda sunulan çalışmalardan hareketle seçilen yer hareketi tahmin denklemleri ve bu denklemler için önerilen mantık ağacı ağırlıklarına göre sağlanmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye Deprem Tehlikesi Haritasının (TDTH)'nin kabul ettiği yer hareketi tahmin denklemleri ve mantık ağacına göre ağırlıkları ile zemin özellikleri bilinen bir lokasyon için analizler gerçekleştirilerek TBDY-2018'de ilgili koordinat için verilen değerler ile kıyaslanması amaçlanmıştır. Bu bağlamda, İstanbul ili içinden seçilmiş, zemin özellikleri bilinen 6 lokasyon için, TDTH hesap yöntemi takip edilerek, sahaya özel PGA değerleri hesaplanmıştır. Analizlerde, Kuzey Anadolu Fay Hattı, Marmara Denizi kuzey segmenti üzerindeki doğrultu atımlı fay, senaryo deprem için kaynak mekanizması olarak belirlenmiş ve üç farklı senaryo deprem büyüklükleri için sığ kabuk içi yer hareketi modeli seçilerek PGA hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Yer hareketi tahmin denklemlerindeki değişkenler lokasyonlara göre hesaplamalarda tanımlanmış ve sahaya özel PGA değerleri elde edilmiştir.

Bu çalışmanın neticesinde, TDTH çevrimiçi uygulamasından sağlanan PGA verisi ile belirli bir noktaya ait zemin koşullarına göre elde edilen sahaya özel PGA değerleri karşılaştırılmış, farklı zemin koşullarının TDTH'da verilen PGA değerlerine göre daha yüksek veya daha düşük değerler almasında etkisi olabileceği gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** PGA, deprem, İstanbul, yer hareketi tahmin denklemleri, KAF

## Trakya Havzasındaki Geniş Çaplı Zemin Deformasyonunun Kuzey Anadolu Fayı Üzerindeki Etkisi

Tohid Nozadkhalil<sup>a</sup>, Ziyadin Çakır<sup>b</sup>, Semih Ergintav<sup>c</sup>, Uğur Doğan<sup>d</sup>, Thomas R. Walter<sup>e</sup>

<sup>a</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Maslak, 34467 Sarıyer, İstanbul ([nozadkhalil18@itu.edu.tr](mailto:nozadkhalil18@itu.edu.tr))

<sup>b</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Maslak, 34467 Sarıyer, İstanbul

<sup>c</sup> Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli, 34684 Üsküdar, İstanbul

<sup>d</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Davutpaşa, 34220 Esenler İstanbul

<sup>e</sup> GFZ Potsdam, Telegrafenberg, 14473, Potsdam, Germany

Trakya bölgesindeki yüzey deformasyonunu haritalamak amacıyla Sentinel-1 uydularının 2014-2020 yılları arasındaki iniş (36) ve çıkış (131) yörüngelerindeki TOPS verileri kullanıldı. Zaman serisi analizi, yılda 10 milimetreye varan büyük ölçekli bir oturma hareketini (~110x60 km) ortaya koymaktadır. Bu deformasyon muhtemelen, bölgede yıllardır devam eden doğal gaz arama ve çıkarma faaliyetleri ile ilişkilidir.

Gözlenen çökmenin doğal gaz rezervuarlarındaki sedimanların sıkışmasından kaynaklandığını varsayarak, gaz çıkarma kuyularının tabanını kapsayan bir yüzey oluşturuldu. Bu yüzey elastik ve homojen bir ortamda üçgen elemanlar ile tanımlandı. Bu elemanlar üzerindeki negatif açılma miktarı (hacim kaybı) ters çözüm yöntemiyle bulundu. Bu sıkışmadan kaynaklanan potansiyel gerilme transferi Marmara denizi içerisinde yer alan Kuzey Anadolu Fayı (KAF) üzerinde araştırılmıştır. Bu olası hacim kaybından kaynaklanan Coulomb gerilme değişikliklerinin ( $< 10^{-5}$  Mega-Pascal), Marmara sismik boşluğu etrafındaki gerilme durumunu etkilemek için önemsiz oranda olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın, özellikle Marmara Sismik Boşluğunda büyük bir deprem olması durumunda, altyapı, yerleşim yerleri ve diğer yapıları için tehlikeler değerlendirilirken bu çalışmada ortaya çıkan büyük ölçekli çökme hareketi dikkate alınması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Marmara, Yüzey deformasyonu, InSAR, Coulomb gerilme, Ters çözüm

## Sultandağı Fayı Çay Segmenti'nin Aktif Tektonik ve Paleosismolojik Özellikleri, GB TÜRKİYE

Hasret Ozan Avcı<sup>a</sup>, Meryem Kara<sup>b</sup>, Volkan Özaksoy<sup>c</sup>, Hasan Elmacı<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Beker Enerji İnş, Melik Gökçek Bul. No: 63/38 Y.Mahalle Ankara ([hasretozanavci07@outlook.com](mailto:hasretozanavci07@outlook.com))

