



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

İstanbul Şubesi

Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL

Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

KANAL İSTANBUL İLE İLGİLİ BİLİRKİŞİ RAPORUNA DAİR JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI İSTANBUL ŞUBESİ'NİN GÖRÜŞLERİ

Kanal İstanbul'la ilgili olarak İstanbul 10. İdare Mahkemesinin, 16.02.2022 tarihli ara kararı ile dava dosyası için naip üye başkanlığında 15 farklı uzmanlık alanından oluşan heyet ile birlikte 25.03.2022 tarihinde inceleme sahasına gidilmiş, notlar alınmış, fotoğraflar çekilmiş, dosyalar teslim alınarak Bilirkişi Raporu hazırlanmıştır. Söz konusu Bilirkişi Raporu 370 sayfa olup, 63'üncü sayfasındaki **“5.4. Jeoloji Mühendisliği Açısından İnceleme ve Değerlendirme”** başlığı altında Jeoloji bilirkişisine cevaplanması istemiyle aşağıdaki şu sorular yöneltilmiştir:

1. Jeolojik açıdan etkileri,
2. Olası bir deprem durumunda gerek proje alanında ve gerekse de projeden kaynaklı olarak meydana gelecek etkilenmeler,
3. Tsunami etkisi
4. Riskli bölgelerde taşkın ve heyelan etkileri,
5. Topoğrafik yapının değişmesi.

Jeoloji bilirkişisi yukarıdaki başlıklar altındaki sorulara cevaben **“Nihai ÇED Raporu”**nu referans göstererek ÇED raporundaki tespit ve açıklamaları yinelemiştir. Jeoloji bilirkişisinin bu sorulara cevap için bilirkişi raporunun sayfa 63 ile sayfa 169 arasındaki kalan 107 sayfayı kullanmıştır. Jeoloji bilirkişisi cevapları için şu açıklamayı yapmıştır:

“DEPREM RİSKLERİ RAPORU Nihai ÇED Raporunda EK-16'da verildiği görülmüş, rapor kapsamına detaylı araştırma yapıldığı anlaşılmıştır.

JEOLJİK VE JEOTEKNİK ETÜTLER-JEOLJİK VE JEOTEKNİK RAPORU ÖN GEOTEKNİK DEĞERLENDİRME RAPORU” Nihai ÇED Raporunda EK-19'da verildiği görülmüş, rapor kapsamına detaylı araştırma yapıldığı anlaşılmıştır.

TSUNAMİ MODEL ÇALIŞMA NİHAİ RAPORU” Nihai ÇED Raporunda EK-23'de verildiği görülmüş, rapor kapsamına detaylı araştırma yapıldığı anlaşılmıştır.”



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

İstanbul Şubesi

Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL

Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

Jeofizik Mühendisleri Odası olarak daha önce incelediğimiz Nihai ÇED Raporuna istinaden görüşlerini çeşitli platformlarda açıklamıştır. Yukarıda bahsi geçen “Deprem Riskleri Raporu”, Jeolojik ve Jeoteknik Etütler Raporu ve Tsunami Model Çalışma Nihai Raporu” başlıklı raporlarda Jeofizik Mühendisliği uygulamaları yer almış olmakla birlikte Nihai ÇED raporunun ilgili bölümlerinde “Jeofizik Etütler” Başlığı nedense yer almamıştır.

Jeofizik Bilim Dalı’nın deprem ve zemin etütleri konusunda özgün araştırma teknikleri ve mühendislik uygulamaları söz konusuyken ve Yerbilimleri kapsamı içerisinde Jeoloji Bilim Dalı ve Jeomorfoloji Bilim Dalı ile birlikte ayrıca anılması beklenirken Jeolojik ve Jeoteknik uygulamaların içerisinde bir taşeron uygulamacı gibi lanse edilmiştir. Jeofizik Mühendisliği üniversitemizde Jeoloji ve Jeoteknik gibi bir bağımsız bölümdür ve Jeofizik Mühendisliği diploması verilir.

Jeofizik Mühendisleri Odası olarak söz konusu Bilirkişi Raporu incelenmiş ve Kanal İstanbul ve çevresinin Deprem Etkinliği, Deprem Tehlikesi ve Riskleri, Zemin Etütleri, Fay ve Aktif Fay özellikleri ve Tsunami Tehlikesi konularında görüşlerimiz aşağıda verilmiştir.

İSTANBUL KANALI’NI TEHDİT EDEN DEPREM ve TSUNAMİ TEHLİKESİ VE OLASI RİSKLER

Kadim şehir İstanbul’un medeniyet tarihi 8.500 yıl geriye gitmektedir. Şehrin son 1988 yıllık tarihini inceleyen uzmanlar Marmara Bölgesi’nde ve İstanbul’un Avrupa ve Anadolu yarımadasındaki yerleşimleri etkileyerek bina ve insan kayıplarına neden olan ve büyüklüğü $M \geq 6.0$ olan 85 tane depremi arşivlemişlerdir (Ambraseys ve Finkel, 1995; Altınok vd., 2011). Bunlardan 38 tanesi 7.0 ve daha büyük depremlerdir (Şekil 1). Sığ ve büyük depremlerin Marmara Denizi kıyılarında kayıplara neden olan tsunami olaylarının sayısı 37’dir (Altınok vd., 2011). Çoğunluğu Marmara Denizi’nin kuzey bölümünde olmuş bu depremler, İstanbul’daki yerleşimleri çok fazla etkilemiş ve büyük kayıplara neden olmuştur. Kuzey Anadolu Fayı’nın Marmara Denizi içerisinde konumlanan ve batı yönüne uzanan Kuzey Marmara Fayı, İstanbul ve yakın çevresindeki yerleşimleri etkileyen ve gelecekte de etkileyecek ana deprem kaynağıdır. 17 Ağustos 1999 Gölcük depremi sonrası bugüne kadar yapılan bilimsel araştırmalar (Ambraseys, 2002; Parsons, 2004; Murru vd., 2016; İBB, 2019) Marmara Denizi’nin kuzeyinde



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

İstanbul Şubesi

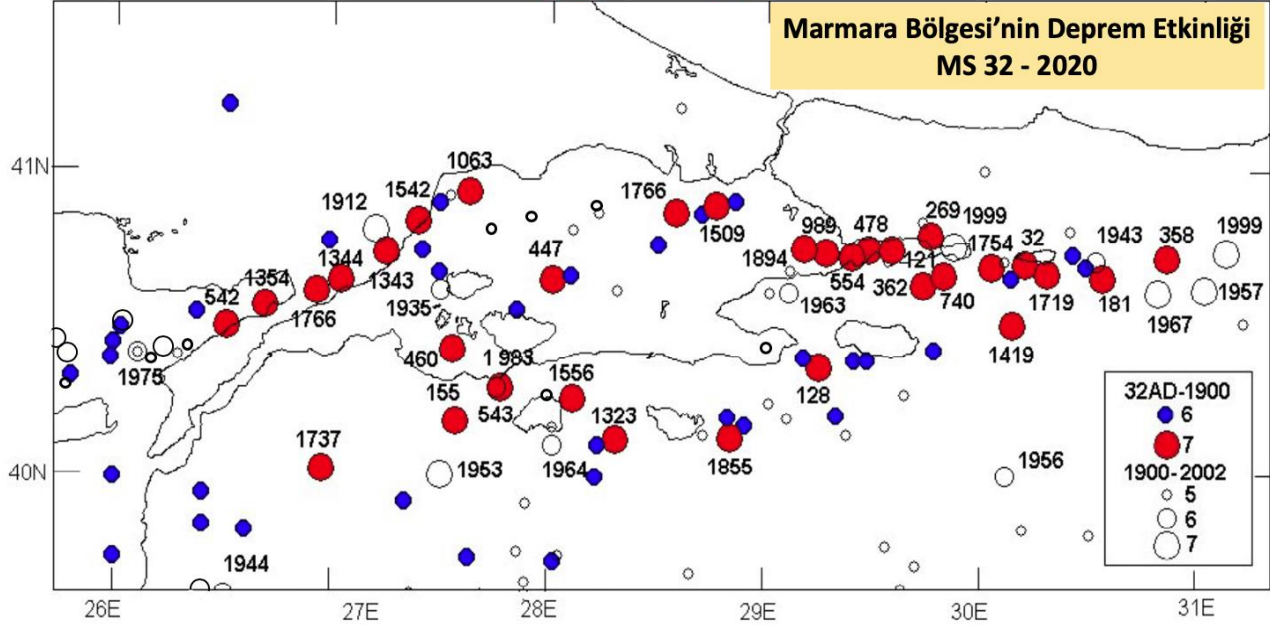
Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL

Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

önümüzdeki 30 yılda, 7.0 ve daha büyük bir depremin olma tehlikesinin %50 ulaştığını ve her geçen yıl bu tehlikenin arttığını göstermektedir. Nüfusu 16 milyonu aşmış İstanbul'daki yerleşimlerin ve önemli mühendislik projelerinin (köprü, viyadük, sanayi tesisi, kimyasal madde ve yakıt deposu, enerji tesisi, baraj, liman, havaalanı, yüksek bina, tünel, boru hattı, elektrik hattı) maruz kalacağı kayıp riskleri en hayati konulardan biridir. Depremin doğrudan ve dolaylı büyük kayıplara neden olmaması için nüfus, konut ve endüstriyel tesis yoğunlaşmaları seyreltilmeli, denetim yaygınlaştırılmalı ve her sektörde riskleri azaltacak sakınım planları uygulanmalıdır. Ancak, son 60 yıldır izlenen kalkınma ve kentleşme politikalarındaki yanlış uygulamalar nedeniyle, bu beklentinin tam tersi oluşmuştur. Bilim insanlarının İBB için hazırladığı 2009 tarihli İstanbul İl Çevre Düzeni Planı'ndaki önerilerin tam tersine, merkezi yönetim tarafından izlenen politikalar ve uygulamalar nedeniyle İstanbul'un kuzeyindeki su havzalarının imara açılması ve bugün birim alana düşen nüfus ve yapılaşma artışının sürmesi nedeniyle deprem kökenli kayıp riskleri ve çevre tahribatı kayıpları büyümektedir.

İstanbul'un depremden dolayı kayıp risklerinin tespiti için İBB'nin yaptırdığı onca önemli etütler ve yine İBB'nin 2009 tarihli çevre düzeni plan onayı yok varsayılmış, Karadeniz ve Marmara Denizi'ni birleştirmesi planlanan "İstanbul Kanalı", beklenen büyük depremin kaynağı olacak Kuzey Marmara Fayı'na 11 km uzaklıkta projelendirilmiştir. İstanbul Kanalı'nın ana yapısı, ilgili mühendislik yapıları ve çevresinde oluşturulacak yeni yerleşim alanlarında deprem kaynaklı kayıp risklerini oluşturacak tehlikeler depremin kuvvetli yer hareketi, zemin büyütmesi, tsunami, heyelanlar, sıvılaşma ve yanal yayılma, şev hareketleri ve kaymaları, taşıma gücü ve oturma olayları ile ilgili olacaktır. Önerilen kanal güzergahı çevresinde yapılan jeolojik, jeofizik ve jeoteknik araştırmalar, bu yer davranış özelliklerinin her birinin kanalın ana yapısı dâhil tüm alt ve üst yapılar için birer risk unsuru olduğunu göstermektedir.

Marmara'da son 1988 yılda 37 adet tsunami oldu!



Şekil 1. Marmara bölgesinde tarihsel dönem (kırmızı ve mavi daireler) ve aletsel ölçü döneminde (içi boş siyah daireler) olmuş hasar yapıcı depremlerin dağılımı (Ambraseys ve Finkel, 1995 Altınok vd., 2011).

Kanal İstanbul'un maruz kalacağı deprem tehlike değerleri ve depremden dolayı etkilenme derecesi tespitine yönelik yapılan hesapları ve sonuçları kapsayan ÇED raporlarında kullanılan veri ve yöntemler, 2018 tarihinde resmî gazetede yayınlanan ve 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe giren yeni Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ve Deprem Tehlike Haritası (AFAD, 2018 a, b) için kullanılan veri ve yöntemlerin aynısıdır.

İstanbul Kanalı ve çevresinin maruz kalacağı ortalama tanımsal ve olası deprem tehlikesi değerleri, PGA ve Ss ve S1 spektral ivme değerleri için ve 72 yıl, 475 yıl, 1000 yıl ve 2475 yıl yinleme süreleri için hesaplanmıştır. Bu değerler sismik S dalgası hızı $V_{s30}=760$ m/s (zemin sınıfı ZB/ZC sınırı, (AFAD, 2018 a) için ve kanal güzergahı boyunca belirlenen zemin değişimlerine göre düzeltilerek ayrı ayrı verilmiştir. Tanımsal deprem tehlikesi, en yüksek olasılıklı deprem tehlikesinin ayrışımına dayanarak belirlenmiştir. Tanımsal tehlike değerleri zaman bağımlı ve zaman bağımsız durumlar için işletme Esaslı Deprem Düzeyi (D2) ve Emniyet Esaslı Deprem Düzeyi (D3) tehlike düzeyleri için hesaplanmıştır (Çizelge 1).



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI İstanbul Şubesi

Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL
Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

Olasılık yöntemine göre 475 yıllık dönüş periyodu için hesaplanan ivmeler D2 düzeyi olarak adlandırılmış olup, 50 yılda %10 aşılma olasılığına karşılık gelen bir olasılık değeridir. 2475 yıllık dönüş periyodu için hesaplanan ivmeler Emniyet D3 olarak adlandırılmış olup 50 yılda %2 aşılma olasılığına karşılık gelen bir olasılık değeridir ve daha yüksek ivme değerleri elde edilir (Çizelge 1).

