

KUŞADASI (AYDIN) KENTİNİN DEPREMSELLİĞİ VE YEREL ZEMİN ÖZELLİKLERİ

SEISMICITY OF KUSADASI (AYDIN) CITY AND LOCAL SITE CONDITIONS

Recep OKAN¹, Musaffa Ayşen LAV²

ÖZET

Kuşadası kentinin yerel zemin koşullarının tespiti amacı ile derlenen jeolojik, jeofizik ve geoteknik veriler ışığında, kentin jeolojisini temelde Paleozoyik yaşlı şistler, Triyas yaşlı kireçtaşları, Jura yaşlı kiritallize kireçtaşları, Kretase yaşlı metafiliz, Neojen yaşlı sedimanter kayaçlar, Kuvaterner yaşlı alüvyon, yamaç molozu ve yapay dolgu oluşturmaktadır. Alüvyon birimde yeraltı suyu seviyesi kıyıya yakın yerlerde yüzeye oldukça yakındır (0,80-1,50 m). Alüvyonun iri daneli seviyeleri tümüyle SM (siltli kum) biriminden oluşmaktadır. İnce daneli seviyeler ise genel olarak düşük-orta plastisiteli killer ile temsil edilmektedir. Alüvyon için 172-580 m/sn arasında geniş bir Vs30 hız yelpazesi bulunmaktadır. Kentin güneybatısında yer alan, suya doymuş alüvyon zeminin tamamı için sıvılaşma riski bulunmaktadır. Kuşadası kentinde, Neojen formasyonları ve bunların üzerinde bulunan değişken kalınlıktaki yamaç molozu varlığı, duraylılık açısından risk taşımaktadır. Bölge itibari ile yaz aylarının ciddi miktarda kurak seyreden iklim şartları kış aylarında yerini yağışlı döneme bırakmaktadır. Bu nedenle, yaz aylarında suyunu kaybeden genel olarak killi birimler, kuruma çatlaklarından sızdırdığı yağış kaynaklı yüzey suları nedeni ile yamaç duraylılıklarında bozulmalara ve yüzey hareketlenmelerine sebep olmaktadır. Kentin coğrafi yapısı dolayısı ile genişleme alanları genellikle ya sıvılaşma riski yüksek alüvyonal, düz eğime yakın tarım arazilerine doğru ya da yamaç / şev problemlerinin risk olduğu eğimli arazilere doğru olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Kuşadası, sıvılaşma, yamaç şev duraysızlığı, depremsellik, yerel zemin koşulları*

