



MTA Yerbilimleri ve Madencilik Dergisi

<https://www.mta.gov.tr/mtayerbilimleri/>



Dodurga Fayı deprem tehlikesi ve Eskişehir ili için olası afet senaryoları: Kentsel dirençlilik anlamında mühendislik yapılarının mekânsal planlamasına bir örnek

Volkan KARABACAK^{a*}, İsmet ELMA^a, Gözde Güney DOĞAN^b, Çağlar ÖZKAYMAK^c,
Ökmen SÜMER^d ve Kübra YAYAN^a

^aEskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, Türkiye

^bOrta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

^cAfyon Kocatepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Afyon, Türkiye

^dDokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler:

Dodurga Fayı, Eskişehir,
Porsuk Barajı, Afet
Senaryosu, Kentsel
Dirençlilik.

ÖZ

Bu çalışmada, Türkiye'nin yoğun nüfuslu kentlerinden biri olan Eskişehir yakınlarındaki Dodurga Fayı'nın aktif tektonik ve sismotektonik özellikleri incelenmiş, fayın üretebileceği olası yıkıcı depremler üzerinden afet senaryoları kurgulanmıştır. Ayrıca Porsuk Barajı gibi kentin stratejik mühendislik yapıları değerlendirilerek, deprem ve hidrolojik risklerin kentsel dirençlilik ve mekânsal planlama bağlamındaki yansımaları tartışılmıştır. Dodurga Fayı üzerinde yer alan ve yaklaşık 400 milyon m³ kapasiteye sahip Porsuk Barajı, olası bir yıkıcı deprem sonrası ciddi bir afet riski oluşturmaktadır. Arazi gözlemleri Dodurga Fayı'nın sağ yanal doğrultu atımlı diri fay niteliği taşıdığını, 7 ve üzeri büyüklükte deprem üretme potansiyeli bulunduğunu ve Porsuk baraj gövdesi üzerinde doğrudan yapısal hasar meydana getirebileceğini göstermektedir. Modellemeler, sismogravitasyonel etki ile, rezervuar suyunun Porsuk Çayı yatağı üzerinden kontrolsüz boşalmasına neden olabileceğini ve 30 km mansabında bulunan yaklaşık 1 milyon kişinin yaşadığı Eskişehir kent merkezi için yıkıcı sonuçlar doğurabileceğini ortaya koymuştur. Simüle edilen risk senaryosunda, deprem anında baraj gövdesinin yıkılmasından itibaren, su kütlesinin 5 saat 22 dakika içerisinde Eskişehir kent merkezine ulaşacağı ve 7,4 m'ye varan bir su yüksekliği oluşturacağı hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, mühendislik yapılarının sadece teknik açıdan değil, afet riskli alanların mekânsal analizi ve toplumsal dirençlilik bağlamında da risk azaltma çalışmalarına entegre edilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Gönderim Tarihi: 08.09.2025

Kabul Tarihi: 02.10.2025

Keywords:

Dodurga Fault, Eskişehir,
Porsuk Dam, Disaster
Scenario, Urban Resilience.

ABSTRACT

In this study, the active tectonic and seismotectonic characteristics of the Dodurga Fault near Eskişehir, one of the densely populated cities of Türkiye, were examined and disaster scenarios were constructed based on the possible destructive earthquakes that the fault could produce. Furthermore, strategic engineering structures within the city, such as the Porsuk Dam, are evaluated, and the implications of earthquake and hydrological risks for urban resilience and spatial planning were discussed. The Porsuk Dam, located on the Dodurga Fault and with a capacity of approximately 400 million m³, poses a significant disaster risk following a potentially destructive earthquake. Field observations indicate that the Dodurga Fault is a right-lateral

Received Date: 08.09.2025

Accepted Date: 02.10.2025

Atf Bilgisi: Karabacak, V., Elma, İ., Doğan, G. G., Özkaymak, Ç., Sümer, Ö., Yayan, K. 2025. Dodurga Fayı deprem tehlikesi ve Eskişehir ili için olası afet senaryoları: Kentsel dirençlilik anlamında mühendislik yapılarının mekânsal planlamasına bir örnek. MTA Yerbilimleri ve Madencilik Dergisi 8, 1-12.

*Başvurulan yazar: Volkan KARABACAK, karabacak@ogu.edu.tr

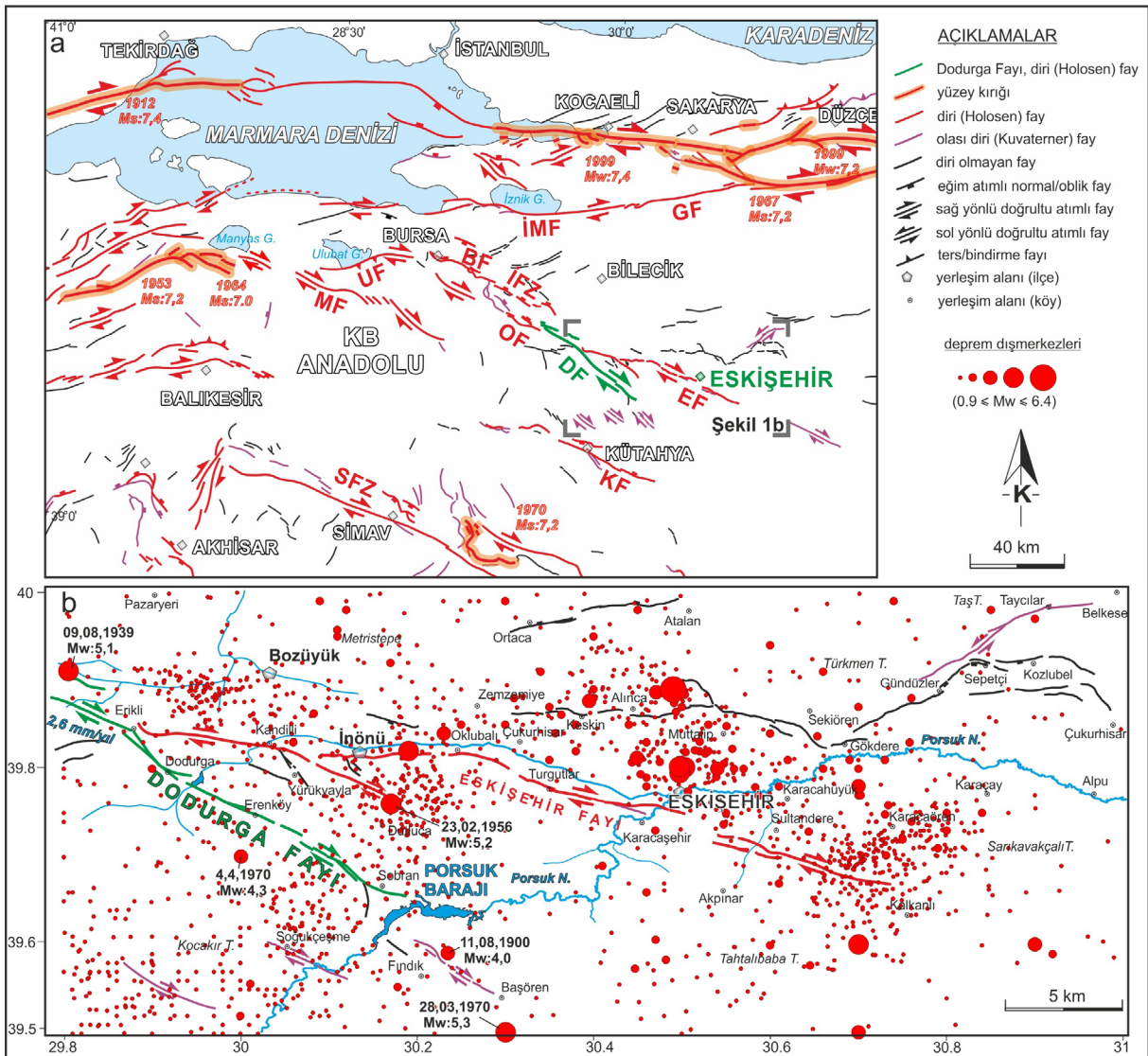
strike-slip active fault, has the potential to produce earthquakes of magnitude 7 or higher, and can cause direct structural damage to the Porsuk dam body. Models have revealed that the reservoir water could cause uncontrolled discharge through the Porsuk River bed due to seismogravitational effects, which could have devastating consequences for the city center of Eskişehir, located 30 km downstream, where approximately 1 million people live. In the simulated risk scenario, it was calculated that, starting from the moment of the dam's collapse during the earthquake, the water mass would reach the city center of Eskişehir within 5 hours and 22 minutes and create a water height of up to 7.4 m. Such results reveal the necessity of integrating risk reduction efforts not only from a technical perspective but also within the context of spatial analysis of disaster-prone areas and social resilience.

