



Kanal İstanbul Depremi tetikler mi? Konunun uzmanları bu soru sorulduğunda şaşırırlar çünkü 20- 25 metrelik bir su kütlesinin veya kanal İstanbul'un hafriyatı esnasında açılacak 10 m lik sığ sondajlarda yapılacak patlatmaların kilometrelerce uzaklıkta ve derinlikteki fayı tetiklemesi mümkün değildir. Yapılacak patlatmaların değil fayı tetiklemesi, büyük çapta toz emisyonu oluşarak havayı kirletmesine dahi yönetmelikler izin vermemektedir.

Bu konunun İstanbul gibi bir büyük şehrin Belediye Başkanı tarafından dile getirilmesi üzücüdür. Bu tür konuları açıklamadan önce mutlaka gerçek uzmanlara danışmasını öneririz.

Kanal İstanbul Projesi her ne kadar aktif bir fay zone üzerinde yer almasa da, özellikle Marmara Denizi içinde yer alan fay zonlarında oluşacak depremlerden etkilenecektir. Bu nedenle deprem risklerinin araştırılması ve kanalın bu risklerden zarar görmeyecek şekilde projelendirilerek yapılması önemlidir.

Kanal İstanbul'un Deprem Risklerinin Değerlendirilmesi

Kanal İstanbul Ön Proje çalışmaları kapsamında deprem risklerinin değerlendirilmesine yönelik olarak İstanbul bölgesinin aktif sismo – tektonik yapısına dayanan hem deterministik hem de olasılıksal yaklaşımlarla proje kesiminde sismik tehlike incelenmiş, özetlenerek aşağıda verilmiştir.

Sismik kaynak ve yer hareketi özellikleri açısından ülkemizde kullanılan en son yöntemler ve bilgi birikimi projede uygulanmıştır. Sismik tehlike analizi yapılmıştır. Deprem tehlike analizinde neo-tektonik yapı; Kuzey Anadolu Fay (KAF) Bölgesi'nin, Marmara Bölgesi'nin ve Karadeniz Bölgesi'nin tektonik yapıları girdi olarak kullanılmıştır.

Proje genelinin tasarımında tekerrür periyotları sırasıyla 475 yıl ve 2.475 yıldır. Hattın genelinde zemin sınıfının çoğunlukla C, D ve E sınıfı olduğu gözlemlenmiştir.

Buna göre D2 ve D3 deprem seviyeleri için sırasıyla Marmara Denizi girişinde 0,45 g ve 0,63 g ivmeleri hesaplanmış olup bu rakamlar; Karadeniz girişinde sırasıyla 0,33 g ve 0,41 g değerlerine düşmektedir

Karakteristik Çizgisel Kaynak için Kullanılan Kaynak Model Konumu Kanal İstanbul Projesi kapsamında belirlenen güzergah için tasarıma esas yer hareketi parametreleri, NEHRP B/C Sınırı Zemin Tipi için ($V_{s30}=760$ m/s) 50 yılda %50, %10, %5 ve %2 aşılma olasılığına karşılık gelen en büyük yer ivmesi (PGA), ve %5 sönümlü 0,2 ve 1,0 s'deki spektral ivmeler (S_s ve S_1) olarak belirlenmiştir.

Bölgenin yaklaşık 2000 yıllık deprem tarihi ortalama olarak her 50 yılda bir orta şiddette ($I_0=VII-VIII$), 300 yılda bir ise şiddetli ($I_0=VIII-IX$) depremlerin İstanbul'u etkilediğini ortaya koymaktadır. 20. Yüzyılda bölgede $M_s \geq 7,0$ olan 5 deprem meydana gelmiştir. Bunlar 9.8.1912 $M_s=7,3$; 18.3.1953 $M_s=7,1$; 26.5.1957 $M_s=7,2$; 22.7.1967 $M_s=7,2$, 17.8.1999 $M_w=7,4$ ve 12.11.1999 $M_w=7,2$ Düzce depremleridir.

1912 Ganos depremi 1999 $M_w 7.4$ Kocaeli depremi ile benzer yırtılma özellikleri göstermektedir. Buna göre Çınarcık ve Orta Marmara basenleri arasında yer alan 70 km uzunluğundaki segmentte 18. Yüzyılda meydana gelen deprem dizinden bu yana deprem meydana gelmediği düşünülürse yaklaşık 4-5 m'lik bir atım birikimi vardır ve bu da $M_w = 7.2$ 'lik olası bir depreme karşılık gelmektedir.

Çınarcık segmentinin de aynı depremde kırılacağı var sayılır ise deprem büyüklüğü $M_w=7,3$ olacaktır. Bu nedenle Marmara Denizi içinde daha büyük depremlerin meydana gelmesi daha az olasıdır (Ergintav vd., 2014).