Nihai ÇED raporunun EK-16 no'lu ekinin 56/82 numaralı sayfasının ikinci paragrafında “*Tasarım spektrumlarının belirlenmesi için gerek 2007 Türkiye Deprem Şartnamesinde, mülga DLH (2008) şartnamesinde ve gerekse uluslararası nitelikli ASCE 7-10 (2010) şartnamesinde yer alan eşdeğer spektrum kullanılacaktır*” ifadesi yer almaktadır. Bu cümle ile İstanbul Kanalı'nın deprem tasarımında kullanılacak “eşdeğer spektrum” açıklaması muğlak bir tanımlama olmuştur. Örneğin ÇED raporundaki Tablo 9.4.1 de “*Proje kapsamında yapılacak olan her türlü yapılarda Deprem Riskleri Değerlendirme Raporu sonuçları ile Mülga Bayındırlık ve İskân Bakanlığı'nın Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1998) esasları ile Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007) hükümlerine titizlikle uyulmalıdır*” cümlesi de bu tür muğlaklık arz etmektedir. Buna benzer cümleler 2019 tarihli ve olumlu onayı almış Nihai ÇED raporunun ana metninin dört yerinde geçmektedir. Bu muğlak ve resmi olarak yürürlükten kalkmış yönetmeliklere atıf yapan ifadeler “Çılgın Proje” olarak tanımlanan İstanbul Kanalı gibi bir projenin bir resmi raporun profesyonelce olması gereken yazımına uygun değildir ve muğlak ifadeler ileride bazı teknik ve hukuki sorunlar yaratabilir.



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

İstanbul Şubesi

Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL

Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

Çizelge 1. Kanal İstanbul güzergâhının Karadeniz ve Marmara girişlerinde oluşabilecek maksimum yer ivmesi değerleri. Değerler TBDY (AFAD, 2018a) ve NEHRP (2020) standardı olan $V_{s30}=760$ m/s’lik (yeryüzünden itibaren 30 m derinlik için) ortalama sismik S dalgası hızına karşılık gelen zemin türü içindir.

İSTANBUL KANALI OLASILIKSAL DEPREM İVME DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI						
YER	PGA(g) D2, 475 yıl (50 yılda %10)			PGA(g) D3, 2475 yıl (50 yılda %2)		
	(Nihai ÇED, 2019)	(AFAD, 2018b)	(DLH, 2008)	(Nihai ÇED, 2019)	(AFAD, 2018b)	(DLH, 2008)
Kaynak						
Marmara Girişi	0.485	0.51	0.70	0.773	0.85	1.20
Karadeniz Girişi	0.206	0.22	0.25	0.344	0.42	0.40

D2: İşletme Esaslı Deprem Düzeyi, D3: Emniyet Esaslı Deprem Düzeyi, PGA: Maksimum Yatay İvme, (AFAD, 2018b), (DLH, 2008), İvme değerleri (orta sağlam ve çok çatlaklı zayıf kayalar sınırında zemin yapısı için (ZB/ZC sınırında, $V_{s30}=760$ m/s) hesaplanmıştır.

İstanbul Kanalı’nın D3 düzeyinde bir deprem etkisi nedeniyle daha yüksek ivme değerlerine maruz kalması durumunda, inşaat tasarımında deprem etkisi altında onarılabılır hasarın oluşmasına izin verilebileceği nihai ÇED raporunda beyan edilmiştir. Böyle bir hasarda İstanbul Kanalı’nın işletilmesinde birkaç hafta veya birkaç ay aksama olabileceğine dikkat çekilmiştir (Nihai ÇED EK-16, sayfa 10/82). 1 Ocak 2019’da yürürlüğe giren ve Nihai ÇED raporunun bir çok paragrafında referans verilen Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’nin (AFAD, 2018a) Bölüm 1-Genel Hükümler, 1.1. Kapsam başlığı altındaki 1.1.9 maddesindeki “*Bu Yönetmeliğin kapsamı dışındaki bina ve bina türü yapıların deprem etkisi altında tasarımı için kendi özel yönetmelikleri yapılmaya dek, öncelikle ilgili Türk Standartlarında verilen hükümler ile birlikte, uluslararası geçerliliği kabul edilen eşdeğer diğer standart, yönetmelik gibi teknik düzenlemeler veya kurumlarınca belirlenen teknik kurallar, bu Yönetmelikte öngörülen ilkeler gözetilerek kullanılabilir*” gerekçesi ile Kanal İstanbul’un “*kendi özel yönetmeliği*” yapılmasa dahi Nihai ÇED raporunun olumlu onayı alması, ihale ve uygulama aşamalarındaki itirazlarda tüm hukuki engeller bertaraf



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

İstanbul Şubesi

Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL
Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

edilebilecektir. **Nihai ÇED raporundaki deprem kaynaklı risk etütleri yetersizdir.** Çok ayrıntılı hazırlanmış iddia edilen ÇED raporlarında tehlike ve risk kavramlarını ne yazık ki karıştırılmıştır. Deprem mühendisleri, ÇED raporlarında sunulan Deprem Risk Raporu'nun aslında bir Deprem Tehlike Raporu olduğunu ve kanal için yapılan risk tahminlerinin kalitatif olduğunu belirtmişlerdir (Aydınoğlu vd., 2020). ÇED raporunda önerilen kanalın bir bütün olarak deprem sırasında davranışı ve çevresindeki her çeşit mühendislik yapıları için bir nicel bir risk etüdü yoktur. Dolgu/alüvyon alanlarda yapılacak kıyı-liman yapıları için ÇED Raporu'nda yalnızca kavramsal tasarımlara ilişkin şematik resimler verilmiştir. Bu yapıların deprem risklerinin tahminine ilişkin ÇED raporlarında hiçbir bilgi bulunmamaktadır. Farklı düzeyde tehlike olasılıkları için kalitatif risk tanımları yapılmaya çalışılmış, ancak böylesine bir proje için bu oldukça yetersiz bir rapor ortaya çıkmıştır (Aydınoğlu vd., 2020).

İstanbul Kanal güzergâhı zemin özellikleri ve sınıflama ve hevelan potansiyeli

İstanbul Kanalı güzergâhının uzunluğu 45 km'dir. Bu uzunluğun 16.2 km'si Küçükçekmece gölünün ağzından Sazlıdere Barajı'na kadar olan bölümdür. Kanal güzergâhı boyunca yapılan jeolojik, jeofizik ve jeoteknik araştırmalar sonucunda 78 noktada zemin sınıfı belirlenmiştir. Bu sınıflamada Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (AFAD, 2018a) ve NEHRP (2020) ölçütlerine göre zemin sınıfları şöyle dağılmaktadır:

- ZA sınıfı-Yok (Sağlam, sert kayalar)
- ZB sınıfı-2 adet (Az ayrılmış, orta sağlam kayalar)
- ZC sınıfı 37 adet (Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar, %47)
- ZD sınıfı 20 adet (Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları, %26)
- ZE sınıfı 19 adet (Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya 3 metreden daha kalın yumuşak kil, %24)
- ZF sınıfı (Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sınıflandırılabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb. Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler).

Küçükçekmece Gölü bitiminden Sazlıdere Barajı arasındaki 5,5 km'lik alanda yapılan etütler, kalın tortul (alüvyon) bir bölgenin varlığını ortaya koymuştur. Deprem sırasında taşıma gücü çok düşük bu alanlarda



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

İstanbul Şubesi

Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL

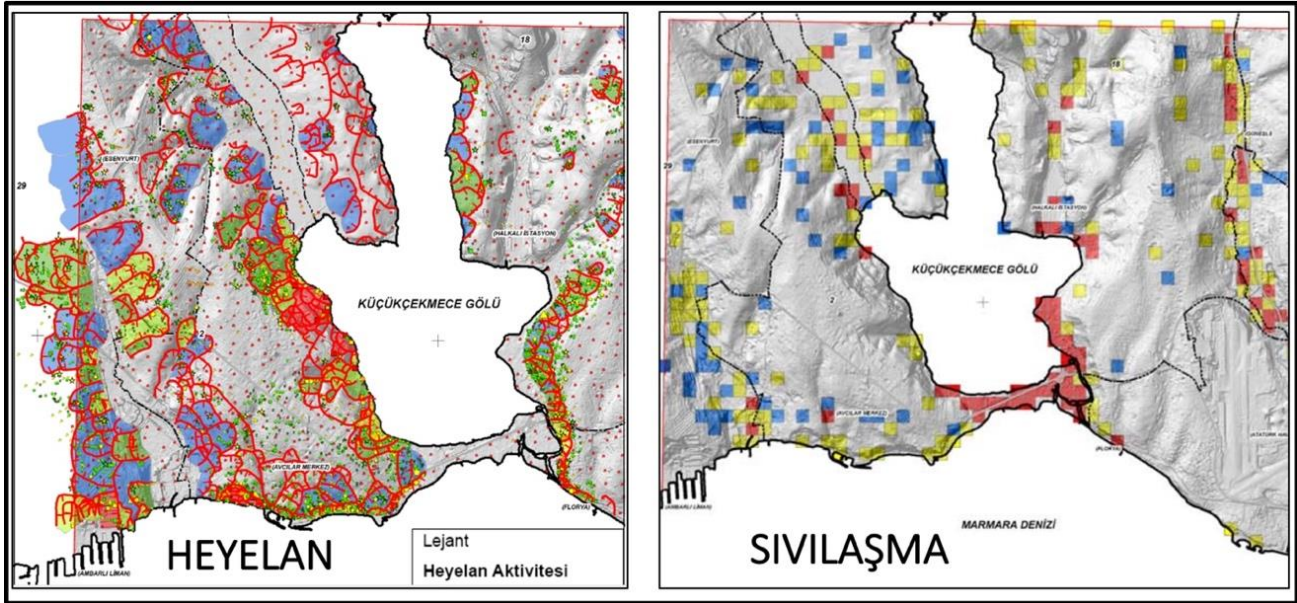
Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

sıvılaşma ve şev kararlılığının bozulması nedeniyle kanalın eğimli şevlerinde ve tabanında kalıcı zemin deformasyonlarının olacağı, üstündeki yapılarda ciddi hasarlar oluşturacağı anlaşılmıştır. Küçükçekmece çevresinde heyelan ve sıvılaşma potansiyeli yüksektir (Şekil 2).

InSAR uydu verileri kullanılarak 1992-2017 yılları arasında İstanbul il geneli için yapılan bir araştırmada, İstanbul'un karasal alanlarında ve kıyı bölgeleri boyunca yılda 5 mm ile 15 mm arasında değişen önemli oranlarda zemin çökmesi oluşan alanlar belirlenildi. Çekmece göller yöresinde sığ alüvyon alanlarda bu çökmeler yılda 10 mm'ye erişmektedir (Aslan vd., 2018). Araştırmacılar, karasal ve kıyı alanlarda zemin çökme olayının deprem dâhil doğal kaynaklı etmenlerden çok insan kaynaklı müdahalelerden ve inşaat çalışmaları sonucu oluştuğunu belirtmektedirler. Bu araştırma sırasında, İstanbul'da bir gökdelenin bulunduğu parselde, yılda 15 mm gibi bir zemin oturması olduğu saptanmıştır.

ÇED raporunda Küçükçekmece Gölü-Sazlıdere Barajı arasında mevcut zeminin kaldırılarak iyi malzeme ile yenilenmesi gibi çok riskli ve çılgın önerilerde bulunulmuş, ancak böyle bir önerinin maliyeti konusunda bir görüş belirtilmemiştir. Kanal kenarlarındaki şevlerde yapılacak sızdırmazlık kaplamalarının küçük depremler dâhil olmak üzere her depremde hasar göreceği ve değiştirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Ayrıca kaplamada kullanılacak beton şiltenin şev ve sıvılaşma davranışı hakkında bilgi yoktur. Kanal İstanbul'un güzergah seçiminin teknik, işlev ve mali fizibilite dayanakları kuşkuludur (Aydınöğlü vd., 2020).

Kanal güzergâhını geçen büyük açıklıklı 6 köprüden 5 tanesinin 220 m'ye kadar varan kulelerinin temelleri, sıvılaşma alanlarındaki alüvyon zeminlerin içerisinde yapılacaktır. Bu temellerin nasıl yapılacağı konusunda ÇED Raporu'nda tatmin edici çözüm önerileri ve maliyetine ilişkin gerçekçi tahminler yoktur (Aydınöğlü vd., 2020). İstanbul Kanalı için yapılacak 6 adet köprünün deprem sırasında temel sistemlerinin şev duyarlılığı bozulması ve sıvılaşma durumunda performanslarının ne olacağı konularında değerlendirmelerde çelişkiler olduğu anlaşılmaktadır. Yap-İşlet yatırımcısının kapsamı dışında olan ve İBB'nin sorumluluğunda yeniden yapılacak iki büyük açıklıklı eğik askılı karayolu köprüsü, iki metro tüneli, çok sayıda temiz su isale hatları, atık su hatları ve doğalgaz hatlarının İBB'ye, gereksiz yere, tahminlerin ötesinde büyük mali yük getirmesi (20 milyar TL, 2020 yılı tahmini) kaçınılmazdır.



Şekil 2. Küçükçekmece Gölü ve çevresi yanal yayılma, heyelan ve sıvılaşma potansiyeli olan alanlar (İBB, 2009a).

Büyükçekmece ve Küçükçekmece göller havzası deprem hareketini büyütüyor ve hasar olasılığını artırıyor

17 Ağustos 1999 Gölcük depremi sırasında, deprem merkezinden 100-120 km uzakta olan Büyükçekmece, Avcılar ve Küçükçekmece ilçelerimizde bina hasarları ve can kayıpları beklenenden daha fazla olmuştur (Şekil 3). Gözlemlenen bu olumsuz durum sonrası yapılan sismolojik ve derin jeofizik araştırmalar (Ergin vd., 2004; Özel vd., 2002; Tezcan vd., 2002), Çekmece göllerinin yer aldığı havzasının ve çevresinin derin yeraltı jeolojik ve jeofizik yapısının, deprem merkezinden çıkan sismik dalgaları binaların temellerine ulaşırken beklenenden daha fazla büyümesine neden olduğunu göstermiştir (Şekil 4). İstanbul Avrupa yakasında Marmara kıyılarına yakın bölgelerde “sağlam zemin” olarak referans alınan ZB/ZC sınıfı referans zemin çok derindedir. Yer yer 300 metre derinliğe kadar inen taban kaya (Ergin vd., 2004) üzerine yerleşen kalın ve düşük sismik hızlı zemin (ZD, E ve ZF) ve jeoloji/topoğrafya özellikleri, deprem dalgalarının aşırı büyümesine neden olmakta ve böylece tekniğine uygun olmayan binalar önemli derecelerde hasarlar almakta veya yıkılmaktadır. Bu sonuçlar, bölgede yapılacak inşaatların risk katsayılarının büyük olduğunu ve maliyet artırıcı özel tasarımlar ve teknikler gerektiğini göstermektedir.