1. Giriş

Deprem riskini azaltmada ve depremle baş edebilmede hazırlıklı ve dirençli bir toplum yaratılması, öncelikli olarak tehlikenin analizi ve tanımlanması ile başlamaktadır. Türkiye'nin içbatı kesiminde yer alan Eskişehir ili, hem nüfus yoğunluğu hem de sanayi ve tarımsal üretim açısından kritik bir merkezdir. Bölgede aktif fay hatlarının şekillendirdiği morfoloji Porsuk Çayı ve kollarına yol sağlamış, oluşturduğu verimli havzalar (Eskişehir – Alpu Havzaları) Eskişehir'in kuruluşunda yer seçiminin önemli nedenlerinden biri olmuştur (Şekil 1). Faylar ve su yollarının oluşturduğu coğrafya, yerleşimde sağladığı avantajların yanı sıra, Eskişehir kent merkezinin afetlere karşı kentsel dirençlilik açısından iki büyük doğal tehdide karşı hazırlığını da gerektirmektedir. Deprem ve sel. Dolayısıyla, bölgenin depremsellik ve hidrolojik afet özelliklerinin anlaşılması yalnızca akademik açıdan değil, aynı zamanda afet yönetimi ve risk azaltma stratejilerinin geliştirilmesi açısından da hayati önemdedir.

Eskişehir kent merkezinin hemen güneyinden geçen Eskişehir Fay Zonu (EFZ) ve onun kolları olan Dodurga ve Eskişehir fayları, bölgenin deprem tehlikesini belirleyen başlıca aktif tektonik unsurlardır (Karabacak vd., 2024) (Şekil 1). Dahası, bu bölge kuzeybatı Anadolu'da son yüzyıl içerisinde meydana gelen yıkıcı depremlerin oluşturdukları yüzey kırıklarının ortasında kalmaktadır. Örneğin; güneybatısında 28 Mart 1970 Gediz Depremi (M_s : 7,2), kuzeybatısında 18 Mart 1953 Yenice-Gönen Depremi (M_s : 7,2), 6 Ekim 1964 Manyas Depremi (M_s : 7,0), 9 Ağustos 1912 (M_s : 7,4), kuzey/kuzeydoğusunda ise Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde meydana

gelen 1967 Mudurnu Depremi (M_s : 7,2), 17 Ağustos 1999 Gölcük Depremi (M_w : 7,4) ve 12 Kasım 1999 Düzce Depremi (M_w : 7,2) son yüzyıl içerisinde yüzey kırığı oluşturan KB Anadolu'nun önemli yıkıcı depremleridir (Şekil 1a). Bununla beraber 20.02.1956 tarihinde kentte meydana gelen 6,5 moment büyüklüğündeki ve VIII şiddetindeki Eskişehir depremi dikkatleri EFZ'nin kent içerisinden geçen ve Eskişehir Fayı olarak adlanan koluna yöneltmiş ve son yıllarda faylanmaya ilişkin çalışmalar bu kol üzerinde yoğunlaşmıştır (örneğin Altunel ve Barka, 1998; Ocakoğlu, 2007; Ocakoğlu ve Açıkalın, 2010; Seyitoğlu vd., 2015; Karabacak vd., 2024; Elma vd., 2024, 2025). Bununla birlikte zon içerisinde Eskişehir Fayı'ndan oblik olarak ayrılan ve kent merkezi güneyine uzanan Dodurga Fayı da gerek saha verileri gerekse geometrik nitelikleri ile (örneğin yüzey izi uzunluğu gibi) büyük deprem oluşturma potansiyeline sahiptir (Şaroğlu vd., 1987; Emre vd., 2013; Duman vd., 2017; Karabacak vd., 2024). Bölgede, Dodurga Fayı üzerinde ve civarında meydana gelen, 09.08.1939 (M_s : 5,1), 23.02.1956 (M_s : 5,2), 28.03.1970 (M_s : 5,3) 04.04.1970 (M : 4,3) ve 11.08.1900 (M_s : 4,0) depremleri gibi orta şiddetli depremlerin varlığı, bu zonun diri olduğuna işaret eden önemli kanıtlardır (Şekil 1b). Bununla birlikte, Eskişehir Fayı ile karşılaştırıldığında görece oldukça az bilimsel çalışmaya konu olan Dodurga Fayı afet riskli alanların mekânsal planlanması açısından uzanımı boyunca yerleşmiş insan yapıları ile dikkati çekmektedir. Örneğin; Dodurga Fayı'nı keserek Eskişehir kent merkezine uzanan Porsuk Çayı boyunca Dodurga Fayı'nın morfolojik yapısı kullanılarak inşa edilmiş büyük bir mühendislik yapısı olan Porsuk Barajı bu anlamda sismik açıdan tetiklenebilecek bir hidrolojik riski beraberinde getirmektedir.



Şekil 1- a) Kuzeybatı Anadolu'nun basitleştirilmiş diri fay haritası ve son yüzyılda meydana gelen yıkıcı depremler tarafından oluşturulan yüzey kırıkları (Emre vd., 2011, 2018; Duman vd., 2018'den düzenlenmiştir). b) Eskişehir ve yakın çevresinde aletsel deprem dış merkez dağılımı (fay verileri Emre vd., 2011'den, deprem verileri Boğazıcı Ü. Kandilli Rasathanesi'nden alınmıştır). Kısaltmalar: EFZ: Eskişehir Fay Zonu, GV: Geyve Fayı, İMF: İznik-Mekece Fayı, UF: Ulubat Fayı, MF: Mustafa Kemal Paşa Fayı, BF: Bursa Fayı, İFZ: İnöğöl Fay Zonu, OF: Oylat Fayı, DF: Dodurga Fayı, EF: Eskişehir Fayı, KF: Kütahya Fayı, SFZ: Simav Fay Zonu, EH: Eskişehir Havzası, AH: Alpu Havzası.

Tarihsel veriler 1960'lı yıllara kadar tekrar eden Porsuk Çayı taşkınlarına işaret etmektedir. 1947 yılında inşa edilmeye başlanan Porsuk Barajı, bu taşkınları engellemek amacıyla 1960'lı yıllarda revize edilmiş ve gövdesi genişletilerek yükseltilmiştir (Özel, 2022; Erbulut ve Ünişen, 2022). Ancak baraj, doğrudan Dodurga Fayı üzerinde konumlandırılmıştır (Emre vd., 2013; Karabacak vd., 2024) (Şekil 1b). Bu durum, olası bir deprem sırasında baraj gövdesinin alacağı hasarın, rezervuar suyunun sismo-gravitasyonel

etkiye bağıli kontrolsüz boşalmasıyla birleşerek büyük ölçekli bir ikincil afete yol açabileceğini göstermektedir. Bu çalışmada, EFZ içerisinde yer alan Dodurga Fayı'nın yapısal ve geometrik özellikleri değerlendirilmiş, fayın üretebileceği olası depremler için afet senaryoları kurgulanmıştır. Özellikle Porsuk Barajı gibi stratejik mühendislik yapılarının risk senaryolarındaki rolü vurgulanarak, kentsel dirençlilik kavramı çerçevesinde mekânsal planlama ve risk azaltma stratejileri tartışılmıştır.