Yapısal Jeoloji ve Tektonik Yapı Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü'nün (MTA) 2012 yılında yeniden yayımladığı Türkiye Diri Fay Haritaları kapsamında proje alanında bölge dahilinde haritalanmış herhangi bir diri fay bulunmamaktadır.

Ancak proje güzergahı başlangıcı olan Marmara Denizi içinde proje alanına yaklaşık 11 km mesafeden Kuzey Anadolu Fayı (Avcılar Segmenti) ve yaklaşık 30 km mesafeden ise Çınarcık fayı geçmektedir. Proje başlangıcı çevresinde ve bölgede yer alan diri fay haritası Şekil 5.7.2.12.'de verilmiştir. Bunun dışında, Küçükçekmece Gölü bölgesinde ikincil faylar yer almaktadır. Bu fayların aktivitesi kesin olarak tespit edilebilmiş değildir. Fayların aktif olma durumu olması durumunda dahi, 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.

Tsunami Durumu

Marmara Denizi ve Karadeniz'de, olabilecek tsunami riskinin değerlendirilmesi amacıyla önce tsunami kaynak belirlene ve sonrasında belirlenen kaynaklarda üretilecek tsunamiye ilişkin modelleme çalışmaları yapılmıştır.

proje kapsamında geçmiş çalışmalar ve etkili olmuş depreşim dalgaları incelenmiş olup; tarihsel bilgiler, güncel aletsel veriler ve gözlemler Marmara Denizi ve Karadeniz'de depreşim dalgalarının oluştuğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışma kapsamında Marmara Denizi için sismik nedenlere bağlı ve denizaltı heyelanlarına bağlı olası tsunami kaynakları araştırılmış olup, tarihsel çalışmalara dayanılarak belirli tsunami senaryoları seçilmiştir.

Marmara Denizi ve Karadeniz için seçilen toplam 4 farklı tsunami senaryosu hem günümüz su seviyesine göre hem de 100 yıl sonra beklenen (Marmara'da 1,6 ve Karadeniz'de 2,5 m) su düzeyine göre ayrı ayrı modellenmiş ve Kanal boyunca tsunami dalgasının ilerlemesi, kanal kıyılarında yaratacağı taşmalar, kanal içinde yaratacağı su yükselmeleri, oluşturacağı akıntılar ve olası baskın alanları ayrıca hesaplanmıştır.

Yenikapı açıklarında 15 m kalınlıkta denizaltı heyelanına bağlı tsunami oluşması durumunda Kanalın Marmara girişinde ve inşa edilecek kıyı yapıları çevresinde su düzeyi yükselmeleri günümüz su düzeyine göre 6,77 metre yüksekliğe ulaşacağı, su düzeyi çökme değerlerinin de günümüz su düzeyine göre -4,5 m olabileceği, akıntı hızlarının da bazı yerlerde lokal olarak 8,63 m/sn mertebeye varacağı görülmektedir.

Aynı senaryoda, 100 yıl sonraki (+1,6 m) su düzeyine göre yapılan benzetim sonuçları kanalın Marmara Denizi girişinde su düzeyinin bazı yerlerde 9,6 m'ye ulaşacağı, akıntı hızlarının ise 5,88 m/sn düzeyinde olabileceği görülmektedir. Küçükçekmece Gölü, Marmara Denizi'nden gelecek tsunami karşısında bir ölçü etki azaltıcı basen gibi görev yapacak ve kanalın Marmara Denizi girişindeki tsunami parametrelerinin kanal boyunca daha düşük düzeye inmesine yardımcı olacaktır.

Marmara'dan gelecek 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 kıyılara çarpmalarına neden olacak düzeyde şiddetli akıntı hızları ve döngüler oluşacaktır. Karadeniz için olası iki önemli tsunami senaryosunda kanalın Karadeniz girişinde hem Karadeniz giriş koruma dalgakıranları, hem de (TBM2) römorkör limanında önemli su düzeyi değişimleri, çalkantılar ve şiddetli akıntılar oluşturacağı tespit edilmiştir.