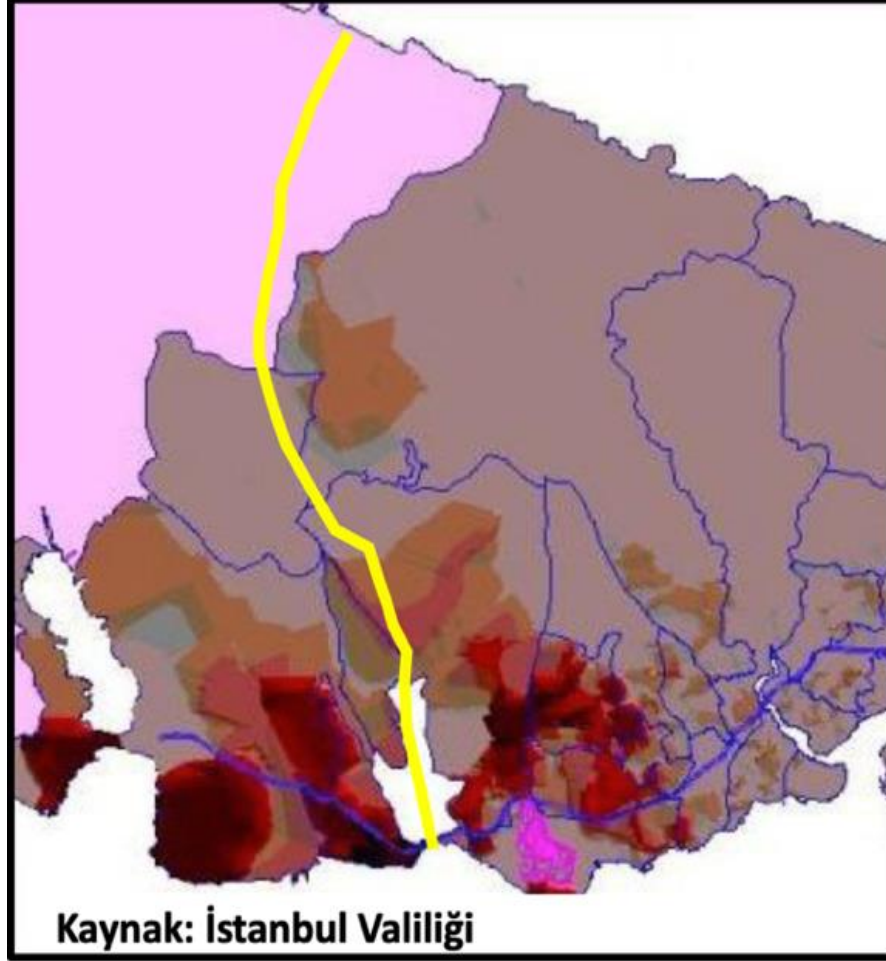
TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

İstanbul Şubesi

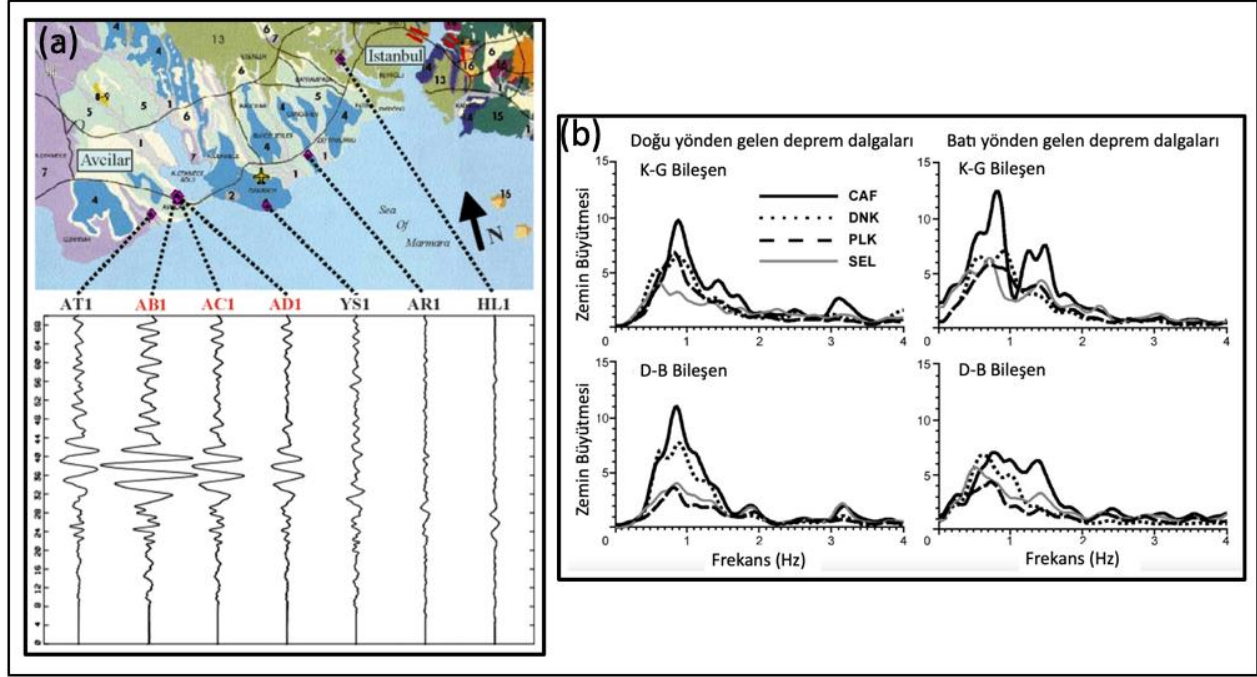
Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL

Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

Bölgenin kendine özgü zemin büyütme özellikleri nedeniyle yürürlükte olan standart tasarım spektrumları dışında tasarım spektrumları geliştirilmelidir. Ancak, ÇED raporunda bu özelliklere bağlı olarak alt ve üst yapıların karşılaşacağı teknik sorunlara ve risklere değinilmemiştir.



Şekil 3. 17 Ağustos 1999 deprem nedeniyle İstanbul'da gözlemlenen bina hasarlarının dağılımı. Koyu kırmızı alanlar hasarın en yoğun olduğu alanları gösterir. Çekmece havzasında deprem merkezine 100-120 km uzaklıklarda bulunan alanlardaki yüksek hasar, depremden sonra saptanan zemin büyütmesi olgusunu teyit etmektedir.



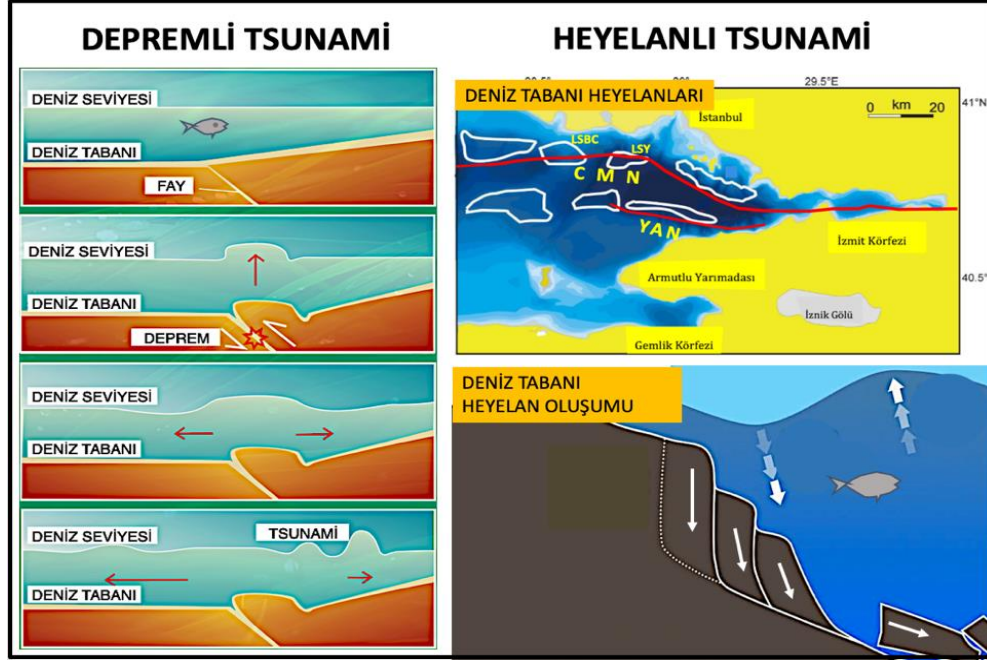
Şekil 4. İstanbul Avrupa Yakası Avcılar-Küçükçekmece bölgesinde deprem sırasında kaydedilen yeryüzü hareketinin jeolojik yapı ve zemin sismik özelliklerine bağlı olarak çeşitli noktalarda (a) zaman ortamı sismik dalga kaydında, (b) S-dalgalarının spektral grafiklerde gösterimi (Ergin vd., 2004; Özel vd., 2002). Gevşek ve düşük sismik hızlı, kalın silt ve çakıllı zemin nedeniyle sismik dalgaların yeryüzüne erişirken aşırı büyüdüğü tespit edilmiştir.

Depremler ve hevelanlı tsunami tehlikesi ve riskleri

İstanbul kıyılarındaki yapıların maruz kalacağı önemli tehlikelerden biri de tsunamidir. Deprem etkinliği yüksek deniz alanlarında oluşan sığ ve büyük depremler kıyılarda hasarlara ve can kayıplarına neden olan tsunamiler oluşturur (Şekil 5). Deniz tabanında yamaçlarda biriken büyük tortul/çamur kütlelerinin heyelanları da tsunami kaynağı olabilmektedir. Uzun yıllar biriken kütlelerin kritik düzeye gelince kendiliğinden hareket etmesi yanı sıra bir depremin yarattığı sarsıntılarla harekete geçebilmektedir. Heyelanlar depremlerle birlikte olduklarında depremin tsunami etkilerini artırabilirler (Şekil 5).

Marmara Denizi'ni doğu-batı doğrultusunda kesen Kuzey Anadolu Fayı'nın Kuzey Marmara Fayı (KMF) ve çevresindeki diğer faylar Marmara kıyılarında beklenen tsunaminin kaynaklarıdır. Kuzey Marmara

Fayı'nın ve Yalova Fayı'nın yamaçlarında biriken kütlelerinin heyelanı ile oluşacak tsunami tehlikesi konusunda bir çok araştırma yapılmıştır (Özeren vd., 2010).



Şekil 5. Deprem kaynaklı tsunami taşkın dalgasının oluşum mekanizması (soldaki şekil), Marmara Denizi kuzeyinde Orta Marmara Fayı (CMN) ve Yalova Fayı (YAN) çevresinde oluşan deniz tabanı heyelan kütelleri (beyaz renkli alanlar) ve deniz tabanında oluşabilecek heyelanın oluşum mekanizması (sağdaki şekil) .

Nihai ÇED raporunda tsunami tehlikesini belirleme çalışmasına dair bir tespit şöyledir: “Ana (Kuzey) Marmara Fayı üzerinde oluşacak Mw7,2 büyüklüğünde bir deprem, en önemli tanımsal deprem senaryosu olarak ortaya çıkmaktadır. Her ne kadar bu depremin bizzatıhi tsunami üretme potansiyeli var ise de, bu deprem tarafından tetiklenecek deniz içi heyelanlarının tsunami üretme potansiyelleri çok daha büyük olacaktır”. Nitekim Nihai ÇED raporunun EK-23 ekinde küçük depremlerin de heyelanlı tsunamileri tetikleyebileceğine dikkat çekilmiştir. Ancak bu heyelanların hareket için kritik noktaya ulaşmış olmaları üzerine bir araştırma yapılmamıştır.