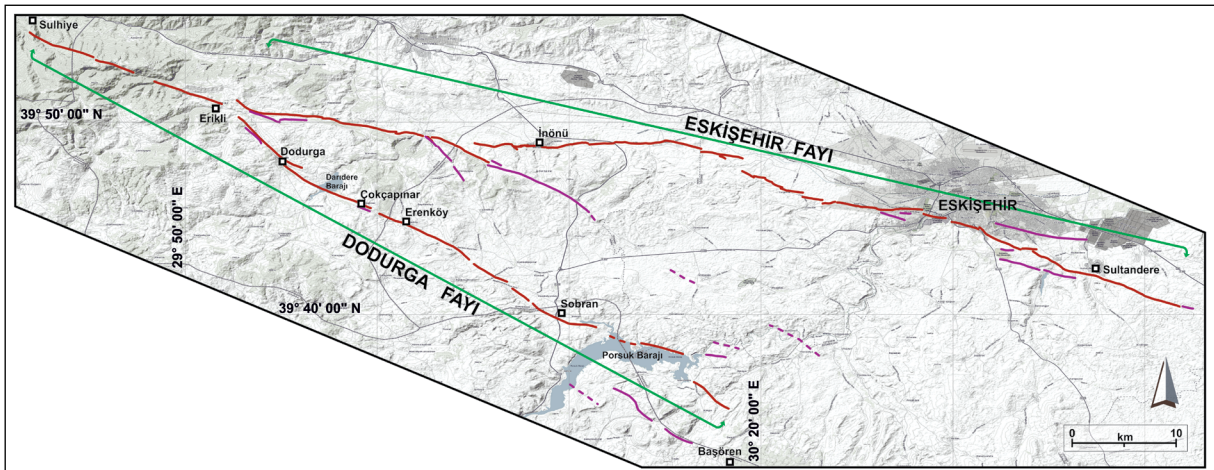
2. Dodurga Fayı ve Faylanmaya İlişkin Arazi Verileri

Dodurga Fayı, yaklaşık 63 km uzunluğunda KB-GD uzanımlı sağ yanal doğrultu atımlı aktif bir faydır. İlk defa Şaroğlu vd. (1987) tarafından haritalanan fay, EFZ içerisinde, Eskişehir Fayı'na düşük açılı vev bir şekilde konumlanmaktadır (Şaroğlu vd., 1987; Emre vd., 2013). Güncel Türkiye Diri Fay Haritası'na göre (Emre vd., 2013, 2018; Duman vd., 2018) Dodurga Fayı 2 farklı segmentten oluşmaktadır (Şekil 2).

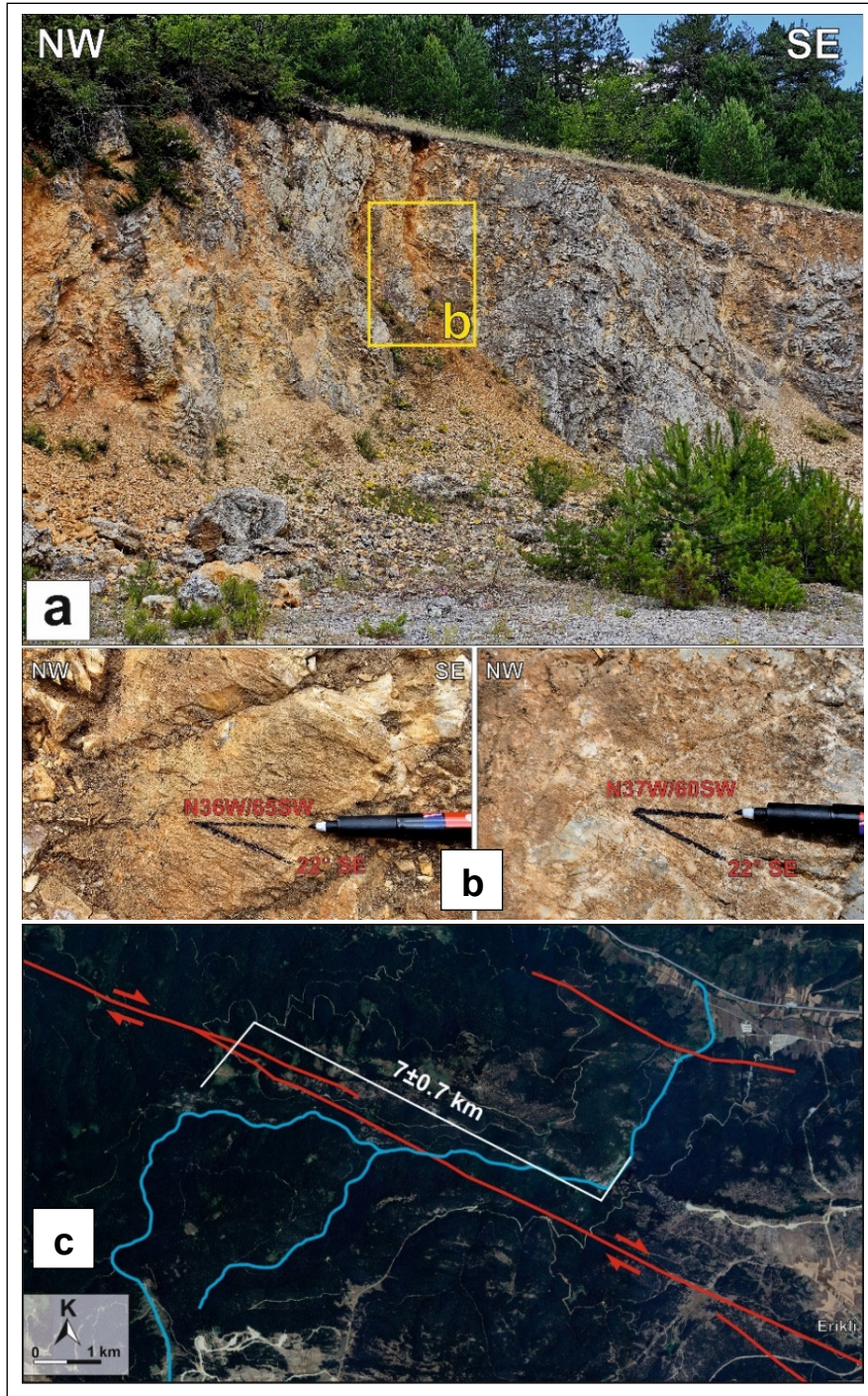
Arazi gözlemlerimiz batıda Sulhiye (İnegöl) Mahallesi'nin güneyinden başlayan Dodurga Fayı'nın Eskişehir Fayı ile etkileşim alanı olan Erikli Mahallesi yakınlarına kadar DGD yönünde devam ettiğini, bu alanda yaklaşık 1 km'lik bir sağa sıçramayı takiben GD yönünü kazanarak Başören (Kütahya) Mahallesi'nin kuzeybatısında Porsuk Baraj gövdesine doğru uzandığını göstermektedir. Geometrik anlamda Erikli batısındaki 16 km'lik kol, segment-1, Erikli güneydoğusundaki 47 km'lik kol ise segment-2 olarak tanımlanmıştır. Segment-1 boyunca gözlenen fay düzlemleri üzerinde tarafımızdan yapılan kinematik ölçümler, fayın sağ yanal doğrultu atımlı karakterine işaret etmektedir (Şekil 3a ve b). Kinematik ölçümlerde, K28°B ile K36°B arasında doğrultulara, kuzeydoğuya eğimli olan 60° ile 85° eğim açılarına sahip kayma düzlemleri üzerinde 18° ile 24° arasında kayma (rake) açılarına sahip fay çizikleri gözlenmiş ve ölçülmüştür.