<sup>b</sup> MTA Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü, Belediye Evleri, 01170 Çukurova Adana

<sup>c</sup> Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 07070 Konyaaltı Antalya

<sup>d</sup> MTA Genel Müdürlüğü, Çukurambar Mahallesi Dumlupınar Bulvarı No: 33/A, 06530 Çankaya Ankara

Türkiye Paleosismoloji Araştırmaları Projesi (TÜRKPAP) kapsamında Sultandağı Fayı Çay Segmenti üzerinde paleosismoloji çalışmaları yapılmıştır. Çalışma alanında Paleozoik yaşlı birimlerden başlayarak, Kuvaterner yaş aralığına kadar uzanan birimler yer almaktadır. Sultandağı'nın KKD'sunu sınırlayan Sultandağı Fayı, Türkiye Diri Fay Haritasına göre (Emre vd. 2013) 115 km uzunluğunda ve genel doğrultusu, K30–60B/70KD olan eğim atımlı normal bir faydır. Emre vd. (2016) ne göre Sultandağı Fayı 6 segmentten oluşmaktadır. Bu çalışmada Sultandağı Fayı içinde yer alan Çay Segmenti üzerinde yapılan paleosismoloji çalışmaları anlatılacaktır. Çay Segmenti, doğudan Pınarkaya yakınlarında başlayıp, Çay İlçesi yerleşim alanı içerisinden geçerek, Maltepe Köyü yakın batısında sonlanmaktadır. Çay Segmenti, 12 km uzunluğunda ve K80D/64KB genel doğrultusunda uzanım göstermektedir. Genellikle Paleozoik yaşlı birimler ile Kuvaterner birimler arasında dokanak oluşturan fay, batı bölümünde Kuvaterner birimlerini kesmektedir. Tarihsel ve aletsel dönem kayıtlarında Çay Segmenti'nden kaynaklanmış depremlerin varlığı bilinmektedir.

Çay Segmenti üzerinde meydana gelen ve yüzey yırtılmasıyla sonuçlanan son deprem, 2002 yılında meydana gelen Mw: 6,5 büyüklüğündeki Çay depremidir. Paleosismoloji çalışmaları, Çay Segmenti üzerinde Holosen döneminde yüzey yırtılması ile sonuçlanmış en az üç depremin meydana geldiğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Paleosismoloji, Aktif tektonik, Sultandağı fayı, Güneybatı Anadolu

### 3 Boyutlu Koordinat Dönüşüm Problemlerinde Dördeylerin Kullanımı

Recep Candan<sup>a</sup>, Cüneyt Aydın<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Davutpaşa, 34220 Esenler İstanbul  
([recep.candan@std.yildiz.edu.tr](mailto:recep.candan@std.yildiz.edu.tr))

<sup>b</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Davutpaşa, 34220 Esenler İstanbul

Jeodezik deformasyon çalışmalarında 3 boyutlu koordinat dönüşümleri önemli bir yer tutar. Bu dönüşümler sayesinde karşılaştırılan iki zaman periyodu arasında geçen zamanda oluşan dönüklükler, ötelemeler, ölçek çarpanları vb. elemanlar kestirilerek, çalışma bölgesindeki yüzey deformasyon elemanları tanımlanır. 3 boyutlu koordinat dönüşümü ile parametre kestirimini gerçekleştirmek için iki farklı stokastik model oluşturulur: Asimetrik ve simetrik model. Asimetrik modelde yalnızca bir periyottaki koordinatlar hatalı iken, simetrik modelde her iki periyottaki koordinatlar aynı anda hatalıdır. Uygulamada yaygın olarak kullanılan asimetrik model en küçük kareler yöntemi ile çözülebilirken, simetrik model için toplam en küçük kareler yöntemi kullanılmalıdır. Bu çalışmada hem asimetrik hem de simetrik model için 3 boyutlu benzerlik koordinat dönüşümü, dördeyler (quaternions) kullanılarak çözülmektedir. Dördeylerin her iki modelin çözümünde çeşitlik üstünlükleri bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi, dönüşümde kullanılan nokta dağılımından etkilenmeden çözümün gerçekleştirilebilmesidir. Örneğin bir doğru üzerinde yer alan noktaların geçtiği bir problemde klasik Euler dönüklük açılarına göre oluşturulan 3 boyutlu model ile çözümde kondisyon hataları ile karşılaşılabilirken, dördeylere göre oluşturulan bir 3 boyutlu modelde bu hatalar ortadan kalkar. Çalışmada dördeylerin böylesi 3 boyutlu modelleme çalışmalarındaki özellikleri ve üstünlükleri incelenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Deformasyon, 3 Boyutlu koordinat dönüşümü, Dördeyler



## Afyon-Akşehir Grabeninin Sisteminin Kuzey Kenarını Sınırlayan Fayların Paleosismolojik Özellikleri (Çobanlar ve Bolvadin Fayları), GB Türkiye