Tarihsel kayıtlara göre son 1988 yılda Marmara Denizi'ndeki büyük depremler nedeniyle (Şekil 1) kıyılarda 37 kez tsunami olayı (Altınok vd., 2011; Ambraseys ve Finkel, 1995) yaşanmıştır. Daha önceki



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

İstanbul Şubesi

Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL

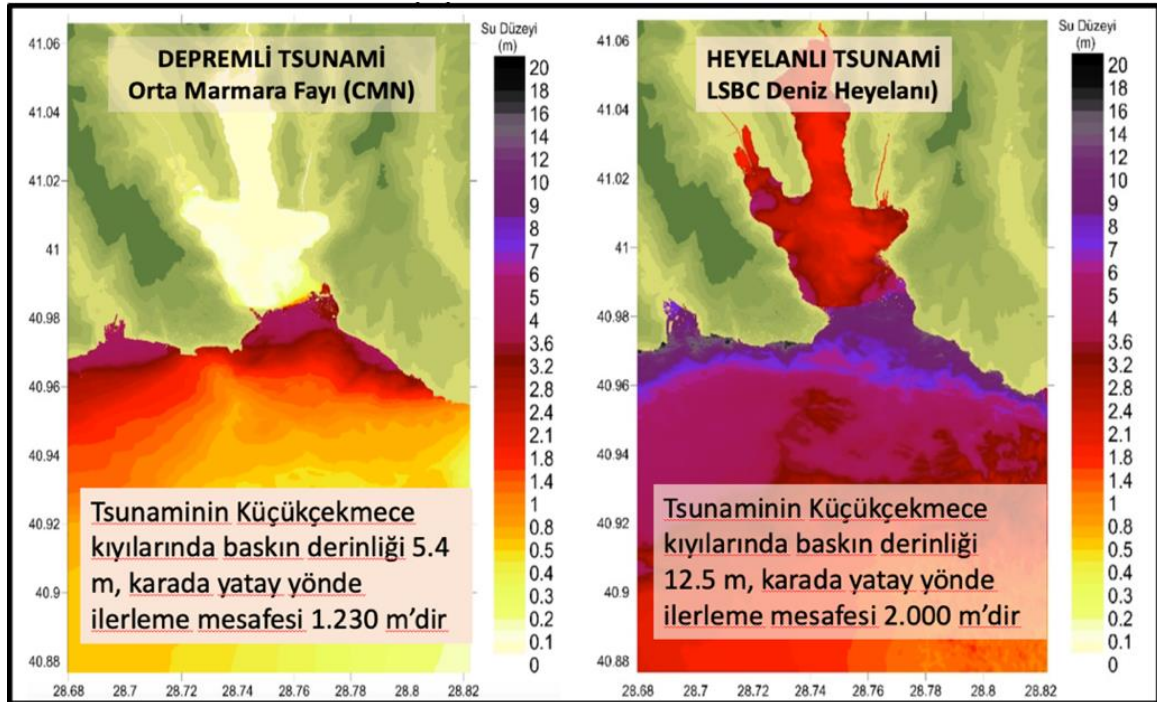
Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

yıllarda İstanbul'un deprem senaryosuna yönelik olarak yapılan çalışmalarda birkaç kez deprem ve deniz heyelanı kaynaklı tsunami modelleri geliştirilmiştir (İBB, 2009(a); Özeren vd., 2010). 2019 yılında İBB'ye sunulan Marmara Denizi'nde olası tsunami senaryoları raporunda Avcılar ve Küçükçekmece yerleşimlerinin maruz kalacağı depremli tsunami için Orta Marmara Fayı (CMN) modeli benimsenmiş (İBB Tsunami raporu, 2019), heyelanlı tsunami modeli için ise LSBC ve LSY kodlu deniz heyelanı modelleri kullanılmıştır. CMN fayı modeline göre Küçükçekmece gölü kıyılarında beklenen deprem kaynaklı tsunami yüksekliği 5.4 metre, karada yatay yönde ilerleme mesafesi 1230 metre hesaplanmıştır. Heyelan modelinde, LSCB heyelanı 12.60 m, LSY heyelanı ise 8.9 m yükseklikte maksimum tsunami yüksekliğine neden olacaktır (Şekil 8). LSBC heyelanı kaynaklı tsunami, Küçükçekmece ilçesinin ortalama %5'ini kapsayan 1.87 km²'lik bir alanda ve 5 mahallede tsunami su baskınına neden olacaktır (Şekil 8). Ancak, İstanbul Kanalı Nihai ÇED raporu için yapılan yeni modellemelerde (EK-23) nedense deprem kaynağı olarak Yalova Fayı (YAN) benimsenmiş, heyelanlı tsunami hesapları için ise LSY modeli kullanılmıştır (Şekil 5). Bu modeller için ÇED raporunda, depremli tsunamde kanalın Küçükçekmece girişinde tsunami yüksekliği 2.5-3.5 m arasında, heyelanlı tsunamde ise tsunami yüksekliği 6.8-9.6 m, akıntı hızı 5.9 m/s olarak bulunmaktadır (Şekil 6). 2019'da İBB'ye teslim edilen ve İstanbul'un olası deprem kayıplarını tespit eden rapor (İBB, 2019) için aynı araştırma ekibi tarafından kullanılan depremli ve heyelanlı tsunami modelleri İstanbul Kanalı Nihai ÇED raporu için neden kullanılmamıştır? İstanbul Kanalı'na daha uzak olmasına rağmen depremli tsunami hesabı için neden Yalova Fayı (YAN) tercih edilmiştir? Gerekçe olarak fayın oblik faylanma yapısı gösterilmiştir ancak bu tatmin edici bir açıklama olmamıştır.

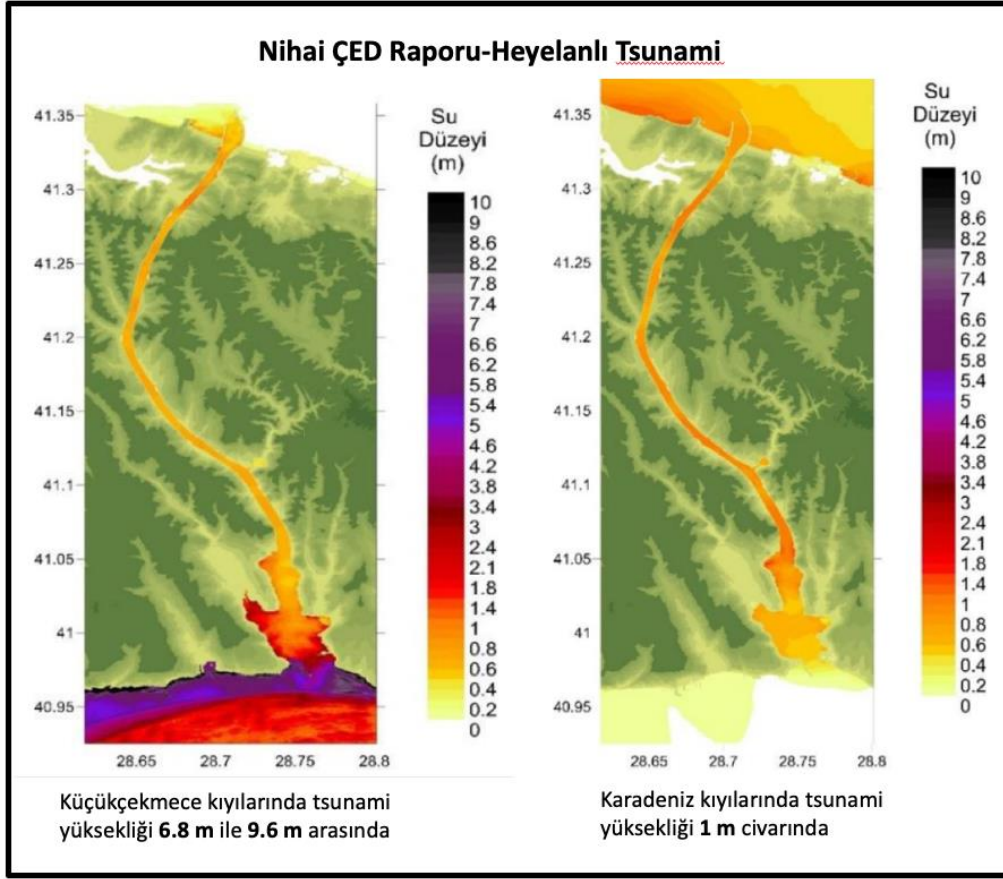
İBB'ye sunulan 2019 raporuna kıyasla daha düşük seviyede tsunami değerleri verilen Nihai ÇED raporunda dahi, Marmara Denizi ve Karadeniz için olası depremli ve heyelanlı tsunami senaryosunda kanalın her iki girişinde (koruma dalgakıranları, konteyner limanı mendireği ve römorkör limanı) önemli su düzeyi değişimleri, çalkantılar ve şiddetli akıntılar oluşacağı hesaplanmıştır (Şekil 7). Yine, Nihai ÇED raporundaki açıklamaya göre, tsunaminin kanal boyunca hareketi sırasında kanalın kıvrım yapan bölgelerinde su düzeyi değişimleri ve çalkantılar daha fazla olacak, tekneleri ve gemileri sürükleyecek ve gemilerin hem birbirine çarpmaları hem de kıyılarına çarpmalarına neden olacak düzeyde şiddetli akıntı hızları ve döngüler oluşacaktır. Nihai ÇED raporunda (EK-23, sayfa 103/113) olası depremli ve heyelanlı tsunaminin en fazla etkileyeceği yerler olarak limanlar ve kanal girişlerinde odaklanmalar olduğu,

tsunaminin kanal boyunca ilerleyebileceği belirtilmiştir. Kanal giriş yapılarında tsunami hasar görebilirliğinin yüksek olduğu, tsunaminin deniz yapılarının çevrelerinde kum sürüklenmeleri, oyulma, birikmelere olacağına ve gemilerin tabana vurmasına neden olacağına işaret edilmiştir. ÇED raporunda, Karadeniz’den gelecek tsunami nedeniyle kanalın kıvrım yapan bölgelerinde su düzeyi değişimlerinin ve çalkantıların daha fazla olacağı, tekneleri ve gemileri sürükleyecek ve gemilerin hem birbirine çarpmalarına hem de kıyılarına çarpmalarına neden olacağı belirtilmiştir.

Nihai ÇED raporunda tsunami erken uyarı sisteminin gerekliliğine vurgu yapılmakla birlikte, deprem ve tsunami durumunda (sayfa 123) “kanalın kapatılması gerektiği” ifadesi dışında başka bir önlem yoktur. Kuzey Marmara Fayı’nın Kanal İstanbul girişine 11 km ötede olması nedeniyle deprem anında kanalın kapatılması veya sayfa (14/75) de ifade edildiği gibi “deprem sonrasında bir tsunami riski söz konusu ise gemiler ivedilikle kanalı terk ederek derin denize yönlendirilecektir” uygulaması mümkün değildir. İstanbul’da kurulu bulunan Deprem Erken Uyarı Sistemi’nin 3-5 saniye önceki uyarısına kanal içerisinde ve dışında bulunan gemilerin istenilen pozisyonu alabilmeleri için yeterli zamanı yoktur.



Şekil 6. İBB tarafından 2019 yılında yaptırılan olası deprem kayıp tahminlerinin güncellenmesi ve tsunami ile ilgili raporlara göre (İBB Tsunami raporu, 2019) Küçükçekmece kıyılarında maruz kalınabilecek deprem ve deniz heyelanı kaynaklı tsunami tırmanma yüksekliği değişimleri.



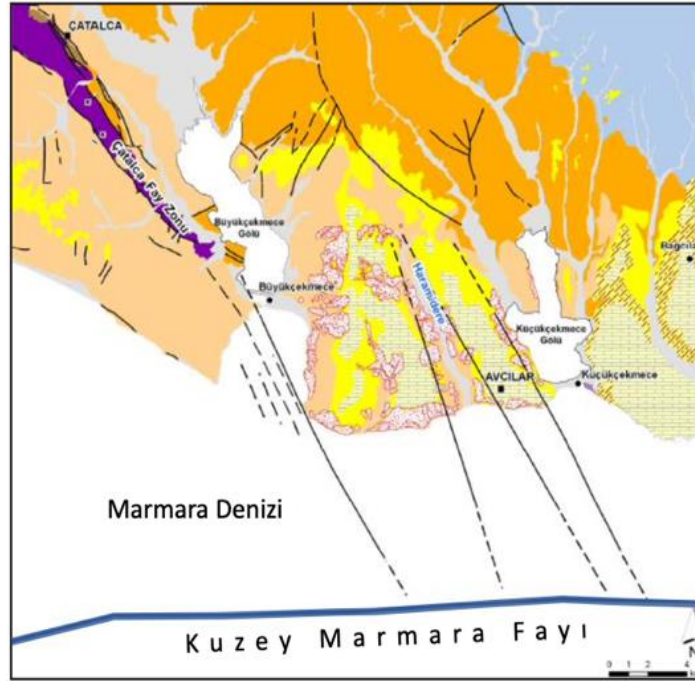
Şekil 7. Nihai ÇED raporuna göre İstanbul Kanalı'nın Küçükçekmece ve Karadeniz girişlerinde ve kanal boyunca deniz heyelanı nedeniyle oluşabilecek tsunaminin metre olarak tırmanma yükseklikleri.

Kanal güzergâhında faylar ve olası etkileri

Geçmiş yıllarda Marmara Denizi'nde yapılan deniz jeofiziği ve sismoloji çalışmalarında Kuzey Marmara Fayı'nın yapısı ve çevresindeki diğer faylarla ilişkisi konusunda ayrıntılı bilgiler edinilmiştir (Armijo vd., 2002; Le Pichon vd., 2003; Okay vd., 2000; İmren vd., 2001; Ergintav vd., 2011; Gökaşan vd., 2002; Alp, 2014; Diao vd., 2016; Özgül, 2005; Görür, 2020). Kuzey Marmara Fayı'na açılı konumlanan, ana fayla kinematik ilişkisi tartışılan ve bazıları diri oldukları savunulan, karada ve denizde uzantılarına dair belirtileri saptanan bazı ikincil (tali) faylarla ilgili yeni bulgular ortaya konulmuştur.