Elde edilen ölçümler ile yorumlanan kinematik analizlerin ön bulguları, bölgenin yaklaşık KG yönlü sıkışma ilişkili DB yönlü genişlemeli tektonik ortamın etkisi altında kaldığına işaret etmektedir. Segmentin orta kesimlerinde yaklaşık $7\pm 0,7$ km sağ yanal dere ötelenmesi gözlenmektedir (Şekil 3c).

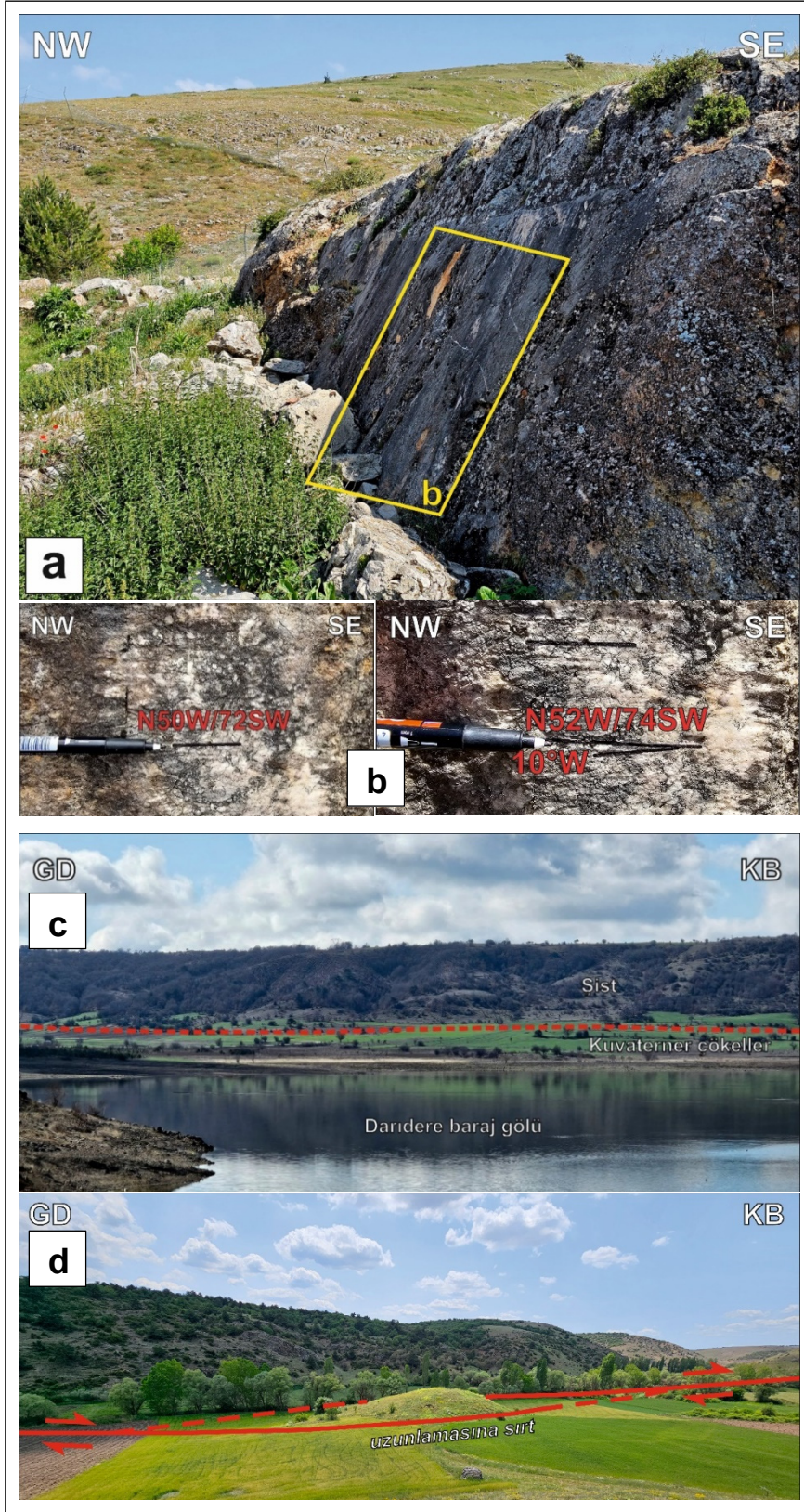
Erikli'nin güneydoğusundan itibaren doğudaki uzanımdan geometrik olarak ayrılan segment-2 Dodurga yerleşim yerinin kuzeydoğusunu sınırlayarak güneydoğuya doğru devam etmektedir. Dodurga yerleşim alanının güneydoğu girişi ve kuzeybatı çıkışında iyi korunmuş kayma yüzeyleri üzerinde fayın karakterine yönelik izler nettir (Şekil 4a ve b). Temel birimler içerisinde takip edilebilen faylanmaya ait izler, daha doğuya doğru azalarak kaybolmaktadır. Dodurga ve Darıdere Barajı yakınlarında morfolojik izler açıkça gözlenmektedir (Şekil 4c ve d). Dodurga Beldesi'nin güneydoğusunda sağa sıçrama yapan segment-2, Darıdere Barajı'nın güney kenarını sınırlayarak Çokcapınar Mahallesi'nin yaklaşık 1,5 km güneydoğusuna kadar devam etmektedir. Bu alanda tekrar sağa sıçrama yapan fay Porsuk Barajı'na kadar uzanmaktadır. Dodurga Fayı, Porsuk Barajı'nın doğusunda ise uzunlukları 2 ile 5 km arasında değişen birbirine paralel faylar ile temsil edilmektedir. Erenköy Mahallesi güneydoğusunda ise uzunlamasına sırt yapısı ve Ulu Dere'de 325 ± 25 m ile 615 ± 25 m sağ yanal ötelenmeler segmentin güncel morfolojiyi denetlediği aktif faylanma karakterini göstermektedir.



Şekil 2- Dodurga Fayı'nın arazide tarafımızdan haritalanan uzanımı. Fayın kuzeybatıda Sulhiye-Erikli arasındaki uzanımı segment-1, güneydoğuda Erikli-Başören arasındaki bölümü ise segment-2 olarak adlanmaktadır.



Şekil 3- Dodurga Fayı'nın 1 nolu segmenti boyunca a, b) Erikli Mahallesi yakınlarından fay düzlemlerindeki kinematik belirteçlere bir örnek ve c) segment üzerindeki maksimum yer değiştirmeye karşılık gelen yaklaşık $7\pm0,7$ km sağ yanıl dere ötelenmesi.