Hasan Elmacı<sup>a</sup>, Volkan Özaksoy<sup>b</sup>, Hasret Ozan Avcı<sup>c</sup>, Meryem Kara<sup>d</sup>, Suzan Özmen<sup>e</sup>

<sup>a</sup> MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Çankaya Ankara ([hasan.elmaci@mta.gov.tr](mailto:hasan.elmaci@mta.gov.tr))

<sup>b</sup> Akdeniz Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 07070 Konyaaltı Antalya

<sup>c</sup> Beker Enerji İnş, Melih Gökçek Bul. No: 63/38 Yenimahalle Ankara

<sup>d</sup> MTA Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü, Belediye Evleri, 01170 Çukurova Adana

<sup>e</sup> Manuba Madencilik ve Enerji A.Ş, Dumlupınar Bul. Tepe Prime A Blok No:64 Çankaya Ankara

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından yürütülmekte olan Türkiye Paleosismoloji Araştırmaları Projesi kapsamında Afyon-Akşehir Graben Sisteminin kuzey kenarını sınırlayan faylar üzerinde paleosismolojik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada bu sistem içinde yer alan Çobanlar ve Bolvadin faylarının paleosismolojik özellikleri anlatılacaktır.

Çalışma alanında temelde Paleozoyik' ten Kuvaterner' e kadar uzanan ve geniş bir yaş aralığını temsil eden kayaç toplulukları yer almaktadır. Çobanlar fayı, Türkiye Diri Fay Haritası'na göre 44 km uzunluğunda, K70<sup>0</sup>B genel doğrultulu ve 55<sup>0</sup>-65<sup>0</sup> GB' ya eğimli normal bir fay olarak haritalanmıştır. Fay, Kocaöz köyünde yaklaşık 1 km genişlik ve 500 m uzunluktaki sağa sekme yapısı ile iki geometrik parçaya ayrılmaktadır. Batıda kalan geometrik parçanın uzunluğu 21 km, Doğuda kalan diğer geometrik parçanın uzunluğu ise 23 km'dir. Afyonkarahisar şehir merkezinin yaklaşık 3 km doğusundan başlayan batı segment, Miyosen yaşlı kırıntılı birimleri kesmekte bazı kesimlerde ise bu birimler ile Kuvaterner yaşlı alüvyonlar arasında dokanak oluşturmaktadır. Batı segment Kocaöz köyü kuzeyinde sola büküm yaparak sonlanmaktadır. Hamidiye köyü yakın kuzeyinden başlayan doğu segment ise, yaklaşık 12 km boyunca Paleozoyik yaşlı birimler ile Kuvaterner birimler arasında dokanak oluşturmaktadır. Bolvadin ilçesi yakın batısında fay, sola büküm yaparak Miyosen yaşlı kırıntılı birimler ile Kuvaterner yaşlı alüvyonlar arasında dokanak oluşturur ve Özbek köyünde sonlanır. Çalışma alanında yer alan Bolvadin fayı ise Türkiye Diri Fay Haritası'na göre 7 km uzunluğunda, K53<sup>0</sup>D genel doğrultulu ve 65<sup>0</sup>-75<sup>0</sup> GD' ya eğimli normal bir fay olarak haritalanmıştır. GB' da Bolvadin ilçe merkezinden başlayan fay, 7 km boyunca Pliyosen yaşlı yelpaze çökelleri ile Kuvaterner yaşlı alüvyonlar arasında dokanak oluşturmakta ve Karayokuş köyünün 3 km GD' sında sonlanmaktadır. Ayrıca fay üzerinde sismik aktivite olmaksızın meydana gelen 30-40 cm düşey atıma neden olan asismik yüzey deformasyonları da gözlenmiş ve haritalanmıştır.

Bu çalışmada, Çobanlar ve Bolvadin fayları üzerinde paleosismolojik hendek çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Açılmış olan hendek duvarlarında yakın jeolojik dönemdeki aktiviteleri ve faylanma kinematikleri hakkında bilgiler elde edilmiştir. Çobanlar fayının son 8000 yıl içinde yüzey yırtılması ile sonuçlanmış en az 4 deprem, Bolvadin fayının ise asismik yüzey deformasyonları haricinde son 3500 yılda yüzey yırtılması ile neticelenmiş en az 2 deprem ürettiği sedimantolojik ve yapısal unsurlar değerlendirilerek belgelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Afyon-Akşehir grabeni, Çobanlar fayı, Bolvadin fayı, Paleosismoloji

## Fay kayacı minerolojisi ve fay mekaniği üzerine etkileri: Doğu Anadolu Fayı'nın Hazar Gölü ve Palu arasında kalan kesiminden bulgular

İrem Çakır<sup>a</sup>, Cengiz Zabcı<sup>a</sup>, Mehmet Köküm<sup>b</sup>, Hatice Ünal Ercan<sup>c</sup>, Müge Yazıcı<sup>a,d</sup>, Mehran Basmenji<sup>a</sup>, N. Beste Şahinoğlu<sup>a</sup>, Özlem Yağcı<sup>e</sup>, Uğur Doğan<sup>f</sup>, Semih Ergintav<sup>g</sup>