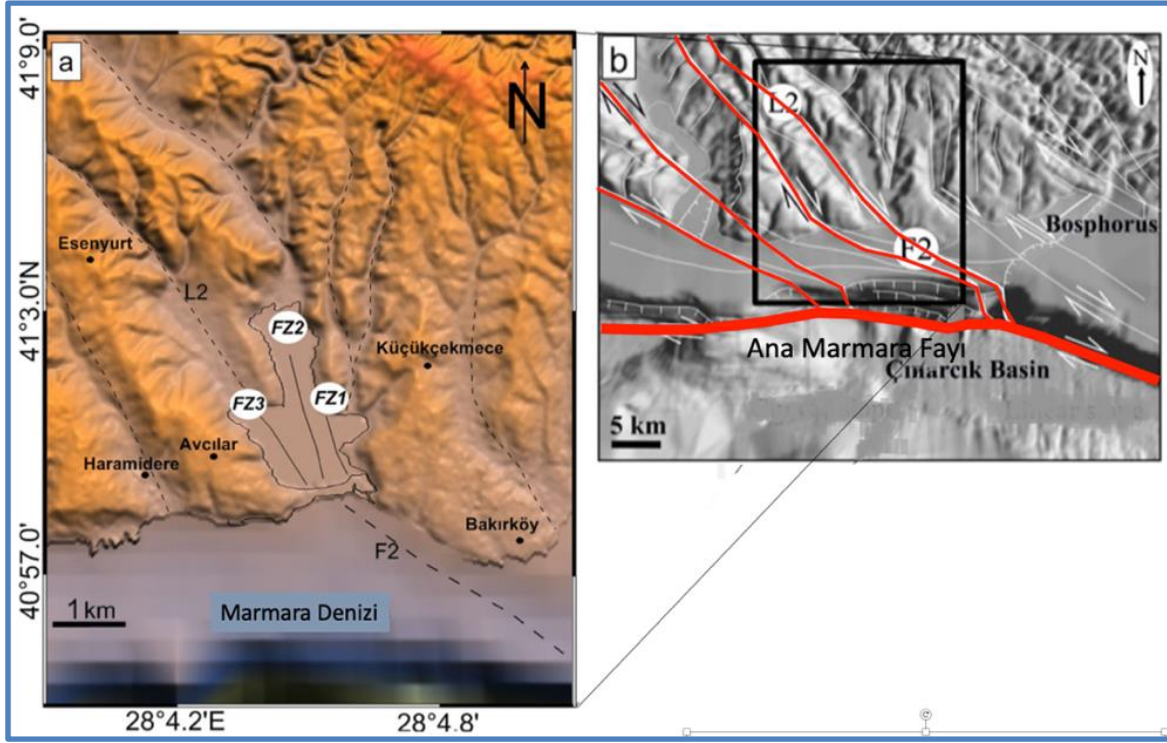
Kuzey Marmara Denizi tabanında konumlanan Kuzey Marmara Fayı üzerindeki depremler dışında İstanbul karasal il alan sınırları içerisinde oluşan hafif ve orta kuvvette depremler de İstanbul'da

hissedilmekte ve etkili olmaktadır (Eyidoğan, 2021). Büyükçekmece-Küçükçekmece göller bölgesinde ve yakınında geçmiş yıllarda yapılan jeofizik ve jeolojik araştırmalarda, yüksek eğimli tabakalar içerisinde kara yönünde bulunan fay uzantılarının (Şekil 8), heyelan riski yüksek alanlar ve karada var olduğu bilinen faylarla ilişkili olduğu belirtilmiştir (İBB, 2022b) . Bu bölgede meydana gelebilecek orta kuvvetteki depremlerin hem karadaki hem de denizdeki heyelanları harekete geçirme potansiyeli yüksektir.



Şekil 8. Çekmece gölleri havzası jeoloji ve fay yapısı. Kıyıdan 11 km uzaktan deniz tabanında uzanan Kuzey Marmara Fayı ve ona açılı olarak KKB yönünde konumlanan ikincil (tali) diri faylar (İBB, 2022 b).

Marmara Denizi'nin kuzeyinde ve Küçükçekmece Gölü tabanında yapılan deniz sismiği araştırmaları sonucunda (Alp, 2014), bir bölümü Küçükçekmece Gölü tabanında olmak üzere kuzey Marmara Denizi tabanında birçok diri fay bulunmuştur. Şekillerde görülen FZ1, FZ2 ve FZ3 olarak kodlanan faylar, sismik kesitlerin yorumuna dayanılarak yazarları tarafından diri faylar oldukları savunulmuştur. Bu fayların Kuzey Marmara Fayı ile kinematik ilişkileri olduğu ve Avrupa Yakası'na doğru, kuzeybatı doğrultusunda uzandıkları (F2, L2) gösterilmiştir (Şekil 91). Kanal güzergâhı çevresinde yer aldığı önerilen bu fay bulgularının teyidi konusunda ÇED raporlarında özel bir araştırma yapılmadığı görülmektedir.

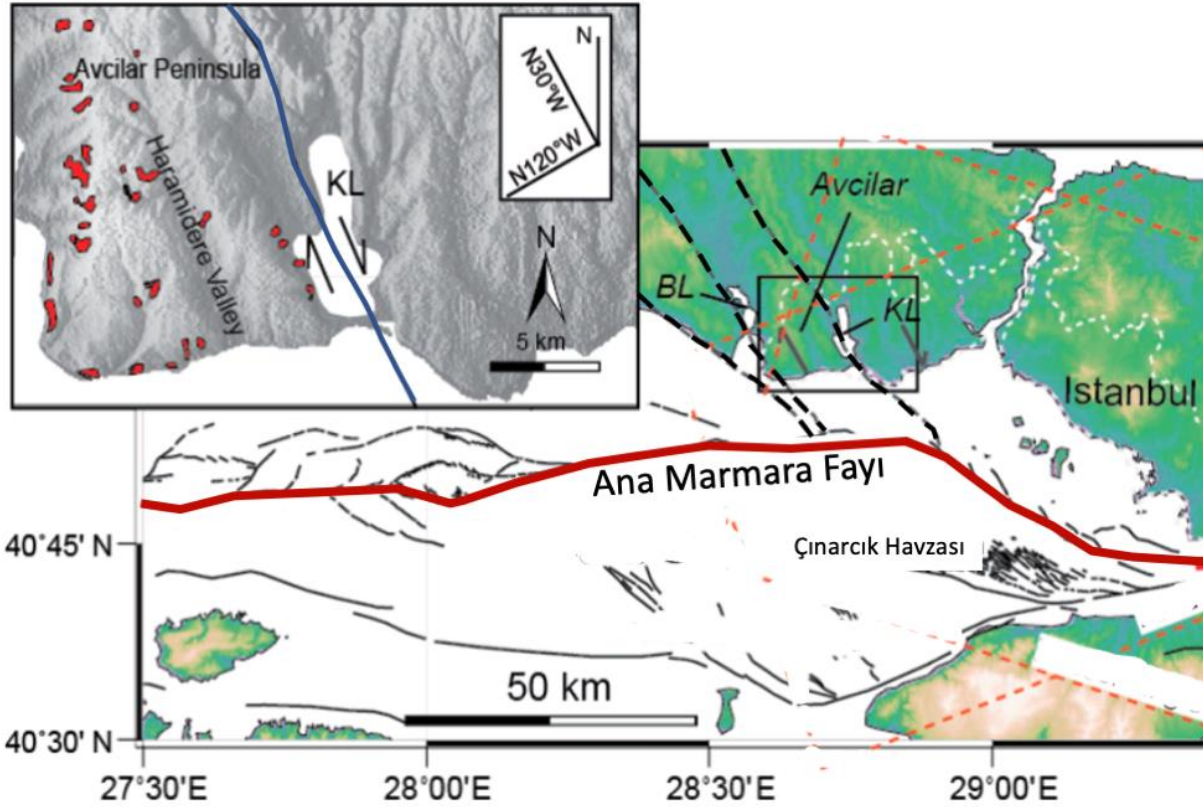


Şekil 9. Küçükçekmece gölünde yapılan sığ sismik araştırmaların sonucunda bulunan aktif fayların konumları (Alp, 2014).

2016 yılında yayınlanan bir başka uluslararası bilimsel çalışmada (Diao vd., 2016) İstanbul'un güneybatısı için 2002-2010 yılları arasındaki dönemde PS-InSAR gözlemleri değerlendirilmiştir. Jeolojik verilerinden elde edilen faylanma özelliklerine de dayanarak, Küçükçekmece ve Büyükçekmece Gölü kenarında KB-GD doğrultulu ve sağ yönlü hareket eden diri fayların varlığı gösterilmiştir. Ölçülere göre Küçükçekmece fayının üzerindeki sağ yönlü fay hareketi 1 km'den daha sığ kilitlenme derinliğinde olup hareket değeri 5 mm/yıl olarak bulunmuştur (Şekil 10).

Uluslararası hakemli dergilerde yayınlanan bu iki makale (45, 47) Nihai ÇED raporunda referans olarak gösterilmemiştir. Buna rağmen, nihai ÇED raporunun Temmuz 2018 tarihinde revize “EK-18, Jeolojik ve Jeoteknik Etütler-Jeolojik ve Jeoteknik Raporu, Revize Ön Proje Jeolojik-Hidrojeolojik ve Mühendislik Jeolojisi Raporu (Cilt-1/11)” başlıklı ekindeki sayfa 43/249'daki bir cümlede “*Bu verilere ilave olarak, Küçükçekmece Gölü bölgesinde ikincil faylar yer almaktadır. Bu fayların aktivitesi kesin olarak tespit edilebilmiş değildir. Fayların aktif olma durumu olması durumunda, araştırmalar sonucunda, bu fayların*

5,0 'in üzerinde bir büyüklükte depreme sebebiyet verebileceği ihtimali üzerinde durulmamaktadır. Bu sebeple bu bölgede yer alan faylar bu kesimde ciddi bir deprem potansiyeli oluşturmamaktadır. Bu kesimde yer alan faylarda oluşabilecek bir atımda küçük ölçekli deplasmanlar beklenebilir“ görüşü beyan edilmektedir. Bu ifadeden, ikincil fayların 5,0 büyüklüğünde bir deprem oluşturabileceği ve kanal güzergahında deplasmanlar (yer değiştirmeler) yaratabileceği kabul edilmektedir. Ancak bu deplasmanların ve maruz kalınabilecek ivmelerin değerleri konusunda bir değerlendirme yoktur. 26 Eylül 2019 tarihinde Silivri açıklarında olan 5,8 büyüklüğündeki depremin Kuzey Marmara Fayı'nın kuzeyin de ona açılı yerleşen bir ikincil fayın yarattığı düşünülürse, 5.0 büyüklüğünde bir deprem kararı acaba hangi sismolojik ve deprem mühendisliği ölçütüne göre verilmiştir? Ayrıca, Şekil (13) incelendiğine Avrupa Yakası karasal alanında büyüklüğü 3,0 ve daha fazla olan bazı depremlerin hangi faylarla ilişkili olduğu konusunda bir değerlendirme yoktur.



Şekil 10. Büyükçekmece (BL) ve Küçükçekmece (KL) gölleri havzasında Diaio vd. (2016) tarafından PS-InSAR ve GPS gözlemleri ile elde edilen KB-GD doğrultulu fay yapıları. Kuzey Marmara Fayı'ndan Küçükçekmece Gölü'ne uzanan aktif fayın yılda 5mm sağ yönlü hareketle yer değiştirdiği saptanmıştır.



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

İstanbul Şubesi

Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL

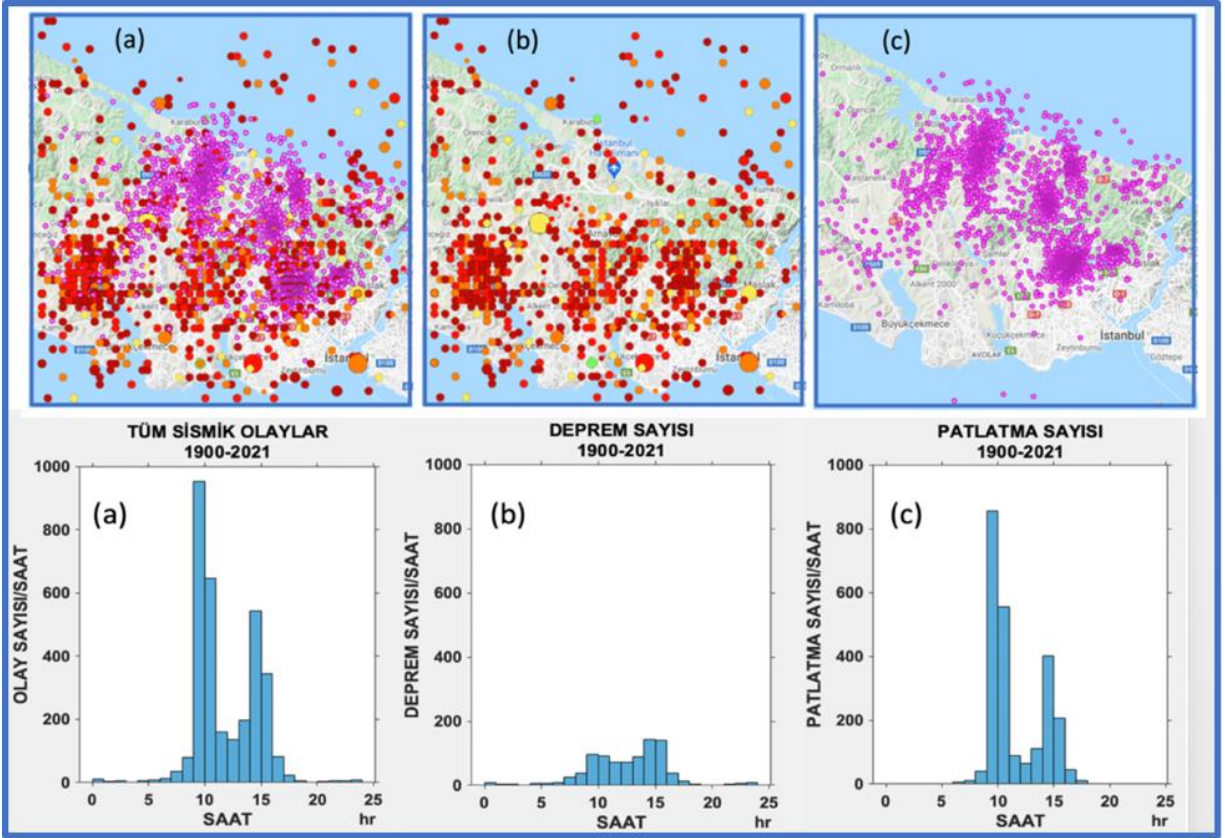
Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

Bölgede mevcut heyelanları ve yapılması planlanan kanal yapılarını etkileyebilecek bir sağ yanlı fay hareketi öngörülmüştür.