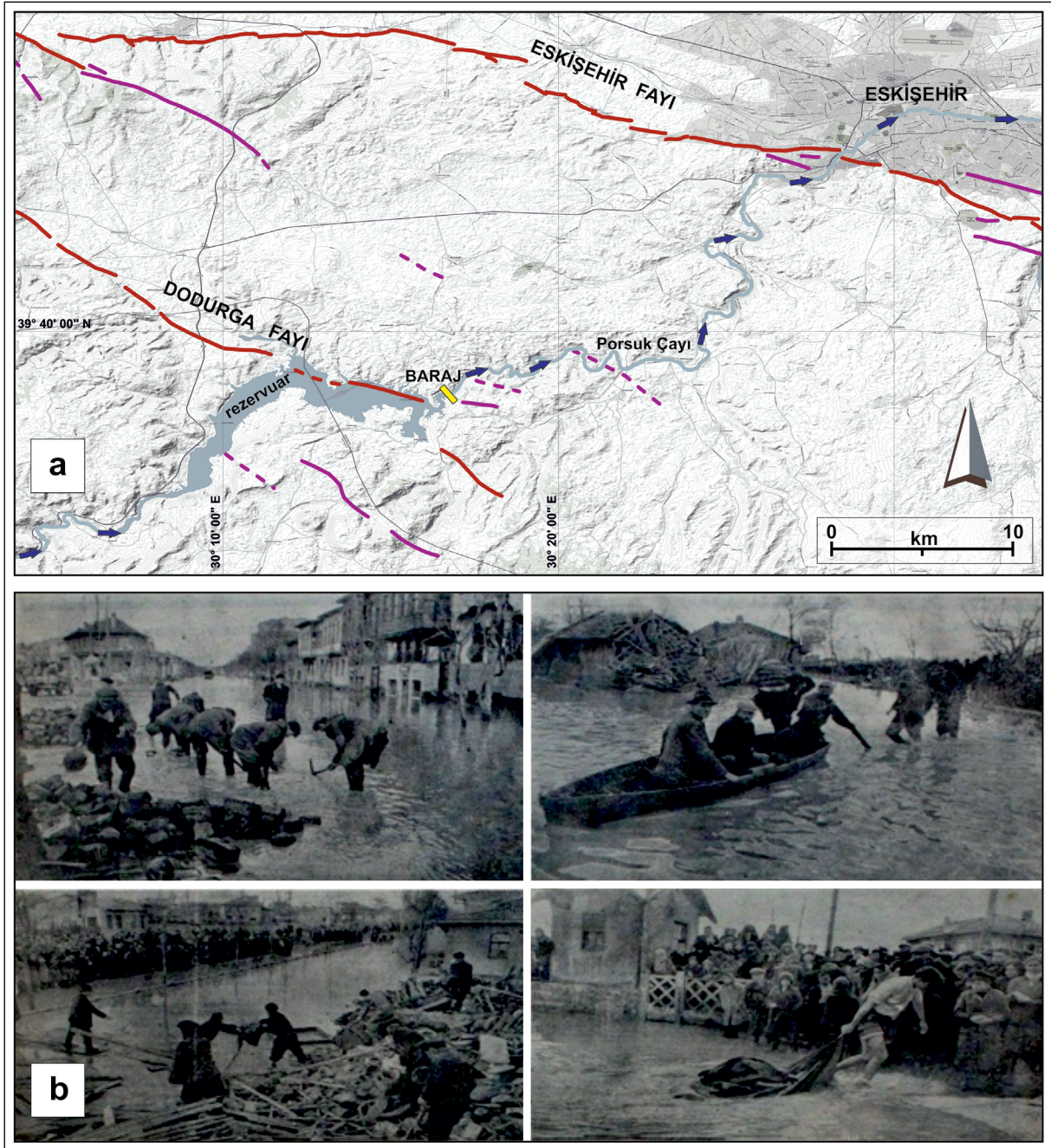


Şekil 4- Dodurga Fayı'nın 2 nolu segmenti boyunca a, b) Dodurga ilçesi güneydoğu girişinde ana kayadaki fay düzlemlerine örnekler, c) segment-2 kuzeybatısında Darıdere Barajı civarındaki temel birimler ile Holosen çökeller arasındaki yapısal sınırı ve d) Erenköy Mahallesi güneydoğusunda Dodurga Fayı boyunca gelişmiş uzunlamasına sırt yapısı.

3. Porsuk Barajı ve Eskişehir İçin Risk Senaryoları

20. yy ortalarına kadar Porsuk Çayı ve kollarının sebep olduğu taşkınlar sonucu, Eskişehir ve Alpu ovalarında tarımsal zararlar meydana gelmiş, ortaya çıkan bataklık alanlar gelişen kent yerleşiminde içme ve kullanma suyu problemleri oluşturmuştur (Özel, 2022). Bu amaçla 1947 yılında inşa edilmeye

başlanan Porsuk Barajı günümüzde Eskişehir kentinin içme suyu ve tarımsal sulama ihtiyacını karşılayan en kritik mühendislik yapılarından biridir. Ayrıca, kentte önceki yıllarda meydana gelen taşkınların da kontrol altına alınması konusunda hayati rol oynamaktadır (Şekil 5a).



Şekil 5- a) Porsuk Barajı'nın Dodurga Fayı uzanımı üzerindeki yeri ve Eskişehir iline göre konumu, b) 8 Mart 1950'de Eskişehir'de meydana gelen Porsuk Çayı taşkın felaketinden fotoğraflar (Şahbaz, 2016). 50 bin kişinin etkilendiği felakette 4 kişi hayatını kaybetmiş, yaklaşık 2500 ev kullanılamaz hale gelmiştir.

Porsuk Barajı için inşa edilen ilk yapı, hidrolojik afetlere tam anlamıyla engel olamamıştır. Örneğin, Eskişehir kent merkezinde etkili olan 5 Mart 1950 taşkını, yaklaşık 50 bine yakın kişinin etkilendiği, 4 kişinin hayatını kaybettiği ve 2524 evin kullanılamaz hale geldiği bir afete neden olmuştur (Erbulut ve Ünişen, 2022) (Şekil 5b). Bu örnek, Porsuk Çayı'nın taşkın potansiyelini göstermesi açısından önemlidir. Bu anlamda baraj yapısı ikinci bir revizyondan geçirilmiş mevcut yapı 18,75 metre daha yükseltilerek, akarsu yatağından 49,7 metre yüksekliğe çıkartılmış ve aktif hacim 438.210.000 m³'e ulaşmıştır (Özel, 2022).