<sup>a</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü 34469 Sarıyer, İstanbul, Türkiye ([iremmcakir@gmail.com](mailto:iremmcakir@gmail.com))

<sup>b</sup> Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü 23200 Merkez, Elazığ, Türkiye

<sup>c</sup> Konya Teknik Üniversitesi, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri, Konya, Türkiye

<sup>d</sup> Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ), Dynamik der Lithosphäre, 14473 Potsdam, Almanya

<sup>e</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarı, Davutpaşa Kampüsü 34420 Esenler, İstanbul, Türkiye

<sup>f</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü Davutpaşa Kampüsü 34420 Esenler, İstanbul, Türkiye

<sup>g</sup> Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeodezi Anabilim Dalı 34684 Üsküdar, İstanbul, Türkiye

Anadolu Bloğu'nun doğu sınırını oluşturan Doğu Anadolu Makaslama Zonu ve onun ana yer değiştirme süresizliği olan Doğu Anadolu Fayı (DAF), kuzeydoğuda Karlıova (Bingöl) ile güneybatıda Türkoğlu (Kahramanmaraş) arasında toplam 450 km uzunluğa sahiptir. Bu sol yanal transform fayın Palu ve Hazar Gölü (Elazığ) arasında kalan kesimi üzerinde günümüze kadar gerçekleştirilen GNSS, InSAR ve sismoloji çalışmaları, genel tektonik yüklemeye göre kayda değer miktarda asismik kayma (krip) meydana geldiğine işaret eder. Fayın yakın tarihini temsil eden bu gözlemlere ek olarak, bu asismik hareketin doğasına yönelik fay kayaçlarının mineralojik özellikleri bu çalışmanın ana konusunu oluşturmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, uzaktan algılama ve saha tabanlı jeoloji verileri deneştirilerek DAF'ın Palu ve Hazar Gölü (Elazığ) arasında kalan kesiminin jeoloji haritası derlenmiştir. Bunun için Landsat 8-OLI ve Sentinel 2-MSI görüntüleri dört farklı teknik kullanılarak işlenmiş ve jeolojik birimlerin analizi için yalancı renk haritaları üretilmiştir. Yapılan saha çalışmaları ile formasyonların mekânsal dağılımı kontrol edilmiş ve DAF'ın ilgili kesimindeki fay yüzlekleri belirlenmiştir. Bu fay zonları boyunca temsili kayaç numuneleri alınmış ve X-ışını kırılımı (XRD) incelemeleri yapılarak bu kayaçların mineralojik bileşimleri ortaya konmuştur.

Farklı zaman dilimlerinde çekilen Landsat 8-OLI ve Sentinel 2-MSI görüntülerine ait haritalar saha çalışmaları ile birlikte değerlendirildiğinde, DAF'ın Palu ve Hazar Gölü arasında kalan kesiminin, genel olarak ofiyolitik (ultramafik ve mafik) kayaçlar ve yığışım karmaşıklarından (şeyl, kumtaşı, volkanikler, ofiyolit parçaları) oluştuğu görülür. Bu temel kayaçlar özellikle çalışma bölgesinin orta kesimlerinde genç alüvyonlarla örtülmüştür. Fay zonu boyunca toplanan fay kayacı örneklerinin XRD incelemeleri, deformasyon zonunda baskın mineral birliğinin vermikülit, simektit ve klorit kil gruplarından oluştuğunu ortaya koymuştur. Fay kayaçlarının belirtilen kil türlerinden oluşması, boşluk suyu basıncındaki değişime bağlı olarak DAF'ın ilgili kesimi boyunca mekanik zayıflamaya ve bunun bir sonucu olarak sığ seviyelerde asismik kaymaya neden olabileceğine işaret eder.

Bu çalışma 118Y450 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Asismik kayma, Krip, Fay kayacı, Landsat 8-OLI, Sentinel 2-MSI, XRD

## GPS Zaman Serilerinin Analizi İçin Bir Yazılım Tasarımı: GEOTSATOOL

Osman Serdar<sup>a</sup>, Cüneyt Aydın<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Davutpaşa, 34220 Esenler İstanbul ([osmanserdar05@gmail.com](mailto:osmanserdar05@gmail.com))