Deprem ve patlatma olaylarının mutlaka ayırt edilmesi gerekir

Deprem kayıt merkezleri, patlatmaları depremlerden ayırt etme (discrimination) amaçlı çeşitli yöntemler kullanır. Depremsiyim uzmanları sismik kayıtları çok ayrıntılı inceleyerek deprem kaydı örüntüsü ile patlatma örüntüsü ayırımını yapabilmektedirler. Ancak çok sayıda patlatma olduğunda, her bir sismik olayı tek tek ayrıntılı inceleme yapmak çok zaman alır. Akıllı yazılımlarla bu işlemi otomatik olarak yapma durumunda bir bölüm patlatma deprem olarak kayda geçebilmektedir. İstanbul özelinde yaptığımız incelemelerde çok sayıda patlatma olaylarının deprem gibi rapor edilebildiği gözlenmiştir (Eyidoğan, 2021). Dünyanın deprem etkinliği yüksek başka ülkelerinde de sorun olan bu durumun en doğrudan çözümü, yapılan patlatmaların yeri, tarihi, saati, TNT gücü ve gecikmeli patlatma olup olmadığı gibi bilgilerin mülki amirlere ve deprem merkezlerine düzenli olarak bildirilmesidir. Ancak bu sorun ülkemizde ne yazık ki çözülememiştir. Bu nedenle, AFAD ve KRDAE gibi deprem kayıt merkezlerimiz, birçok patlatmayı deprem olarak ilan edebilmektedirler.

Ocak 1907 ve Nisan 2021 tarihleri arasında, KRDAE tarafından İstanbul Avrupa yakasında büyüklüğü $M \geq 1.0$ olan 3.285 tane deprem ve patlatma kaydı değerlendirilmiş ve raporlanmıştır (Şekil 11a). KRDAE'nin veri tabanına göre Ocak 1907 ile Ekim 2017 tarihleri arasında Avrupa yakasında deprem olarak ayırımı yapılmış sismik olay sayısı 883'tür (Şekil 13b). Ocak 2005 ve Şubat 2021 tarihleri arasında aynı bölgede 2.402 adet patlatma kaydedilmiştir (Şekil 11c).



Şekil 11. 1907-2021 yılları arasında İstanbul Avrupa yakasında KRDAE tarafından rapor edilen sismik olayların alansal ve saate göre dağılımları (Eyidoğan, 2021). a) Tüm sismik olaylar. Kırmızı ve sarı renkli olaylar deprem, mor renkli olanlar patlatmalardır. Sismik olayların mesai saatlerinde artışı patlatma etkinliklerinin yoğun olduğu zaman aralığıdır. b) Deprem olarak rapor edilen olayların birikim yaptığı alanlar dikkat çekicidir ve bu sismik olayların içerisinde tam olarak ayırt edilememiş patlatmaların (saat 09:00-16:00 arasında) olduğu görülmektedir. c) Patlatma olarak rapor edilen sismik olaylar. Patlatmaların saate göre dağılımı, mesai saatlerinde çok sayıda patlatma yapıldığını, öğlen arası zamanda patlatmaların azaldığını çok açık bir biçimde göstermektedir. Sismik olayların dağılımını genel olarak incelediğimizde, bölgede var olan taş ocaklarındaki patlatmalar ve deprem etkinliklerinin karıştığı gözlenmektedir. Taş ocaklarının, otoyol ve havaalanı inşaatlarıyla ilgili olan patlatmalar en sağdaki şekilde açıkça görülmektedir. Veriler Kandilli Rasathabesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü’den (KRDAE) alınmıştır. Saatler Uluslararası Zaman Kodu (UTC) olarak verilmiştir.



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

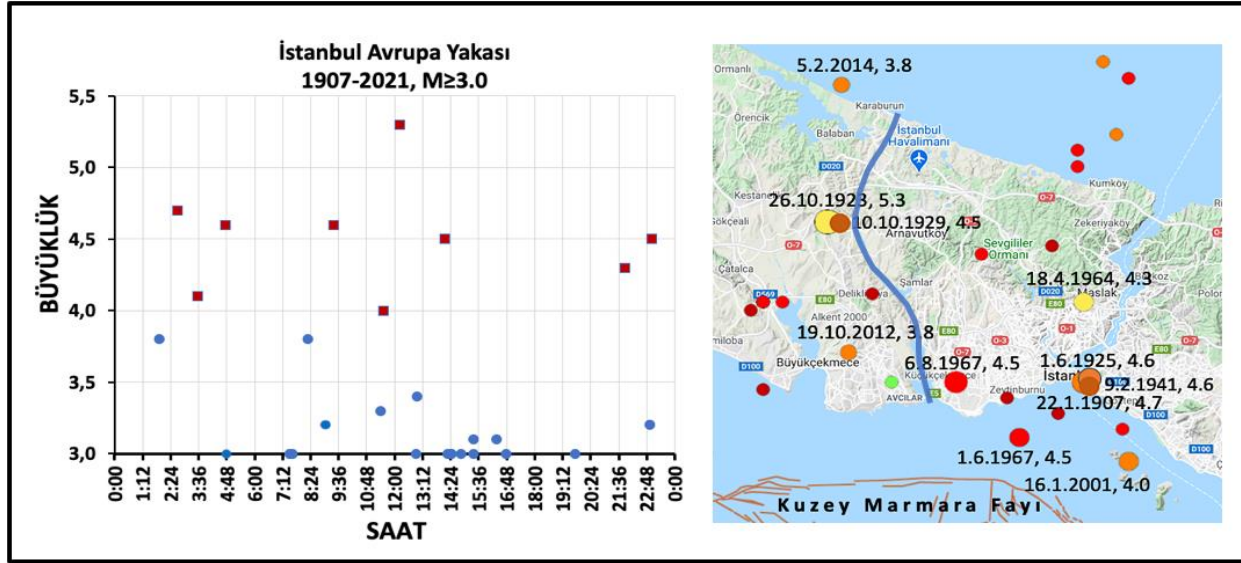
İstanbul Şubesi

Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL

Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

Yukarıda yaptığımız açıklamalardaki bulgulara dayanarak (Eyidoğan, 2021), büyüklüğü 3,0 ve daha fazla olan sismik etkinliği deprem etkinliği olarak kabul ederek haritaladık (Şekil 12). Bu sınırı 3,0 büyüklüğünün altına indirdiğimizde patlatmalar deprem gibi kataloglara sızmaktadır. Örneğin, Avrupa Yakası'nda 1907 yılından bu güne kadar KRDAE tarafından rapor edilen ve büyüklüğü 3,0 ve daha fazla olan depremleri seçtiğimizde depremlerin dışmerkez (episantr) dağılımı görülmektedir (Şekil 12). Daha küçük sismik olayların dışmerkezlerini haritaladığımızda, Şekil 11b'deki dağılım ortaya çıkmaktadır. Bu dağılıma bakarak deprem/patlatma ayrımı yapmak olanaksızdır. Bu durum, deprembilim çalışmalarında mikro-depremleri izleyerek olası aktif fay hareketlerini tanımayı engellemektedir.

Şekil 11b'de Büyükçekmece ve Küçükçekmece bölgesinde gözlenen sismik etkinliğin, deprem kayıtları üzerinde dikkatle çalışıp yeniden değerlendirilmesi ve hangilerinin deprem veya patlatma olduğunun mutlaka tanınması gerekir. Bu sorun, İstanbul karasal alanındaki aktif fay varlığının incelenmesi için gereklidir ve hem akademik hem de risk azaltma önlemleri bakımından önemlidir. Büyük çaplı maden, taş ocağı veya inşaat çalışmalarında değişik güçlerde patlatmalar ülkemizde yaygın olarak yapılmaktadır. Büyük patlatmalar çok noktada milisaniye gecikmelerle yapılırsa da, birkaç saniyede salınan toplam sismik enerji deprem istasyonları tarafından kaydedilmektedir. Örneğin ÇED raporuna göre İstanbul Kanalı hafriyatı için 4 yıl süreyle her gün bir kerede 11 tonluk ANFO (7.7 ton TNT eşdeğeridir) patlatılacağı planlanmaktadır. Bu değerde bir patlatmanın toplam sismik enerji salımı 3,8 büyüklüğünde bir deprem eşdeğeridir. Maden Mühendisleri Odası, jeolojik yapı ve sismik özellikler nedeniyle patlayıcı miktarının en az iki katı olacağını, yani 15 ton TNT civarında kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Bu miktar patlatmanın açığa çıkardığı toplam sismik enerji ise 4,0 büyüklüğünde bir depreme karşılık gelir.



Şekil 12. 1907-2021 yılları arasında İstanbul Avrupa yakasında KRDAE tarafından rapor edilen ve büyüklüğü 3,0 ve daha fazla olan sismik olayların saat bazında grafiği (sol şekil) ve o grafiğe ait dış merkez dağılımları (sağ şekil). Soldaki grafikte kırmızı renkli kareler büyüklüğü Çizelge 2’de verilen $M \geq 4,0$ olan depremlere aittir. Sağdaki şekilde mavi çizgi İstanbul Kanalı’nın konumunu gösterir.

Avrupa Yakası’nda büyüklüğü 3,0 ve daha fazla olan depremlerin değerlendirilmesi

Çeşitli yayınlarda ve deprem merkezleri tarafından Avrupa yakasında kara alanında büyüklüğü 4,0 ve daha fazla olan 5 adet deprem, büyüklüğü 3,0-3,9 arasında 9 deprem rapor edilmiştir (Tablo 2). Bu depremlerin içerisinde en ilgi çekici ve önemli olan deprem 26 Ekim 1923 tarihinde 5,3 büyüklüğünde olduğu rapor edilen depremdir (Şekil 14). Deprem İstanbul Kanalı güzergâhındadır. Bu depremin büyüklüğü ve konumu nedeniyle bölgedeki fay araştırmaları, mikro-deprem incelemeleri için özel araştırmalar yapılması gerekir. Bu deprem hem deprem tehlikesi ve hem de olası deprem riskleri açısından mutlaka değerlendirilmelidir. İncelediğimiz bu alanda büyüklüğü 3,0 ve daha fazla olan bu depremlerin özgün kayıtlarına ulaşip bunların yeniden incelenmesi ve sismolojik değişkenlerinin (konumu, derinliği, büyüklüğü) hesaplanması ve yorumlanması gerekir.



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

İstanbul Şubesi

Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL

Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

Kanal güzergâhı boyunca yapılan jeolojik ve jeofizik araştırmalarda bulunan yeni fayların özellikleri nedir?

45 km uzunluğundaki İstanbul Kanal projesi için öngörülen güzergâh boyunca çeşitli noktalarda yapılan son yıllarda yapılan bazı jeolojik, jeofizik, jeoteknik ve jeodezik araştırmalarda aktif faylara dair bulgular elde edilmiştir (Şekil 13). Ancak Nihai ÇED raporunun EK-18 nolu ekinde şöyle bir ifade var; “*Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü’nün (MTA) 2012 yılında yeniden yayınladığı Türkiye Diri Fay Haritaları kapsamında bu bölge dâhilinde haritalanmış herhangi bir diri fay bulunmamaktadır*”.

İstanbul Avrupa yakasında 1907-2021 yılları arasında rapor edilmiş tüm sismik olayların (patlatma+deprem) zaman, mekân ve büyüklük dağılımlarının çeşitli grafikler kullanılarak değerlendirilmesi sonucu büyüklüğü 3,0 ve 2,5 olan olayların deprem/patlatma kararı için bir sınır değeri olabileceği düşünülmektedir. Her iki büyüklük değerleri için elde edilen grafik ve haritalar değerlendirildiğinde, büyüklüğü 2,5-2,9 arasında olan olayların mesai saatlerinde daha fazla yığılma yaptığı gözleniyor. Bu durumdan hareketle, büyüklüğü 3,0 ve daha fazla olan sismik olayların deprem olarak kayda geçirilmesinin daha sağlıklı bir depremsellik bilgisi elde edilmesini sağlayacağı sonucuna varıyoruz. Ancak, böyle bir kıstas ne yazık ki Avrupa yakasında büyüklüğü 3,0’dan küçük olan depremleri yok sayma riskini de beraberinde getirmektedir.



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI İstanbul Şubesi

Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL

Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

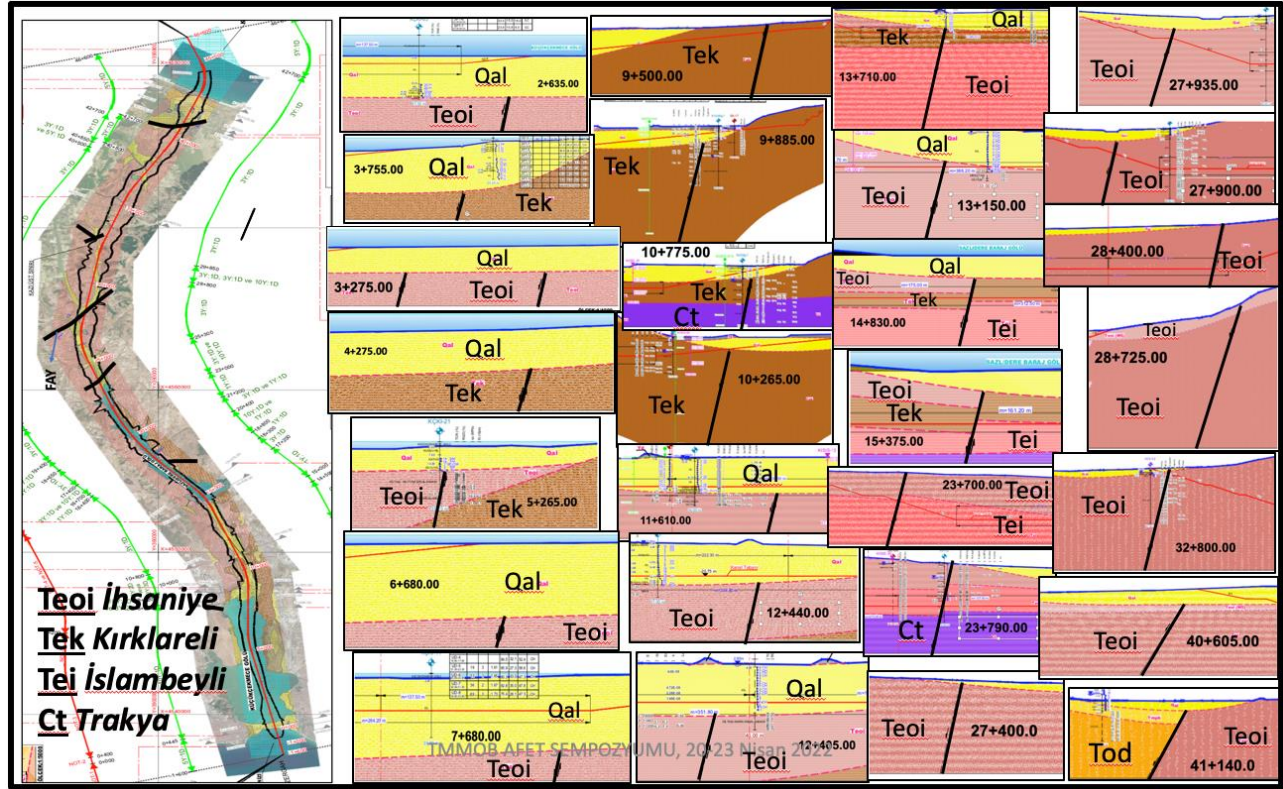
Çizelge 2. Avrupa yakası ve yakın çevresinde 1907-2021 tarihleri arasında olmuş ve büyüklüğü 4,0 ve daha fazla olan depremlerin (Şekil 14) farklı kaynaklardan elde edilen sismolojik değişkenlerinin karşılaştırılması. D: deprem iç merkez derinliği, xM, Md, M_L, Mw, Ms, Mb farklı ölçeklerdeki deprem büyüklüğüdür.