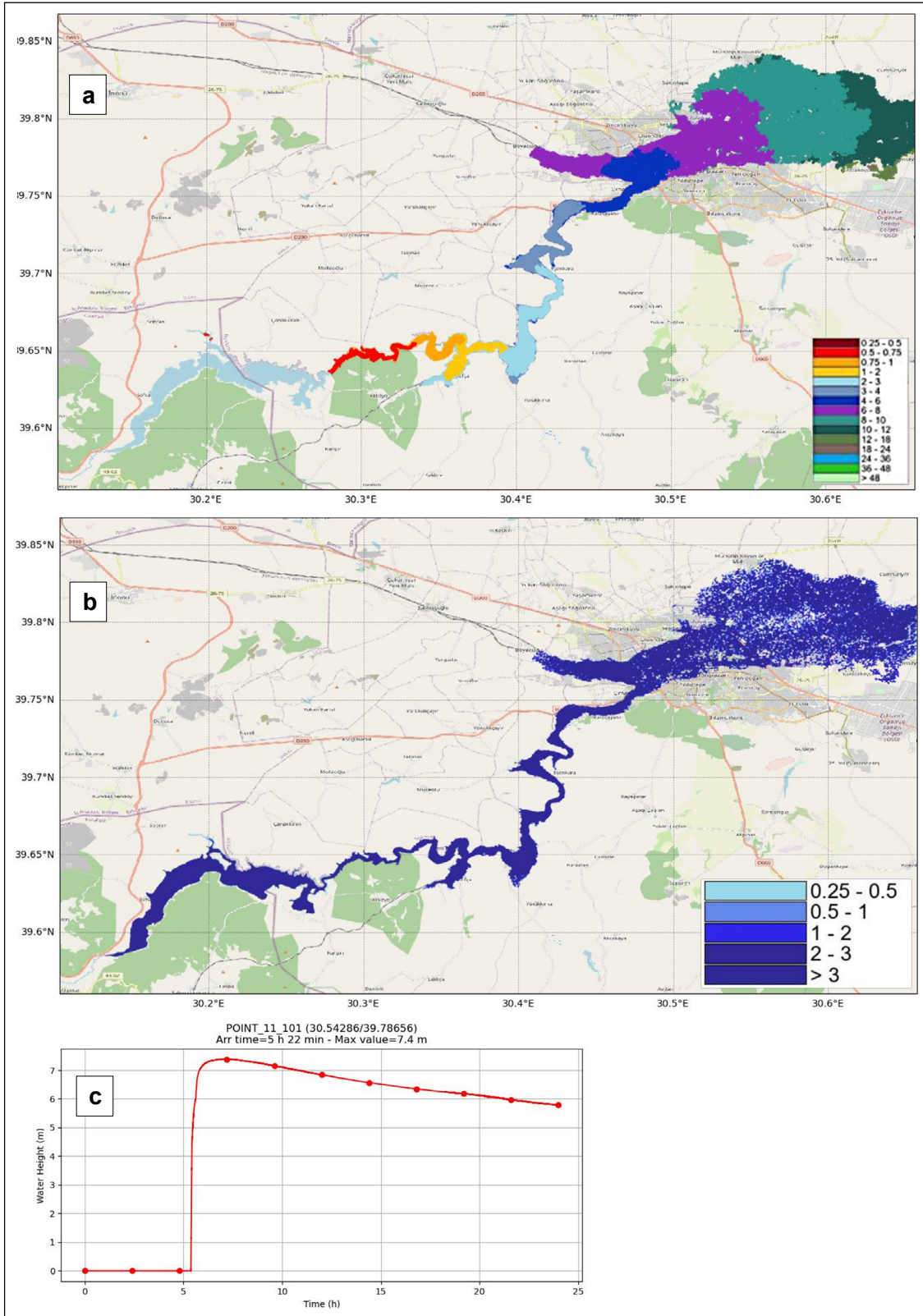
Barajın kuzeybatı Anadolu'daki konumu göz önünde bulundurulduğunda, Türkiye Deprem Tehlike Haritası'na (AFAD, 2018) göre bölgenin depremsellik açısından aktivitesi ve olası bir M ~7,0 büyüklüğünde deprem senaryosu altında, hesaplanan en büyük yer ivmesi değerinin (PGA 475) 0,285 g olabileceği tahmin edilmektedir. Bu değerler, özellikle baraj gövdesi ve dolusavak yapılarında ciddi gerilme ve deformasyonlara yol açabilecek düzeydedir. Barajda meydana gelebilecek yapısal hasar, yalnızca mühendislik açısından bir sorun teşkil etmemekte; aynı zamanda baraj gölünün ani boşalması durumunda mansap yönünde yıkıcı taşkın ve ikincil afet riskleri doğurmaktadır. Mansap tarafında yaklaşık 30 km'lik bir su yolu, sonrasında, Eskişehir kent merkezi içerisinde geçmektedir. Bu anlamda baraj maksimum su hacminin yapısal hasar sonrası boşalmasının modellenmesi ve bu hacmin oluşturacağı olası afetin alansal ve zamansal analizi önemlidir. Bu çalışma kapsamında baraj gövdesinin tamamının yıkılması durumu simüle edilerek tarafımızdan modellenmiştir. Analizde iki boyutlu sığ su denklemlerini çözen NAMI DANCE SUITE (Doğan vd., 2023; 2021a,b; Velioğlu Söğüt ve Yalçiner, 2019; Lynett vd., 2017) yazılımının akım ve taşkının modellemesine yönelik uyarlanmış platformu kullanılmıştır (yöntem detayları için bkz. Annunziato vd., 2023; Annunziato vd., 2024). Simülasyonda akarsu tabanından 49,7 metre olan mevcut baraj gövdesi yüksekliğinin, genişlik anlamında tamamına denk gelen 130 metrelik kısmının yıkıldığı durum çalıştırılmıştır. Model sonuçları, baraj gövdesinin tamamına yakın bu alanının yıkılması halinde, suyun yaklaşık 5 saat 22

dakika içinde Eskişehir kent merkezine ulaşacağını ve nehir yatağında 7,4 m'ye varan bir su yüksekliği oluşturacağını ortaya koymaktadır (Şekil 6a ve b). Su kütlesi, deprem sonrası 24 saat boyunca kademeli azalarak 6 m seviyelerine düşecek, ancak bu süreçte kentin önemli bir kısmı sel baskını altında kalacaktır (Şekil 6b ve 6c).

4. Tartışma

Dodurga Fayı, Eskişehir kent merkezi ve çevresini kapsayan yoğun nüfuslu bir alanın yakınında yer alan diri bir fay olması ve üretebileceği maksimum deprem büyüklüğü göz önüne alındığında, bölgeyi etkileyebilecek en önemli deprem kaynaklarından birisi olarak kabul edilmektedir. Fayın deprem tehlikesine işaret eden diri fay parametreleri, bölge için deprem riski oluşturmaktadır ve olası deprem senaryoları açısından özel bir değerlendirme gerektirmektedir. Ayrıca bu fay uzanımı üzerinde yer alan Porsuk Barajı, Eskişehir'in içme ve sulama suyu ihtiyacının büyük kısmını karşılamaktadır. Olası bir yıkıcı depremde baraj gövdesinde meydana gelebilecek hasar, rezervuar suyunun sismogravitasyonel etki ile Porsuk Çayı yatağı üzerinden kontrolsüz boşalmasına neden olabilir. Bu durum, düz bir topografya üzerinde yer alan ve geçmişte çok sayıda sel olayı yaşamış Eskişehir kent merkezi için büyük tehlike oluşturmaktadır.

Dodurga Fayı'nın, olası deprem senaryoları açısından üretebileceği maksimum deprem büyüklüğü, Sümer vd. (2018)'nin önerdiği, fay parametreleri ve deprem büyüklüğü arasındaki ilişkiler için ampirik bir değerlendirme yapan FaultStat programıyla hesaplanmıştır. Bu noktada Dodurga Fayı geometrik olarak 16 km ve 47 km olmak üzere 2 segmentten (segment-1 ve segment-2) oluşmaktadır, her bir segmentin ayrı ayrı kırılması senaryolarında, Erikli batısındaki 16 km'lik segment-1 tek başına kırıldığında M_w : 6,2 (moment) büyüklüğünde, Erikli güneydoğusundaki 47 km'lik segment-2 tek başına kırıldığında ise M_w : 6,9 (moment) büyüklüğünde deprem üretme potansiyeli bulunmaktadır. Her iki segmentin 63 km boyunca tek bir depremde kırılması olasılığında ise Dodurga Fayı M_w : 7,1 (moment) büyüklüğünde deprem üretme olasılığı hesaplanmaktadır.



Şekil 6- Baraj gövdesinin tamamen yıkıldığı bir ön test için hazırlanan senaryo (baraj yıkılma açıklığının yatay genişliği yaklaşık 130 m olarak alınmıştır). Eskişehir şehir merkezinde 7 metreden fazla su yüksekliğine sahip taşkın olması beklenmektedir. a) barajdan boşalan suyun kent merkezi yönünde zaman-mekan dağılımının simülasyonu, b) su yüksekliğinin alansal dağılımı, c) şehir merkezinde seçilen bir noktanın zaman serisi. Suyun bu noktaya yaklaşık 5 saat 22 dakikada ulaştığını 7,4 metre su yüksekliği oluşturduğuna dikkat ediniz.