Zaman serilerinin analizi tektonik çalışmalarda önemli bir yer tutmaktadır. GPS zaman serileri ise günümüzde sabit ya da kampanya tipi ölçüler ile izlenen tektonik bölgelerde sıklıkla kullanılmaktadır. Tüm zaman serilerinde olduğu gibi, GPS zaman serilerinde de beklenmeyen hatalar yer alır. Beklenmeyen bu hatalar, yalnız beyaz gürültü (white noise-WN) düzeyinde değil, renkli, özellikle, kırpışma gürültüsü (flicker noise-FN) ve rasgele yürüyüş gürültüsü (random walk noise-RWN) türlerindedir. Bu gürültüler GPS zaman serilerinde zamansal korelasyon meydana getirir. Zamansal korelasyonların göz önüne alınmaması zaman serilerinden elde edilen hızların standart hatalarının eksik kestirimine neden olur. Bir başka deyişle, renkli gürültü özellikleri iyi ayırt edilemeyen zaman serileri analizinde elde edilen hızların standart hataları düşük çıkar. Bu nedenle, hızlar üzerinde doğru bir istatistik analiz yapabilmek için renkli gürültülerin göz önüne alınması gerekir. Bu çalışmada GPS zaman serilerinin analizi için Matlab ortamında grafik kullanıcı arayüzüne sahip bir yazılım tasarlanmıştır. Bu yazılımda kaba hatalı ölçüler robust yöntemlerle ayıklanmakta, farklı gürültü kombinasyonları için (WN; WN+FN, WN+FN+RWN) gürültü genlikleri en küçük kareler varyans bileşenleri kestirimi (LS-VCE) ile elde edilerek en uygun ağırlıklandırma yapılarak hız kestirimlerinin en uygun standart hataları elde edilmektedir. Çalışmada, söz konusu yazılımın özellikleri, akış şeması, tasarımı verilmekte, Nevada Geodetic Laboratory GPS Networks üzerinden birtakım örnekler irdelenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** GPS zaman serileri, Renkli gürültü, Hız kestirimi

## Kemalpaşa Fayı üzerinde paleosismolojik bulgular

Erhan Altunel<sup>a</sup>, H. Serdar Akyüz<sup>b</sup>, Taylan Sançar<sup>c</sup>, Taner Tekin<sup>d</sup>, Bahadır Seçen<sup>e</sup>, Erman Özsayın<sup>e</sup>, Alper Süleyman Can<sup>b</sup>

<sup>a</sup> ESOĞÜ, MMF, Jeoloji Müh. Bölümü, Eskişehir ([ealtunel@ogu.edu.tr](mailto:ealtunel@ogu.edu.tr))

<sup>b</sup> İTÜ, Maden Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, İstanbul

<sup>c</sup> Munzur Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Tunceli

<sup>d</sup> ODTÜ, Müh. Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, Ankara

<sup>e</sup> Hacettepe Üni., Müh. Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, Ankara

Batı Anadolu bölgesinin önemli neotektonik yapılarından biri olan Gediz Grabeni'nin gelişmesinde önemli rol oynayan ana fay zonu grabenin güney kenarı boyunca uzanmaktadır. Grabenin doğu kesiminde KB-GD doğrultulu ana aktif fay tek parça şeklinde uzanırken, Turgutlu civarında iki kola ayrılmaktadır. Kuzey kol Spil Dağı kuzeyini sınırlarken, güney kol yaklaşık D – B doğrultusunda Kemalpaşa civarına kadar uzanmaktadır. Fay, Kemalpaşa'nın batısı ile Bağyurdu arasında yer yer belirgin morfoloji sunmaktadır. Haritalanan fay üzerinde açılan hendeklerden dört tanesinde fayın Holosen yaşlı birimleri kestiği görülmektedir. Hendeklerde görülen birimler arasındaki stratigrafik ilişkiler, fay üzerinde en az iki depremin meydana geldiğini göstermektedir. Depremleri yaşlandırmak amacıyla alınan örnekler henüz analiz edilmemiştir ancak fay tarafından kesilen birimlerde görülen seramik parçaları faylanmanın yaklaşık son 2000 yıl içinde gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma, İzmir İli Depremsellik Araştırma projesi kapsamında İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından desteklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Batı Anadolu, Kemalpaşa fayı, Holosen, Aktif fay

## Evrişimli Sinir Ağları ile Türkiye'de Deprem Tespiti ve Merkez Üssü Belirleme

Deniz Gökdoğan

İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye  
([gokdumano@itu.edu.tr](mailto:gokdumano@itu.edu.tr))

Afetler doğal veya doğal olmayan (insan kaynaklı) olayların sebep olduğu yıkımlara verilen genel bir isimdir. İnsanlar, havyanlar ve cansız nesnelere üzerinde yıkıcı etkilere sahip olan deprem günlük hayatımızda şüphesiz en büyük maddi ve manevi hasara yol açan afet türlerinden birisidir. Türkiye konum itibarı ile aktif depremlerin yaşanmakta olduğu, büyük risk bölgelerinin bulunduğu bir yerdir. Ülkemizde bugüne kadar meydana gelen depremler son derece büyük ekonomik zararlara neden olurken sayısız can ve mal kaybına da sebebiyet vermiştir. Deprem, doğası gereği önlenemez bir doğal afet olsa da gerisinde bıraktığı maddi-manevi hasarı minimuma indirmek için hazırlıklar yapılabilir. Bu hasarı minimum seviyeye çekmek ya da deprem sırasında ve sonrasında oluşan zararları en aza indirmek amacıyla çeşitli deprem yönetmelikleri hazırlanmakta, araştırmalar yapılmaktadır. Atılan bu adımlar değişen zaman ve gelişen teknoloji ile birlikte yer yer yetersiz kalmakta ve eksiklikler içermektedir. Gelişen teknolojiye ve artan gereksinimlere paralel olarak yeni adımlar atılmalıdır. Günümüzde gelişmekte olan teknolojiler sayesinde konvansiyonel istatistiksel yöntemler ile işlenmesi imkansız yakın veri boyutları alanında uzman kişilerin bile ulaşamayacağı hızlarda işlenebilir hale gelmiştir. İstatistiksel öğrenmenin bir kolu olan makine öğrenmesi hayatımıza 20. yüzyılın ortalarında girmiş olsa da giderek artan yüksek işlem gücüne ve depolama alanına sahip bilgisayarlar sayesinde ikinci rönesansını yaşamaktadır.