Olay Kodu	Tarih (gün.ay.yıl)	Oluş Zamanı (UTC)	Enlem (derece)	Boylam (derece)	D (km)	x M	Md	M L	Mw	Ms	Mb	Kaynak
3285	22.01.1907	02:41:00	41,0	29,0	12	4,7	4,6	4,6	4,7	4,5	4,6	(1)
263		02:38	41,5	28,5	10					4,8		(2)
264		02:41	41,0	29,0	12					4,5		(3)
3284	26.10.1923	12:13:16	41,2	28,6	24	5,3	5,0	4,9	5,3	5,0	5,0	(1)
639		12:13	41,2	28,6	24					5,0		(3)
3283	10.06.1925	04:45:00	41,0	29,0	8	4,6	4,5	4,5	4,6	4,4	4,6	(1)
690		04:45	41,0	29,0	8					4,4		(4)
908340	10.10.1929	23:01:06	41.2	28.6	---	4.5						(5)
900653	09.02.1941	09:23:15	41.0	29.0	---	4.6						(5)
3282	18.04.1964	21:52:54	41,1	29,0	33	4,3	4,1	4,1	4,3	3,9	4,2	(1)
1910		21:52	41,1	29,0	33						4,2	(6)
2311	01.06.1967	11:31	40,93	28,90	10					4,0		(6, 3)
3281	06.08.1967	14:09:33	41,0	28,8	10	4,5	4,4	4,4	4,5	4,3	4,4	(1)
2387		14:09:33	41,00	28,80	10						4,3	(6)
9038	16.01.2001	03:33	40,90	29,07	13						4,1	(6, 7)
243090		03:33	40,94	29,08	11		4,1					(4)
2039710		03:33:02	40,916	29,097	10			4,0				3,8

(1) KRDAE, 2022; (2) Ambraseys ve Finkel, 1987; (3) Ayhan vd., 1981; (4) AFAD, 2022; (5) ISS; (6) ISC, 2022; (7) Kalafat vd., 2011; (8) USGS, 2022

Kanal güzergâhı boyunca karada yapılan çok sayıda jeolojik, jeofizik ve jeoteknik incelemeler sonucunda yeraltı jeolojik yapısı ve zemin sınıfı belirlenmiş ve çalışmalar sırasında Kuvaterner yaşlı alüvyon tabakanın hemen altında İhsaniye, Kırklareli ve İslambeyli formasyonlarını kesen birçok fay bulunmuştur. Nihai ÇED raporunun ilgili eklerinde verilen jeolojik-jeofizik kesitlerin 28 tanesinde bu faylar

gösterilmiştir (Şekil 13). ÇED raporunda bu fayların türü, yaşı ve alandaki tektonik hareketlerle bir bağlantısı kurulmamış, değerlendirme yapılmamıştır. Bu fayların hareket özelliklerinin ve diri fay olma potansiyellerinin araştırılması ve yorumlanması gerekirken, yalnızca ilgili şekiller üzerinde gösterilmekle yetinilmiştir. Daha önce yapılan jeolojik çalışmalarda tartışılan karasal fay olasılıkları ÇED raporu çalışmalarında bulunan faylar göz önüne alınarak değerlendirilmemiştir. Topoğrafyanın değişeceği, çevre ve yeraltı suyu dengelerinin bozulacağı, 6 milyar tona yakın hafriyatın kaldırılacağı İstanbul Kanalı ve çevresindeki alanda oluşacak gerilme alanı ve yeraltı gözenek basıncı değişimlerinin yüzeyde veya gömülü olarak tespit edilen bu faylardaki olası etkileri açısından Nihai ÇED raporunda herhangi bir bilimsel değerlendirme yapılmamıştır.



Şekil 13. 45 km uzunluğundaki Kanal İstanbul güzergâhında jeolojik, jeofizik ve jeoteknik etüdlerde saptanan 28 adet yeraltı yapısı kesitinde tespit edilen fayların konumları. Faylar tarafından kesilen jeolojik tabakalar: Qal Alüvyon, Teoi İhsaniye formasyonu, Tek Kırklareli formasyonu ve Tei İslambeyli formasyonudur.



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

İstanbul Şubesi

Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL

Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

İstanbul Kanalı için projelendirilmeyen yapılar ve deprem riskleri

Yaklaşık yöntemlerle yapılan deprem analizleri sonucunda ana kanal yapısının öngörülen performans hedefini sağlamadığı ve yüksek deprem riskine maruz olduğu anlaşılmaktadır (Aydınoğlu vd., 2020; Aslan vd., 2018). Geçiş yapılarının tümü, özellikle geçiş köprüleri deprem davranışı bakımından aşırı iddialı, devasa mühendislik yapılarıdır. Büyük açıklıklı 6 köprüden 5 tanesinin 220 m'ye kadar varan kulelerinin temelleri, sıvılaşma alanlarındaki alüvyon zeminlerin içinde yapılacaktır. Bu temellerin nasıl yapılacağı konusunda ÇED Raporu'nda elle tutulur çözüm önerileri ve kaç mal olacaklarına ilişkin gerçekçi tahminler mevcut değildir. İstanbul Kanalı için yapılacak 6 adet köprünün deprem sırasında temel sistemlerinin şev kararlılığının bozulması ve sıvılaşma durumunda performanslarının ne olacağı ve diğer konularda değerlendirmelerde çelişkiler olduğu anlaşılmaktadır (Aydınoğlu vd., 2020; Aslan vd., 2018). Köprülerin olumsuz koşullarının depreme dayanıklılık sağlanması için maliyetlerinin ne olacağı bilinmemektedir. İstanbul Kanalı, İstanbul'un nüfus ve yapı yoğunluğunu arttırarak, başta deprem kayıpları olmak üzere yaratacağı çoklu tehlikeler nedeniyle deprem kökenli kayıpların da artmasına neden olacaktır.



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

İstanbul Şubesi

Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL

Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

SONUÇLAR

Marmara Denizi ve Karadeniz’de İstanbul Kanalı’nı ve çevresinde yapılacak her türlü bina ve geçiş yapılarını kuvvetle etkileyecek önemli deprem ve tsunami kaynakları bulunmaktadır. Kanalın Marmara Deniz’i girişi Kuzey Marmara Fayı’na 11 km uzaktadır. Kanalın Küçükçekmece Gölü-Sazlıdere Barajı arası güzergah heyelan ve sıvılaşma potansiyeli en yüksek bölgedir.

Kanalı etkileyecek maksimum Emniyet Esaslı Deprem Düzeyi (maksimum yatay ivme) için nihai ÇED raporu (2019), yeni Türkiye Deprem Tehlike Haritası (2018) ve DLH (2008) Teknik Yönetmeliğindeki değerler 0.773 g ile 1.20 g arasında değişmektedir. Çekmece Göller bölgesi ve kuzeyindeki alanların kendine özgü derin jeolojik, jeofizik ve jeoteknik yapısı gereği yüksek zemin büyütmesi özellikleri daha önce resmi olarak raporlanmış olmasına rağmen İstanbul Kanalı’nın bu aşırı zemin büyütmesi olasılığı Nihai ÇED raporunda değerlendirilmemiştir. Bu durum ile ilgili ayrıntılı araştırmalar yapılmalı ve sahaya özgü tasarım spektrumları geliştirilmelidir.

Nihai ÇED raporunda deprem ve deniz heyelanı kaynaklı tsunami tehlikesine yönelik etütlere göre deprem kaynaklı tsunamide kanalın Küçükçekmece Gölü girişinde tsunami yüksekliği 2,5-3,5 m arasında değişecek, heyelanlı tsunamide ise tsunami yüksekliği 6,8-9,6 m, akıntı hızı 5,9 m/s olabilecektir. Aynı araştırma ekibi tarafından 2018’de İBB’ye teslim edilen İstanbul Deprem Hasarları Raporu’nda kullanılan depremler ve heyelanlı tsunami modelleri farklıdır ve o raporda daha yüksek tsunami dalgaları rapor edilmesine rağmen İstanbul Kanalı nihai ÇED raporu için o modeller nedense kullanılmamış ve bu seçimin nedeni raporda açıklanmamıştır.

1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’nin 1.1.9 maddesinde özel mühendislik yapıları için ayrıca yapılması gereği ifade edilen ‘kendi özel yönetmeliği’ yapılmamış, buna rağmen İstanbul Kanalı Nihai ÇED raporu olumlu onayı almıştır. Bu durum ihale ve uygulama aşamalarında teknik ve hukuki sorunlar oluşturacaktır.

Kuzey Marmara Fayı’nın kuzeye ayrılan tali fayları Küçükçekmece Gölü ve civarında KKB doğrultusunda karaya yönelmektedir. Küçükçekmece Gölü’nde KKB-GGD doğrultulu ve sağ yönlü hareket eden bir diri fayın varlığı tespit edilmiştir. Ölçülere göre fayın üzerindeki sağ yönlü fay hareketi



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

İstanbul Şubesi

Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL

Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

değeri 5 mm/yıl olarak bulunmuştur. Konuyla ilgili uluslararası hakemli dergilerde yayınlanan bu makaleler Nihai ÇED raporunda kaynak olarak gösterilmemiş ve değerlendirmeye alınmamıştır.

Kanal güzergâhı boyunca yapılan jeofizik-jeolojik-jeoteknik araştırmalarda 28 tane yeraltı kesitinde çeşitli faylar bulunmuştur. Ancak raporda bu fayların türü, yaşı ve tektonik hareketlerle bağlantısı kurulmamış ve yorumu yapılmamıştır. Bu fayların değerlendirilip, hareket özelliklerinin ve diri fay potansiyellerinin araştırılması gerekir.

Nihai ÇED raporunda deprem ve tsunami durumunda (sayfa 123) “*kanal kapatılması gerektiği*” ifadesi dışında başka bir önlem yoktur. Kuzey Marmara Fayı’nın İstanbul Kanalı girişine 11 km ötede olması nedeniyle ‘*deprem sonrasında bir tsunami riski söz konusu ise gemiler ivedilikle kanalı terk ederek derin denize yönlendirilecektir*’ uygulaması mümkün değildir. İstanbul’da kurulu bulunan ‘*Deprem Erken Uyarı Sistemi*’ tarafından 3-5 saniye önce yapılacak uyarıya kanal içerisinde ve dışında bulunan gemilerin istenilen pozisyonu ve önlemleri almak için yeterli zamanı yoktur.

Kanal için kazı aşamasında öngörülen 4 yıllık sürede 16 milyon kg ANFO patlatılacaktır (Maden Mühendisleri Odası bu miktarın daha fazla olacağını belirtiyor). 4 yıl boyunca her gün yapılacak 11 tonluk (7.7 ton TNT eşdeğeri) patlatmayla 3,8 büyüklüğünde bir depreme eşdeğer sismik enerjisi çevreye salınacaktır. Bu değerde salınan sismik enerjinin yer altındaki çatlaklara, kırıklara, faylara ve yeraltı suyuna etkileri yanı sıra, gözenek basıncı değişimlerine ve yapacağı gerilim ve gerinim değişimlerine dair bir değerlendirme yoktur.

Kanalı geçmesi için planlanan geçiş yapılarının ve özellikle aşırı iddialı ve büyük açıklıklı 6 köprüden 5 tanesinin 220 m’ye kadar varan kulelerinin temelleri, sıvılaşma alanlarındaki alüvyon zeminlerin içinde yapılacaktır. Bu temellerin nasıl yapılacağı ve deprem sırasında temel sistemlerinin şev kararlılığının bozulması ve sıvılaşma durumunda performanslarının ne olacağı konusunda tatmin edici çözüm önerilerine ilişkin gerçekçi açıklamalar yapılmamıştır.

İstanbul Kanalı ve çevresindeki diğer projeler etkisiyle ortaya çıkacağı anlaşılan yeni yerleşim alanlarıyla birlikte nüfus ve bina yoğunluğu çok artacak ve buna bağlı olarak olası bir depremin neden olacağı can ve mal kaybı riski de artacaktır. Bu tür deprem tehlikeli bölgelerde amaç yapı ve nüfus yoğunluğunu artırmak değil azaltmak olmalıdır.



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI **İstanbul Şubesi**

Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL
Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

2019 tarihli Nihai ÇED raporuna göre İstanbul Kanalı inşaatı için harcanacak çok yüksek parasal kaynaklar İstanbul ve çevresinin deprem kayıp risklerini azaltmak için kullanılmalıdır. Ekonomideki olumsuz gelişmeler nedeniyle bu maliyetin çok daha büyük olacağı anlaşılmaktadır. 2019 yılına kıyasla yabancı kurlardaki artış nedeniyle yalnız kanal maliyeti, 2023 Mayıs ayı itibariyle ortalama 265 milyar TL'dir.