Porsuk Barajı'nın Dodurga Fayı'na ait segment-2 üzerinde yer aldığı göz önüne alındığında, segment-2'nin kırılması ya da çoklu segment kırılması durumunda maksimum 6,9 ile 7,1 moment büyüklüklerinde bir deprem sarsıntısını tecrübe edeceği öngörülmektedir. Depremi şiddeti, odak derinliği, yapıların dışmerkeze uzaklığı, zemin özellikleri, yeraltı su seviyesi derinliği ve binaların yapısal özellikleri gibi bir çok parametreye göre değişiklik gösterse de, Avrupa Makrosismik Deprem Şiddet Ölçeği'nin (the European Macroseismic Scale 1998, EMS-98) Avrupa şehirlerindeki istatistiksel deprem büyüklüğü ve neden olduğu şiddetlerine göre belirlediği değerler, moment büyüklüğü 6,9 ile 7,1 aralığında olan depremlerin dışmerkeze yakın alanlarda VIII ile X arasındaki şiddetlerde hissedilebileceğine işaret etmektedir (Grünthal, 1998). Bu şiddet değerleri, bölge için tahmin edilen en büyük yer ivmesinin 0.285 g olacağı göz önüne alındığında VIII-IX şiddet aralıklarına denk gelmekte ve EMS-98 verileri ile uyum göstermektedir. Eskişehir Fayı üzerinde meydana gelebilecek herhangi bir yıkıcı deprem de fayın yaklaşık 20 km güneyinde yer alan Porsuk Barajı üzerinde sismogravitasyonel deformasyonlara sebep olabilecek potansiyele sahiptir. Eskişehir Fayı'nın kırılması durumunda, Dodurga Fayı'na ait segment-2'nin kırılması senaryosuna göre daha düşük şiddetlere maruz kalması beklenirse de Porsuk Barajı her iki fay segmentinden (EFZ) kaynaklanabilecek deprem riski altındadır. Bununla beraber, yukarıda tartışılan risk senaryolarını belirsizleştiren bazı unsurlar da bulunmaktadır. Örneğin, Dodurga Fayı üzerinde henüz yeterli paleosismolojik çalışmaların yapılmamış olması, fayın deprem tekrarlanma periyodu, üretmiş olduğu en son yıkıcı deprem ve son yıkıcı depremden sonra geçen zaman gibi deprem tehlikesine yönelik parametrelerin henüz ortaya çıkarılmamasına sebep olmaktadır. Bu durum fayın gelecekte ne zaman deprem üretebileceğine yönelik yaklaşımlar ve deprem tehlikesi için bazı belirsizliklere sebep olmaktadır. Ülkemizdeki ekonomik baraj ömürleri (ortalama maksimum 75-100 yıl) dikkate alındığında, 1947 yılında inşaa edilmeye başlanan Porsuk Barajı, Dodurga Fayı'ndan kaynaklanan yıkıcı bir depremi yaşayabilir. Ancak, mevcut durum Porsuk

Barajı'nın deprem riski altında olduğu gerçeğini değiştirmez. Daha da fazlası, Eskişehir Fayı üzerinde gerçekleştirilen güncel paleosismolojik çalışmalar (Karabacak vd., 2024, Elma vd., 2024, 2025) Eskişehir Fayı'nın sismik boşluk olduğuna ve her an yıkıcı deprem üretme potansiyeline sahip olduğuna işaret etmektedir. Son olarak, Porsuk Barajı'nın gövdesinin 1947'de inşa edilip 1960'lı yıllarda kademeli olarak genişletilmesi, yapısal homojenliği zayıflatmakta ve daha düşük şiddetlerde de hissedilse deprem güvenliği açısından ek riskler barındırmaktadır. Kent merkezinin doğrudan baraj mansabında yer alması ve suyun Porsuk Çayı yatağını kullanarak doğrudan kent merkezine ulaşacak olması da olası bir afet senaryosunu ağırlaştırmaktadır.

5. Sonuçlar

Dodurga Fayı, segment uzunluğu ve morfotektonik özellikleri itibarıyla Eskişehir ili için önemli deprem kaynaklarından birisidir. Tarafımızdan gerçekleştirilen saha çalışmaları Dodurga Fayı'nın uzunlukları 16 km ve 47 km olmak üzere, sırasıyla segment-1 ve segment-2 olarak tanımlanan iki koldan oluştuğunu göstermektedir. Haritalama çalışmaları segment-2'nin Porsuk barajının altından geçtiğine işaret etmektedir. Segmentlerin uzunlukları ve üretebilecekleri maksimum deprem büyüklükleri arasındaki ilişkiye göre, segment-1 maksimum 6,2 (M_w); segment-2 maksimum 6,9 (M_w) deprem üretme potansiyeline sahiptir. Çoklu segment kırılması durumunda ise meydana gelebilecek maksimum deprem moment büyüklüğü 7,1 olarak hesaplanmıştır. EMS-98 (Avrupa Makrosismik Deprem Şiddet Ölçeği) istatistiksel verilerine göre, Dodurga Fayı'na ait Segment-2'nin ya da çoklu segment kırılması senaryosuna göre baraj gövdesinin Mercalli şiddet skalasına göre VIII ile X şiddetleri arasında sarsılması öngörülmektedir. Porsuk Barajı'nın gövdesinin 1947'de inşa edilip 1960'lı yıllarda kademeli olarak genişletilmesinin, yapısal homojenliği zayıflattığı göz önüne alındığında, bu çalışma, Dodurga Fayı üzerinde meydana gelebilecek olası büyük bir depremin yalnızca doğrudan sismik hasar yaratmakla kalmayıp, Porsuk Barajı'nda oluşabilecek gövde hasarı ile birleşerek büyük ölçekli bir sel felaketine yol açabileceğini göstermektedir.

Çalışma kapsamında elde edilen bulgular, risk azaltma stratejilerinin yalnızca mühendislik yapılarının teknik dayanımına indirgenmemesi gerektiğini göstermiştir. Bunun yerine, mekânsal planlama, kentsel altyapı yönetimi ve toplumsal dirençlilik kavramlarının bir arada ele alınması gerektiği vurgulanmaktadır. Deprem tehlikesi, özellikle Porsuk Barajı gibi kritik mühendislik yapıları üzerinden ikincil büyük afet risklerine dönüşebilecek potansiyele sahiptir. Modellemeler, barajdan taşan suyun Eskişehir kent merkezine yaklaşık 5 saat içinde ulaşarak can ve mal kayıplarına yol açabileceğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, Dodurga Fayı'nın deprem üretme potansiyeli ve Eskişehir için oluşturabileceği tehlike ve risk analizi, afet senaryoları, mühendislik yapılarının kentsel dirençlilik bağlamında stratejik önemini açıkça ortaya koymaktadır. Risk azaltma çalışmalarında jeoloji, jeofizik, harita, inşaat mühendisliği ve şehir planlaması disiplinlerinin birlikte çalışacağı bütüncül bir yaklaşım geliştirilmesi gereklidir. Bu yaklaşım sayesinde, olası büyük depremlerin Eskişehir üzerindeki yıkıcı etkileri minimize edilebilecek ve kentsel dirençlilik önemli ölçüde artırılabilir. Dolayısıyla, Dodurga Fayı'nın paleosismolojik özelliklerinin ayrıntılı biçimde araştırılması, Porsuk Barajı'nın deprem güvenliği açısından yeniden değerlendirilmesi ve deprem-sel entegrasyonuna dayalı bir erken uyarı sisteminin kurulması kritik önem taşımaktadır. Baraj gövdesine yerleştirilecek sismometre/ivmeölçer sistemleri, Porsuk Çayı'na entegre edilecek su seviye sensörleri ve eş zamanlı görüntüleme altyapısı ile geliştirilecek uyarı mekanizması, risk altındaki nüfusa zamanında bilgi sağlayarak can kayıplarını azaltabilir. Bu tür bir sistem, yalnızca Eskişehir için değil, benzer risklerin bulunduğu diğer bölgeler için de örnek bir model teşkil edecektir.