Günümüzde makine öğrenmesi ve derin öğrenme temelli modeller, özellikle evrişimli sinir ağları (convolutinal neural network - CNN), belirlenen bir probleme dair girdi ve çıktı verileri arasında lineer olmayan ilişkileri ortaya çıkartarak farklı alanlarda farklı sorunların çözümü için kullanılabilir. Bu çalışmada CNN mimarisi esas alınarak tasarlanmış olan ConvNetQuake modelinin sismograf merkezlerinde kaydedilen sismogram verileri kullanılarak deprem tespiti ve merkez üssünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Model eğitiminde Kandilli Rasathanesi Sismik Ağı üzerinden elde edilen sayısal verilerin HHZ, HHN ve HHE bileşenleri kullanılarak deprem ve sismik gürültü arasında ayrımın yapılabilmesi sağlanmıştır. Sonuç olarak kısa bir işlem süreci sonunda olası bir depremin varlığını ve merkez üssünü tespit edebilecek bir model oluşturulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Evrişimli sinir ağları, Deprem tespit, Erken uyarı, Tehlike analizi

## İklim Değişiminin Marmara Denizi'ndeki Deniz Seviyesine Etkisinin Araştırılması

Gözde Kavas<sup>a</sup>, Muharrem Hilmi Erkoç<sup>a</sup>, Uğur Doğan<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Davutpaşa, 34220 Esenler İstanbul ([gozdekavas1@gmail.com](mailto:gozdekavas1@gmail.com))

Toplumsal yaşamın sürdürülebilmesi, doğal dengenin korunması gibi birçok konu kıyı bölgelerin sürekli olarak izlenmesini gerektirmektedir. Son yıllarda buzulların erimesindeki hızlanma, iklim değişikliği, termostatik değişim gibi etmenler deniz seviyesinin değişimlerinde önemli etkilerden olmuştur. Bu sebeple deniz seviyesi değişimleri gerek küresel gerekse ulusal organizasyonlar tarafından sürekli olarak izlenmektedir. Bu çalışmanın amacı, Marmara Denizi'nde bulunan ERDK, MERG ve YLVA mareograf istasyonlarına ait deniz seviyesi, su basıncı, rüzgar, sıcaklık verileri ile uydu altimetresinden elde edilecek anlık deniz seviyesi, deniz suyu sıcaklığı, rüzgar hızı verileri kullanılarak Marmara Denizi'ndeki deniz seviyesi, basınç değişimleri, deniz suyu sıcaklığı değişimleri belirlenip hangi mevsimde nasıl değişim gösterdiğini incelemektir. Bu kapsamda, mareograf istasyonlarına ilişkin 1999-2022 yılları arasındaki veriler Türkiye Ulusal Deniz Seviyesi İzleme Sistemi (TUDES) veri arşivinden ve uydu altimetresi ve uydu bazlı veriler ise Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS) veri kataloğundan elde edilmiştir. Ayrıca, meteorolojik veriler (aylık ortalama hava sıcaklığı ve aylık toplam yağış miktarları) Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır.

Elde edilen veriler ile, aylık ortalama deniz seviyesi, deniz seviyesi trendleri, gelgit parametreleri, basınç eğilimi, rüzgar durumu, nem değişimine ilişkin sonuçlar belirlenmiştir. Ayrıca, mareograf istasyonları üzerindeki en önemli yerel etki olan düşey yer kabuğu etkisi ise GNSS verileri yardımı ile belirlenmiştir. Mareograf istasyonları bölgelerindeki olası kuraklık göstergesinin belirlenmesi için aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış verilerinden faydalanılmıştır. Yapılan analizlere göre hem yerinde ölçümler hem de uydu bazlı çözümlerde Marmara Deniz'inde artan deniz seviyesi değişimi, değişken basınç ve deniz suyu sıcaklığı belirlenmiştir. Ayrıca Marmara Bölgesi'nde yaklaşık 5 cm'lik yıllık gelgit ve 1.5 cm'lik yarı yıllık gelgit hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Marmara denizi, Deniz seviyesi değişimi, Mareograf, Uydu altimetresi, İklim değişikliği



## Anadolu'da GPS Zaman Serilerinin Gürültü Özelliklerinin İncelenmesi

Hüseyin Duman<sup>a</sup>, Cüneyt Aydın<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 58140, Merkez, Sivas  
([hduman@cumhuriyet.edu.tr](mailto:hduman@cumhuriyet.edu.tr))