Büyük can ve mal kayıplarına neden olacak deprem riskleri başta olmak üzere tüm olası doğal ve insan kaynaklı risklerin azaltılması için bekleyen Kadim İstanbul'un önceliği, Avrupa Yakası'nı ortadan yaracak ve mevcut risklere ek riskler getirecek İstanbul Kanalı değil, afet güvenli ve yaşanabilir bir İstanbul oluşturmaktır.



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

İstanbul Şubesi

Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL

Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

KAYNAKLAR

AFAD, (2018a). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, <https://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.24468&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=T%C3%BCrkiye%20Bina%20Deprem%20Y%C3%B6netmeli%C4%9Fi>

AFAD, (2018b). Türkiye Deprem Tehlike Haritası, Ulusal Deprem Araştırma Programı, Türkiye Sismik Tehlike Haritasının Güncellenmesi (UDAP – Ç – 13-06), 51 Sayfa.

AFAD DAD, (2022). <https://deprem.afad.gov.tr>

Alp, H., (2014). Evidence for active faults in Küçükçekmece Lagoon (Marmara Sea, Turkey), inferred from high-resolution seismic data, *Geo-Marine Letters*, V:34, 447–455.

Alsan, E., Tezuçan, L. ve Bath, M., (1975). An Earthquake Catalogue for Turkey for the Interval 1913-1970, Report Kandilli Observatory, İstanbul and Uppsala Univ., Sweden.

Altınok, Y., Alpar B. ve Özer N., (2011). Revision of the tsunami catalogue affecting Turkish coasts and surrounding regions, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11.2: 273.

Ambraseys, N. N., (2002). The seismic activity of the Marmara Sea region over the last 2000 years, *Bulletin of Seismology Society of America*, 92, 1-18.

Ambraseys, N.N. ve Finkel, C., (1987). The Saros-Marmara earthquake of 9 August 1912, *Journal of Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 15, 189-211.

Ambraseys, N.N ve Finkel, C., (1995). *The seismicity of Turkey and adjacent areas, A historical Review*, 1500-1800, Eren Yayıncılık, İstanbul. 240 sayfa.

Arkitera, (2009). İstanbul'un anayasasında sanayiye artık geçit yok, <https://v3.arkitera.com/h43705-istanbulun-anayasasinda-sanayiye-artik-gecit-yok.html>

Armijo, R., Meyer, B., Navarro, S., King, G. ve Barka, B., (2002), Asymmetric slip partitioning in the Sea of Marmara pull-apart: A clue to propagation processes of the North Anatolian fault?, *Terra Nova*, 14, 80–86.

ASCE 7-10, (2010). https://www.waterboards.ca.gov/waterrights/water_issues/programs/bay_delta/california_waterfix/exhibits/docs/dd_jardins/DDJ-148%20ASCE%207-10.pdf

Aslan, G., Çakır, Z., Ergintav, S., Lasserre, C. ve Renard, F., (2018). Analysis of secular ground motions in İstanbul from a long-term InSAR time-series (1992–2017), *Remote Sensing*, 10, 408, 1-18.

Aydınoglu, N. M., Karadoğan, H. F. ve Ansal, A., (2020). *Deprem Mühendisliği açısından Kanal İstanbul ve kanala bağlantılı yapılara ilişkin sorunlar*, Kanal İstanbul-Çok Disiplinli Bilimsel Değerlendirme, Editörler: Orhon, D., Sözen, S. Ve Görür, N., 82-103.



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

İstanbul Şubesi

Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL

Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

Ayhan, E., Alsan, E., Sancaklı, N. ve Üçer, S.B., (1987). *Türkiye ve Dolayları Deprem Kataloğu 1881-1980*, B.Ü. Kandilli Rasathanesi Gök ve Yer Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi, İstanbul.

BBC News, (2021). Turkey detains admirals who criticised giant Istanbul canal, <https://www.bbc.com/news/world-europe-56640495>

Bulut, A., (2021). ABD'nin hedefi ve Montrö kumpası!, *Yeniçağ Gazetesi*, 6 Nisan 2021, <https://www.yenicaggazetesi.com.tr/abdnin-hedefi-ve-montro-kumpasi-445418h.htm>

Diao, F., Walter, T.R., Solaro, G., Wang, R., Bonano, M., Manzo, M., Ergintav, S., Zheng, Y., Xiong, X. ve Lanari, R., (2016). Fault locking near Istanbul: indication of earthquake potential from InSAR and GPS observations, *Geophysical Journal International*, 205, 490–498.

DLH, (2008). *Kıyı ve Liman Yapıları, Demiryolları, Hava Meydanları İnşaatlarına İlişkin Deprem Teknik Yönetmeliği*, Yayın tarihi: 18.08.2007, Resmî Gazete No.:26617 Değişiklik: 26.12.2008, Resmî Gazete No:27092.

Emlak Kulisi, (2018a). Katar'da Kanal İstanbul rüzgarı esti! <https://emlakkulisi.com/katarda-kanal-istanbul-ruzgari-esti/560063>

Emlak Kulisi, (2018b). Emlak Konut Katar'a çıkarma yaptı! <https://emlakkulisi.com/emlak-konut-katara-cikarma-yapti/560154>

Ergin, M., Özalaybey, S. Aktar, M. ve Yalçın, M.N., (2004). Site amplification at Avcılar, İstanbul. *Tectonophysics*, 391, 335–346.

Ergintav, S., Demirbağ, E., Ediger, V., Saatçılar, R., İnan, S., Cankurtyaran, A., Dikbaş, A. ve Baş, M., (2011). Structural framework of onshore and offshore Avcılar, İstanbul under the influence of the North Anatolian Fault, *Geophysical Journal International*, 1-13.

Euronews, (2011). Erdoğan'ın çılgın projesi: Kanal İstanbul, <https://www.youtube.com/watch?v=c2hoNqQj-iM>

Eyidoğan, H., (2013a) https://www5.tbmm.gov.tr/develop/owa/yazili_soru_sd.onerge_bilgileri?kanunlar_sira_no=121637

Eyidoğan, H., (2013b). https://www5.tbmm.gov.tr/develop/owa/yazili_soru_sd.onerge_bilgileri?kanunlar_sira_no=137010

Eyidoğan, H., (2020). On beş yıldır bitmeyen bir kentsel dönüşümün hikâyesi: Fikirtepe, *T24 Gazetesi*, <https://t24.com.tr/yazarlar/haluk-eyidogan/on-bes-yildir-bitmeyen-bir-kentsel-donusumun-hikayesi-fikirtepe,30099>



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

İstanbul Şubesi

Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL
Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

Eyidoğan, H., (2021). İstanbul Avrupa yakasında deprem ve patlatma etkinliğindeki karışıklığın incelenmesi. *Bilim ve Gelecek*, 205, 57-61.

Göktaşan, E., Gazioğlu, C., Alpar B., Yücel, Z.Y., Ersoy, Ş., Gündoğdu, O., Yaltırak, C. ve Tok, B., (2002). Evidence of NW extension of the North Anatolian Fault Zone in the Marmara Sea: a new interpretation of the Marmara Sea (İzmit) earthquake on 17 August 1999, *Geo-Marine Letters*, 21: 183-199.

Görür, N., (2020). *Deprem gözetildiğinde Kanal İstanbul yapılmamalıdır, Kanal İstanbul-Çok Disiplinli Bilimsel Değerlendirme*, Editörler: Orhon, D., Sözen, S. ve Görür, N., İBB Yayınları, 106-119.

Güller, M. A., (2019). Kanal İstanbul: NATO'ya Karadeniz yolu, Cumhuriyet Gazetesi, 16 Aralık 2019. <https://www.cumhuriyet.com.tr/yazarlar/mehmet-ali-guller/kanal-istanbul-natoya-karadeniz-yolu-1708425>

İmren, C., Le Pichon, X., Rangin, C., Demirbağ, E., Ecevitoglu, B., Görür, N., (2001). The North Anatolian Fault within the Sea of Marmara: a new interpretation based on multi-channel seismic and multi-beam bathymetry data, *Earth and Planetary Science Letters*, 186 (2), 143–158.

ISC, (2022). <http://www.isc.ac.uk>

İBB Tsunami Raporu., (2019). <https://depremezmin.ibb.istanbul/calismalarimiz/tamamlanmis-calismalar/istanbul-ili-marmara-kiyilarinda-tsunami-kaynakli-risk-arastirmasi/>

İBB, (2003). İstanbul Deprem Master Planı, 2003. <https://depremezmin.ibb.istanbul/calismalarimiz/tamamlanmis-calismalar/istanbul-deprem-master-plan/>

İBB, (2009a). İstanbul Mikrobölgeleme Projesi Avrupa Yakası, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü.

İBB, (2009b) İstanbul Çevre Düzeni Planı, <https://sehirplanlama.ibb.istanbul/arsiv/>

İBB, (2020). Kanal İstanbul Çalıştayı, <https://sehirplanlama.ibb.istanbul/wp-content/uploads/2020/06/Kanal-istanbul-calistay-Raporu.pdf>

İBB, (2022a). Kanal İstanbul Kamu Bilgilendirme Platformu, <https://kanal.istanbul>

İBB, (2022b) <https://depremezmin.ibb.istanbul/guncelcalismalarimiz/>

İBB, 2019. İstanbul İli Olası Deprem Kayıp Tahminlerinin Güncellenmesi Projesi, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Deprem Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 305 sayfa.

Kalafat, D., Güneş, Y., Kekovalı, K., Kara, M., Deniz, P. ve Yılmaz, M., (2011). *Bütünleştirilmiş Homojen Türkiye Deprem Kataloğu (1900-2010; $M \geq 4.0$)*, Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü.



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

İstanbul Şubesi

Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL

Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

Kanal İstanbul Nihai ÇED Raporu, (2019). *Kanal İstanbul Projesi (Kıyı Yapıları [Yat Limanları, Konteyner Limanları ve Lojistik Merkezler], Denizden Alan Kazanımı, Dip Taraması ve Beton Santralleri Dahil)*, Çınar Mühendislik, Ocak 2019. <https://www.kanalistanbul.gov.tr/images/uploads/icerik/KANALISTANBULNIHAICEDRAPORU.pdf>

KRDAE, (2022). <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/>

Le Pichon, X., Chamot-Rooke, N., Rangin, C. ve Şengör A. M. C., (2003). The North Anatolian Fault in the Sea of Marmara, *Journal of Geophysical Research*, 108(B4), 2179.

Murru, M., Akinci, A., Falcone, G., Pucci, S., Console, R. ve Parsons, T., (2016), $M \geq 7$ earthquake rupture forecast and time- dependent probability for the sea of Marmara region, Turkey, *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 121, doi:10.1002/ 2015JB012595.

Mülga Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, (1998). Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik.

Mülga Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, (2007). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik.

NEHRP, (2020). Recommended Seismic Provisions for New Buildings and Other Structures Volume I: Part 1 Provisions, Part 2 Commentary *FEMA P-2082-1/ September 2020* https://www.fema.gov/sites/default/files/2020-10/fema_2020-nehrp-provisions_part-1-and-part-2.pdf

Okay, A.I., Kaşlılar-Özcan, A., İmren, C., Boztepe-Güney, A., Demirbağ, E. ve Kuşçu, İ., (2000). Active faults and evolving strike-slip basins in the Marmara Sea, northwest Turkey: a multichannel seismic reflection study, *Tectonophysics*, 321 (2), 189–218.

Özel, O., Cranswick, E., Meremonte, M., Erdik, M. ve Şafak, E., (2002). Site effect in Avcılar, West of İstanbul, Turkey, from strong- and weak-motion data, *Bulletin of Seismology Society of America*, 92, 499-508.

Özeren, M.S., Çağatay, M.N., Postacıoğlu, N., Şengör, A. M. C., Görür, N. ve Eriş, K., (2010). Mathematical modelling of a potential tsunami associated with a late glacial submarine landslide in the Sea of Marmara. *Geo-Marine Letters*, 30: 523-539.

Özgül, N, (2005). *İstanbul İl Alanının Genel Jeoloji Özellikleri*, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Planlama ve İmar Daire Başkanlığı, 78 sayfa. https://scholar.google.com.tr/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=D27dckQAAAAJ&sortby=pubdate&alert_preview_top_rm=2&citation_for_view=D27dckQAAAAJ:TQgYirikUcIC

Parsons, T., 2004. Recalculated probability of $M \geq 7$ earthquakes beneath the Sea of Marmara, Turkey, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 109, 1-2.

Resmi Gazete, (2012a).



TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

İstanbul Şubesi

Ergenekon Mahallesi Halaskargazi Caddesi Gül Han No: 33 Kat 5 Harbiye 34373 Şişli/İSTANBUL

Tel.: 0 (212) 219 63 40 – 0 (212) 219 63 41 GSM:0533 726 67 34 Faks: 0 (212) 219 63 68 E-posta: jfmoistanbul@jeofizik.org.tr

<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=6306&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>
Resmi Gazete, (2012b). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/09/20120908-18.htm>

Tezcan, S. S., Kaya, E., Bal, İ. E., Özdemir, Z., (2002). Seismic amplification at Avcılar, İstanbul, *Engineering Structures*, 24, 661-667.

Tüfekçi S. A., (2012). Kanal'a kilit şart, Arkitera, <https://www.arkitera.com/haber/kanala-kilit-sart/>

Tütüncü, A. N., (2017). Montrö Sözleşmesi ve Kanal İstanbul, *Milletlerarası Hukuk ve Milletlerarası Özel Hukuk Bülteni*, Yıl 37, Sayı 1, 113-123.
<https://cdn.istanbul.edu.tr/file/1CD58DF90A/EEEA023A5FF8450BB2BA2FEE1C3A8EB2?doi>

USGS, (2022). <https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards/earthquakes>