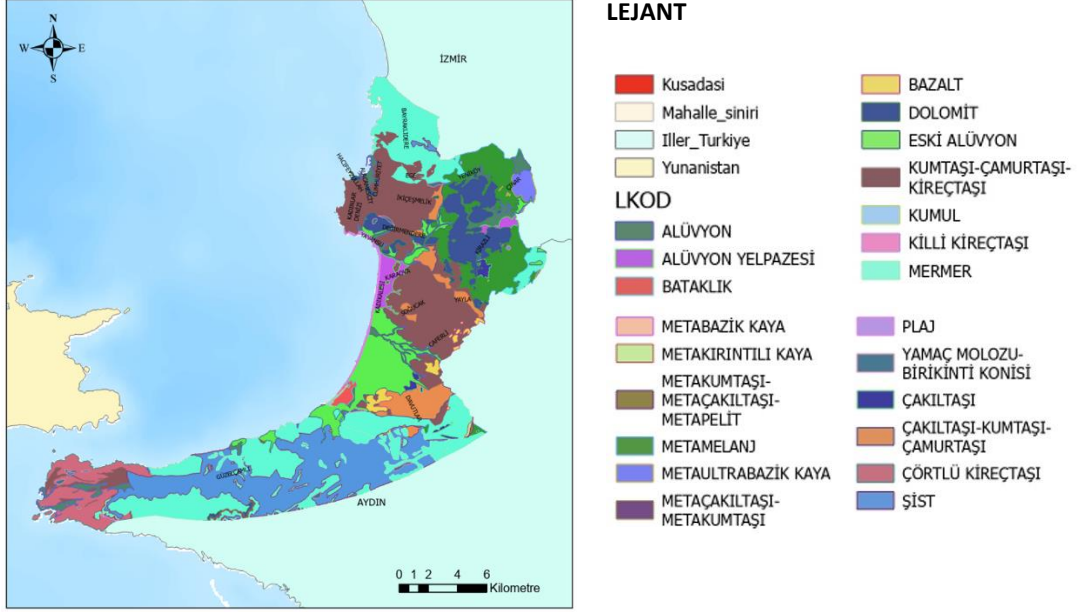
ABSTRACT

In the light of geological, geophysical and geotechnical data compiled to determine the local ground conditions of Kuşadası, the geology of the city is mainly composed of Paleozoic aged schists, Triassic aged limestones, Jurassic aged crystallized limestones, Cretaceous aged metaformation, Neogene aged sedimentary rocks, Quaternary aged alluvium, slope rubble and artificial fill. The groundwater level in the alluvium is very close to the surface (0.80-1.50 m) near the coast. The coarse grained levels of the alluvium consist entirely of SM (silty sand) unit. The fine-grained levels are generally represented by low-medium plasticity clays. There is a wide range of Vs30 velocity between 172-580 m/s for the alluvium. There is a liquefaction risk for the entire water-saturated alluvium located in the southwest of the city. In Kuşadası city, the presence of Neogene formations and the variable thickness of slope debris on top of them carries a risk in terms of stability. As of the region, the climatic conditions in the summer months are severely arid and are replaced by a rainy period in the winter months. For this reason, the clayey units, which lose their water in the summer months, cause deterioration in slope stability and surface movements due to precipitation-induced surface waters leaking through drying cracks. Due to the geographical structure of the city, expansion areas are generally either towards alluvial, flat sloping agricultural lands with high liquefaction risk or towards sloping lands where slope / slope problems are at risk.

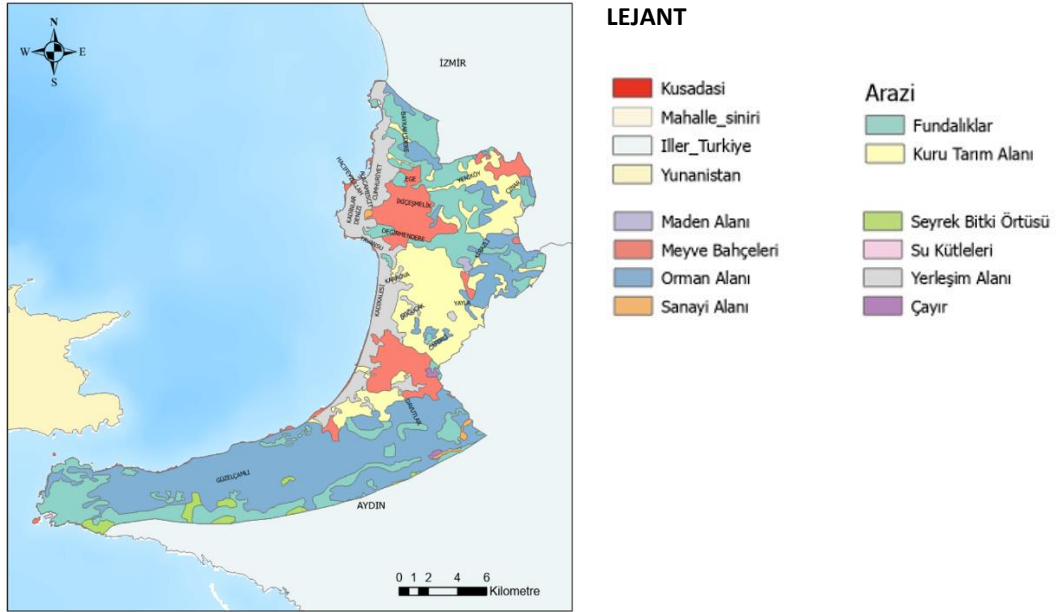
¹ İnşaat Yük. Mühendisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği Dr. Programı (Tez Aşaması), rokan@itu.edu.tr (Sorumlu yazar)

² Prof. Dr, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği Programı, lavay@itu.edu.tr