<sup>b</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Davutpaşa, 34220 Esenler İstanbul

Zaman serilerinin incelenmesinde en önemli noktalardan biri, mevcut gürültü özelliklerinin doğru biçimde tanımlanarak kestirim işlemlerinde bunların etkilerini stokastik modelde uygun biçimde ifade etmektir. GPS zaman serilerinde beyaz gürültü (White Noise-WN) yanında kırpışma gürültüsü (Flicker Noise-FN) ve rasgele yürüyüş gürültüsü (Random Walk Noise-RWN) en çok karşılaşılan gürültü türleridir. Renkli gürültü olarak adlandırılan FN ve RWN çeşitli kombinasyonlar biçiminde (WN+FN, WN+FN+RWN) zaman serilerinde yer alır ve özellikleri tamamen stokastik olmasına karşın bir sinyal gibi davranır. Uzun zaman serilerine ilişkin kestirim işlemlerinde göz önüne alınmaması hız ve diğer bileşenleri anlamlı bir biçimde etkilemez ancak, bunların standart sapmalarının yanlı (genelde küçük) kestirimine neden olur. Bu nedenle, mevcut gürültü türleri uygun biçimde tanımlanmalı, gürültü türlerinin genlikleri kestirilip stokastik modele dahil edilerek kestirim işlemleri gerçekleştirilmelidir. Bu çalışmada, Anadolu'da yer alan CORS-TR GPS zaman serilerinin gürültüleri incelenmiş, elde edilen güç spektrumu özelliklerine göre, WN, FN ve RWN karakterleri varyans bileşen kestirim yöntemleriyle ortaya çıkarılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** GPS zaman serileri, Gürültü, Renkli gürültü; Hız

## Kuzey Anadolu Fayı (KAF) Boyunca Gerinim Birikiminin Blok Modelleme ile Belirlenmesi

Efe Turan Ayruk<sup>a</sup>, Seda Özarpacı<sup>a</sup>, Alpay Özdemir<sup>a</sup>, Volkan Özbey<sup>b</sup>, Semih Ergintav<sup>c</sup>, Uğur Doğan<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye ([efeturanayr@gmail.com](mailto:efeturanayr@gmail.com))

<sup>b</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

<sup>c</sup> Boğaziçi Üniversitesi, KRDAE, Jeodezi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Dünyanın önemli transform faylarından biri olan Kuzey Anadolu Fayı (KAF), 20. yüzyıl boyunca doğudan batıya göç eden  $M_w \geq 7$  büyüklüğünde birçok deprem üretmiş olmakla beraber, hala kırılmayan segmentler içerir. Birçok araştırmacı KAF boyunca değerli araştırmalar yapmış ve özellikle jeodezik yöntemler (yersel ve uzaysal) ile veri toplayarak KAF'ın kinematikiğini yorumlamaya çalışmıştır.

Bu çalışmada, KAF boyunca yayımlanmış GNSS nokta hızlarının bir araya getirilmesiyle elde edilmiş, 415 noktadan oluşan yoğun bir veri seti kullanılmıştır. Veri seti, doğruluğu yüksek noktalardan oluşturulmuş olup, %90'lık bir kısmının karesel ortalama hatası 2 mm'nin altındadır. Bu veri seti ile KAF boyunca güncel kinematikiğini anlamak amacı ile yapılmış bir blok modelleme sonuçları tartışılacaktır. Çalışma alanı, batıda Sapanca Gölü (Sakarya) ile doğuda Yedisu (Bingöl), kuzeyde Karadeniz kıyısı ile fayın 130 kilometre güneyine kadar olan bölge ile sınırlandırılmıştır. Elde edilen sonuçlarla, Avrasya Levhası ve Anadolu Bloğu arasında fay kayma hızları, blok içi gerinimler, KAF için atım eksiklikleri ve phi değerleri kestirilmiştir. Bu sonuçlara göre, fay kayma hızları çalışma bölgesinin doğusunda 20.4 mm/yıl'dan başlayıp batıda 22.7 mm/yıl'a kadar artmaktadır. Ayrıca İsmetpaşa Segmenti'nde kilitlenme derinliğinin sığ olduğu, çalışma bölgesinin orta ve doğu bölgelerinde ise kilitlenmenin derinleştiği görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kuzey Anadolu Fayı (KAF), Blok modelleme, GNSS hız alanı

## Mevsimsel Değişimlerin GNSS Konum Doğruluğu Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması

Selin Bengül<sup>a</sup>, Alpay Özdemir<sup>a</sup>, Uğur Doğan<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Davutpaşa Kampüsü, 34220 Esenler, İstanbul  
([selinbengul34@gmail.com](mailto:selinbengul34@gmail.com))