Katkı Belirtme

Bu çalışma, 123G010 numaralı TÜBİTAK-KAMAG projesi (Yürütücü Prof. Dr. Volkan Karabacak) tarafından desteklenmiştir. Faylanmaya ilişkin arazi gözlemleri ikinci yazarın (İsmet Elma) ESOĞÜ Fen Bilimleri Enstitüsünde devam eden doktora tezinin bir kısmını içermektedir. Porsuk

Barajı ve ilişkili hidrolojik afet senaryosu Avrupa Birliği tarafından fonlanan GOBEYOND yenilikçi proje çağrısına önerilen (Yürütücü Prof. Dr. Volkan Karabacak) ve Yıldız Teknik Üniversitesi'nde düzenlenen Afet Teknolojileri Zirvesi 2025 (Disaster Tech Summit 2025)'de Jüri Özel Ödülü alan proje başvurusu için yapılan analizlerin bir bölümünü içermektedir. Yazarlar, hidrolojik afet senaryosunun sayısal modelleme çalışmasında katkılarından dolayı Dr. Alessandro Annunziato ve Prof. Dr. Ahmet Cevdet Yalçiner'e teşekkür ederler.

Değinilen Belgeler

- AFAD, 2018. Türkiye Deprem Tehlike Haritası
- Altunel, E., Barka, A. 1998. Eskişehir Fay Zonunun İnönü ve Sultandere arasında neotektonik aktivitesi. Türkiye Jeoloji Bülteni 41, 41-52.
- Annunziato, A., Güney Doğan, G., Yalçiner, A.C. 2023. Modeling Dam Break Events Using Shallow Water Model. Eng. 4(3), 1851-1870. <https://doi.org/10.3390/eng4030105>
- Annunziato, A., Santini, M., Proietti, C., de Girolamo, L., Lorini, V., Gerhardinger, A., Tucci, M. 2024. Modelling and Validation of the Derna Dam Break Event. GeoHazards 5(2), 504-529. <https://doi.org/10.3390/geohazards5020026>
- Doğan, G.G., Annunziato, A., Hidayat, R., Husrin, S., Prasetya, G., Kongko, W., Zaytsev, A., Pelinovsky, E., Imamura, F., Yalciner, A.C. 2021a. Numerical simulations of December 22, 2018 Anak Krakatau tsunami and examination of possible submarine landslide scenarios. Pure and Applied Geophysics 178, 1-20. <https://doi.org/10.1007/s00024-020-02641-7>
- Doğan, G.G., Pelinovsky, E., Zaytsev, A., Metin, A.D., Ozyurt Tarakcioglu, G., Yalciner, A.C., Yalciner, B., Didenkulova, I. 2021b. Long wave generation and coastal amplification due to propagating atmospheric pressure disturbances. Natural Hazards 106, 1195-1221. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04625-9>
- Doğan, G.G., Yalciner, A.C., Annunziato, A., Yalciner, B., Necmioglu, O. 2023. Global propagation of air pressure waves and consequent ocean waves due to the January 2022 Hunga Tonga-Hunga Ha'apai eruption. Ocean Engineering 267, 113174. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.113174>

- Duman, T.Y., Emre, Ö., Özalp, S., Çan, T., Olgun, Ş., Elmacı, H., Şaroğlu, F. 2017. Türkiye ve yakın çevresindeki diri faylar ve özellikleri. In: Türkiye Sismotektonik Haritası Ölçek 1:500.000 (Ed. T.Y. Duman), Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Özel Yayın Serisi-34, 11-55, Ankara-Türkiye.
- Duman, T.Y. Çan, T., Emre, Ö., Kadıroğlu, F.T., Başarır Baştürk, N., Kılıç, T., Arslan, S., Özalp, S., Kartal, R.F., Kalafat, D., Karakaya, F., Eroğlu Azak, T., Özel, N.M., Ergintav, S., Akkar, S., Altınok, Y., Tekin, S., Cingöz A., Kurt, A.İ. 2018. Seismotectonic database of Turkey. Bulletin of Earthquake Engineering 16 (8), 3277-3316, doi: 10.1007/s10518-016-9965-9
- Elma, İ., Özçelik, B., Karabacak, V., Özkaymak, Ç., Sümer, Ö. 2024. Eskişehir Fayının İnönü-Okulbalı Segmentine Ait İlk Paleosismolojik Bulgular. Türk Deprem Araştırma Dergisi, 6(2), 349-368. <https://doi.org/10.46464/tdad.1465558>
- Elma, İ., Safarov, M.A., Karabacak, V., Özkaymak, Ç., Sümer, Ö. 2025. Paleosismolojik Veriler Işığında Eskişehir Fayı'nın Batı Segmentinin Deprem Davranışı/Earthquake Behaviour of the Western Segment of the Eskişehir Fault in Light of Paleoseismological Data. Türkiye Jeoloji Bülteni 68(3), 375-398.
- Emre, Ö., Doğan, A., Özalp, S., Yıldırım, C. 2011. 1: 250.000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Bandırma (NK 35-11b) Paftası. Türkiye Diri Fay Haritası Serisi 3.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş., Şaroğlu, F. 2013. Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası. Ölçek 1:1.250.000, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi 30, 89, Ankara-Türkiye.
- Erbulut, Ö., Ünişen, Y. 2022. 1950 Yılı Eskişehir Sel Felaketinin Türk Basını ve Türk Siyasetine Yansımaları International Social Sciences Studies Journal 8, 105, 4255-4271.
- Grünthal, G. 1998. European Macroseismic Scale 1998 EMS-98.
- Karabacak, V., Özkaymak, Ç., Sümer, Ö. 2024. Eskişehir Fayı ve Dodurga Fayının Paleosismolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, 123G010 nolu TÜBİTAK projesi 1. Gelişme Raporu.
- Lynett, P.J., Gately, K., Wilson, R., Montoya, L., Arcas, D., Aytore, B., Zhang, Y. J. 2017. Inter-model analysis of tsunami-induced coastal currents. Ocean Modelling 114, 14-32. <https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2017.04.003>
- Ocakoğlu, F. 2007. A re-evaluation of the Eskişehir Fault Zone as a recent extensional structure in NW Turkey, Journal of Asian Earth Science 31, 91-103.
- Ocakoğlu, F., Açıkalın, S. 2010. Field evidences of secondary surface ruptures occurred during the 20 February 1956 Eskişehir earthquake in the NW Anatolia, Journal of Earth System Sciences 119(6), 841-851.
- Özel, İ. 2022. Bir tarihtir Porsuk Barajı, Su Politikaları Derneği web sayfası, <https://supolitikalaridernegi.org/>
- Seyitoğlu, G., Ecevitoglu, G.B., Kaypak, B., Güney, Y., Tün, M., Esat, K., Avdan, U., Temel, A., Çabuk, A., Telsiz, S., Uyar Aldaş, G.G. 2015. Determining the main strand of the Eskişehir strike-slip fault zone using subsidiary structures and seismicity: a hypothesis tested by seismic reflection studies, Turkish Journal of Earth Sciences 24, 1-20.
- Sümer, Ö., Karagöz, O., Alak, A. 2018. A New Software For Relationships Between Fault Parameters and Earthquake Size: FaultStat. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 18(3), 1089-1101.
- Şahbaz, H. 2016. Odunpazarı ve Tepebaşı ilçelerinin (Eskişehir) beşeri ve ekonomik coğrafyası. Doktora Tezi, Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 517.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., Kuşçu, İ. 1987. Türkiye'nin diri fayları ve depremsellikleri. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 8174, Ankara (yayımlanmamış).
- Velioglu Sogut, D., Yalciner, A.C. 2019. Performance comparison of NAMI DANCE and FLOW-3D® models in tsunami propagation, inundation and currents using NTHMP benchmark problems. Pure and Applied Geophysics 176(7), 3115-3153.