Yetkili ve görevlilerin, özellikle römorkörlerin kaptan ve mürettebatının tsunami etkileri altında güvenlik bilgilerinin eğitimlerle geliştirilmesi önemlidir. Tsunami Uyarı Sistemi kapsamında deniz araçlarının olabildiğince hızlı biçimde kapalı basenlerden çıkarılması zarar azaltıcı olabilecektir. Ancak kanal içinde seyir halindeki gemilerin kontrol dışı sürüklenmeleri ve zarar görmeleri, akıntı hızına, geminin motor gücüne ve kaptanın kabiliyetine bağlıdır. Özetle, "Tsunami Model Çalışma Nihai Raporu'nda" Kanal İstanbul Projesi tsunami durumu farklı senaryolar ile değerlendirilmiş ve yapı tasarım çalışmalarında, dalgakıran tasarımlarında, geoteknik ve stabilite hesaplamalarında tsunami su seviyeleri ve yükleri dikkate alınmış ve projeye yansıtılmıştır

Sıvılaşma Değerlendirmesi

Sıvılaşma değerlendirmelerinde Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018) esas alınmış olup yapılan değerlendirmelerin tamamında yapılan sondaj çalışmalarındaki her bir standart penetrasyon deneyi direncinin elde edildiği derinlikteki mevcut örtü yükü ve boşluk suyu basıncı dikkate alınmıştır. Uygulama aşamasında devirsel sıvılaşma potansiyeli değerlendirmesinin önem arz ettiği lokasyonlarda yapıya özel, nihai örtü yükü ve su yükü koşullarına göre analizlerin gerçekleştirilmesi sağlanacaktır.

Yapılan Çalışmalar sonucu Marmara Denizi – Küçükçekmece Gölü arasında kalan kara kesiminde ve Küçükçekmece Gölü'nde yapılmış olan bazı sondajında gözlemlenen Qal-S4 biriminin; (Marmara Denizi'nde yapılmış olan) sondajlarında gözlemlenen Qal-S5 biriminin genel olarak her iki deprem seviyesinde de sıvılaşma potansiyeline sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Sıvılaşma potansiyeli tespit edilen alanlarda uygulama aşamasında uygulanacak yapının tasarım durumu göz önüne alınarak mümkünse sıvılaşma gösteren zemin kaldırılarak yerine iyi malzemenin yerleştirilmesi sağlanacak ya da yapıya uygun zemin iyileştirme yöntemlerinin uygulaması sağlanacaktır.

Sıvılaşma ile ilgili daha detaylı bilgi ve analizler yapılmıştır. Sıvılaşma değerlendirmelerinde Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018) esas alınmış olup yapılan değerlendirmelerin tamamında yapılan sondaj çalışmalarındaki her bir standart penetrasyon deneyi direncinin elde edildiği derinlikteki mevcut örtü yükü ve boşluk suyu basıncı dikkate alınmıştır. Uygulama aşamasında devirsel sıvılaşma potansiyeli değerlendirmesinin önem arz ettiği lokasyonlarda yapıya özel, nihai örtü yükü ve su yükü koşullarına göre analizlerin gerçekleştirilmesi sağlanacaktır. Sıvılaşma potansiyeli tespit edilen alanlarda uygulama aşamasında uygulanacak yapının tasarım durumu göz önüne alınarak mümkünse sıvılaşma gösteren zemin kaldırılarak yerine iyi malzemenin yerleştirilmesi sağlanacak ya da yapıya uygun zemin iyileştirme yöntemlerinin uygulaması sağlanacaktır.

Heyelan Durumu

Proje alanının yer aldığı bölgede heyelan potansiyelinin en yoğun olduğu kesimler, Küçükçekmece Gölü, batısında Büyükçekmece Gölü, güneyinde Marmara Denizi ve kuzeyinde TEM otoyolu olarak söylenebilir. İstanbul'un Büyükçekmece-Küçükçekmece bölgesi deprem, sel ve heyelanlardan yoğun ölçüde etkilenmiş bir bölgedir. Bu bölgedeki heyelanları oluşturan hazırlayıcı parametreler olarak; fisürlü kil ve kum düzeylerin varlığı, Kuzey Anadolu Fayının inceleme alanındaki etkileri, buzul dönemindeki derin vadi oluşumları yeraltı suyu ve heyelanların topuk kısmının aşınması söylenebilir. Çalışma alanında heyelanları tetikleyici parametre olarak başlıca depremsellik, yağış ve aşırı yükleme etkileri yer almaktadır. Kanal güzergahı boyunca herhangi bir aktif heyelan hareketi gözlenmemiştir.

Ancak, özellikle güzergahın kuzeyinde ve Belgrad Formasyonu ile Danişment Formasyonu ve İhsaniye Formasyonu'nun ayrışarak zeminleşmiş üst seviyelerinde eski heyelan bölgeleri ile bu heyelana bağlı oluşmuş göl alanları gözlenmiştir. Bu heyelan kütleleri oldukça sığ olup, kazı sonrasında toptan stabiliteyi etkilemesi beklenmemektedir.

KAYNAKLAR

1 Kanal İstanbul Projesi Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu

2. Sismik Risk Analizi H. ŞİŞMAN