Küresel Uydu Konumlama Sistemi (GNSS) koordinat zaman serilerine donanımsal hata kaynaklarının yanı sıra çevresel faktörler de etki etmektedir ve bu etkilerin başında mevsimsel değişimler gelmektedir. Sıcaklık ve yağış etkisinin artması ile değişen iklim koşullarının GNSS sinyallerine etkisinin araştırılması günümüzde önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Bu etkilerin belirlenmesinde akademik yazımların yanı sıra, kullanıcılara yüksek duyarlılıklı konum bilgisi elde etme imkânı sunan internet tabanlı GNSS veri değerlendirme servisleri de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, iklim değişimlerinin GNSS konum doğruluğu üzerindeki etkileri ve bu etkilerin incelenmesinde internet tabanlı GNSS değerlendirme servislerine ilişkin doğrulukların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç kapsamında, yıllık iklim değişim raporları dikkate alınarak sıcaklık ve yağış miktarının en az ve en yoğun olduğu bölgelerde bulunan Türkiye Ulusal Sabit GNSS İstasyon Ağı (TUSAGA-Aktif)'na ait 19 GNSS istasyonunun 2017-2021 yılları arasındaki GNSS verileri kullanılmıştır.

İyonosferden kaynaklanan hataların minimum seviyede olması dikkate alınarak seçilen yıllardaki her ay için iyonosfer aktivitesinin en az olduğu üç günlük veri, gözlem verisi olarak belirlenmiştir. Mevsimsel değişimlerden kaynaklı etkilerin belirlenmesinde AUSPOS (Australian Online GPS Processing Service) ve CSRS-PPP (Canadian Spatial Reference System – Precise Point Positioning) internet tabanlı GNSS veri değerlendirme servislerinin doğruluk performanslarının belirlenmesi için bu servislerden elde edilen istasyonlara ilişkin konumların zamansal değişimleri ile Bernese v5.2 yazılımından elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, AUSPOS servisinden üretilen sonuçların CSRS-PPP servisine kıyasla, Bernese v5.2 yazılımı ile daha uyumlu olduğu görülmüştür. Bu çalışma ile mevsimsel değişimlerin GNSS ölçüleri üzerindeki etkilerinin araştırılmasında internet tabanlı GNSS değerlendirme servislerinin de bir alternatif olarak kullanılabilceği gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** GNSS, Mevsimsel etkiler, AUSPOS, CSRS-PPP, Doğruluk

## Ayvacık Jeotermal Rezervuarı civarındaki Depremlerin Stres Yitimi Analizi

Eda Yıldırım<sup>a</sup>, Ali Özgün Konca<sup>a</sup>, Sezim Ezgi Güvercin<sup>a</sup>, Tolga Bekler<sup>b</sup>, Hayrullah Karabulut<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeofizik Anabilim Dalı  
([eda.yildiran@boun.edu.tr](mailto:eda.yildiran@boun.edu.tr))

<sup>b</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği

2017 yılı başında Biga Yarımadası'ndaki Çanakkale iline bağlı Ayvacık ilçesinde 3 adet 5'ten büyük depremi de içeren olağanüstü bir sismik aktivite gözlenmiştir. Ayvacık'taki jeotermal sahalarla yakın bir bölgede meydana gelen aktivitenin yoğunluğu yaklaşık bir ay devam etmiş ve sonraki aylarda sönümlenmiştir. Deprem kaynak mekanizması çözümleri ve yeniden konumlandırılan depremlerin düşey dağılımları aktivitenin listrik özellikli bir normal fayda meydana geldiğini göstermektedir. Bu çalışmanın amacı 2016-2017 yıllarında meydana gelen Ayvacık depremlerin sismik yitimlerinin zamana ve aktivitenin başlangıç noktasına göre değişimlerinin bölgedeki gözenek basıncı ile ilişkisi hakkında bilgi edinmektedir. Ayvacık depremlerinin stres yitimini hesaplamak için depremlere yakın 3 istasyon belirlenmiştir. Bu istasyonlardan GPNR ve EZN istasyonlarına ait dalga formu verisi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü'nden, KOCA istasyona ait dalga formu verisi AFAD'tan alınmıştır.  $M_w > 2.8$  depremlerin moment büyüklükleri yeniden kestirilmiş ve P dalga formları köşe frekansları bu büyüklere göre hesaplanmıştır. Analiz sonucu 2017 aktivitesin başlangıcındaki depremlerin stres yitimlerinin aktivitenin öncesinde olan depremler ile benzer olduğu (1-3 MPa) gözlemlenmiştir. Ancak aktivitenin son döneminde stres yitimi daha yüksek (10-20 MPa) olan çok sayıda deprem meydana gelmiştir. Stres yitimlerinin hem zamana hem de konuma göre gösterdiği farklılık ortamdaki gerilme halinde önemli bir değişim olduğuna işaret etmektedir. Bölgedeki jeotermal aktivite de dikkate alındığında, stres yitimlerindeki ani yükselişin gözenek basıncının artışı ve fiili normal streslerin düşmesi ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Stres yitim, Deprem mekanizma, Depremsellik, Jeotermal aktivite

ANA SPONSOR



PLATİN SPONSORLAR



ALTIN SPONSORLAR



GENEL SPONSOR