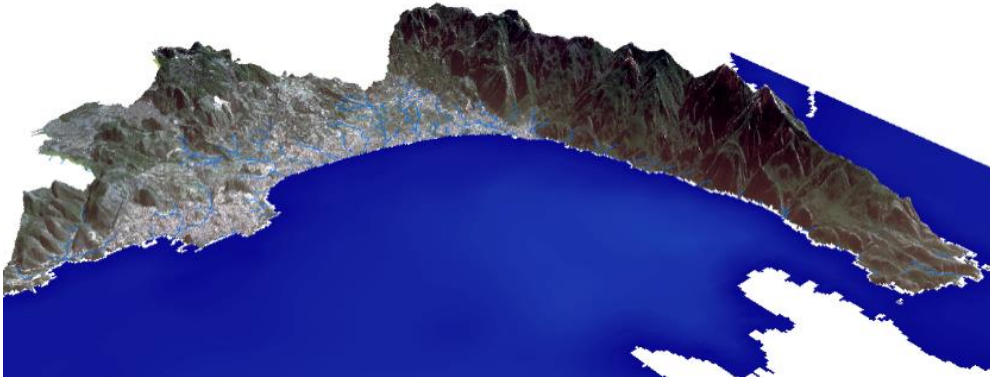
Şekil 6 ve Şekil 7’de kent arazilerinin kullanım durumu ve litolojik formasyonlar gösterilmiştir. Şekil 8’de kentin 3 boyutlu yükselti durumu, Şekil 9’da ise



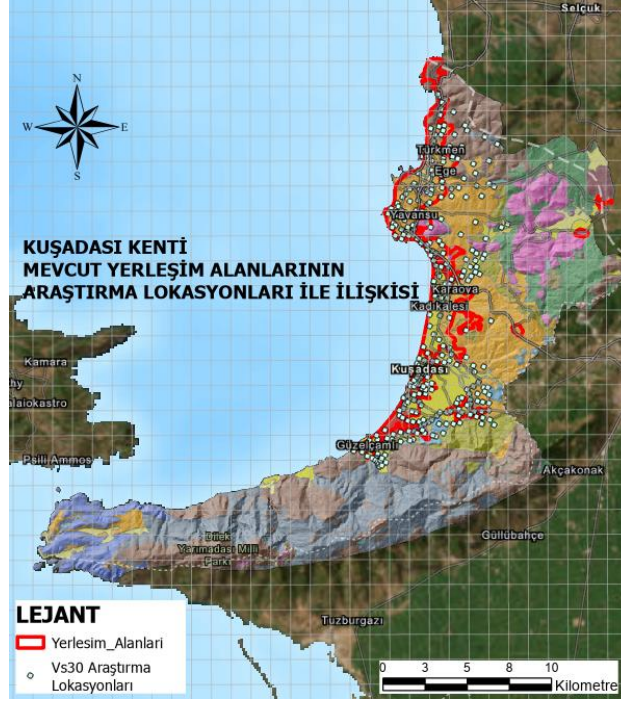
Şekil 6. Kuşadası kentinin litolojik durumu



Şekil 7. Kuşadası kentinin arazi kullanım durumu



Şekil 8. Kuşadası kentinin uydu görüntüsünün 3 boyutlu haritalaması üzerinde su akım çizgilerinin gösterimi (ArcScene 10.8.2 kullanımı ile)



Şekil 9. Kuşadası kenti genelinde yerleşim alanları, litoloji ve araştırma veri setine girilen sondaj, sismik kırılma, MASW ve mikrotremor ölçüm lokasyonlarının harita üzerinde gösterimi

3.1. Sıvılaşma Risk Durumu

TBDY 2018 Ek 16B / 16B.3.1 maddesi uyarınca sıvılaşma direnci ve akabilinde de 16.6.9 maddesi uyarınca da sıvılaşmaya karşı güvenlik koşul durumu hesaplanmaktadır.

Sıvılaşma direnci τ_R , moment büyüklüğü 7.5 olan depreme karşı gelen çevrimsel dayanım oranının ($CRR_{M7.5}$), tasarım depremi moment büyüklüğü düzeltme katsayısı (C_M) ve efektif düşey gerilme (σ'_{v0}) ile çarpılması ile hesaplanmaktadır.

Sıvılaşmaya karşı güvenlik koşulu;

$$F_s = \tau_R / \tau_{Deprem} \geq 1,1 \text{ ile belirlenmektedir.}$$

Denklemden verilen koşulun sağlanamaması durumunda, sıvılaşması beklenen tabakaların dayanım ve rijitlik özelliklerindeki azalma, olası taşıma gücü kayıpları, duraylılık bozuklukları ile oturma ve yanal yayılma türündeki zemin hareketlerinin değerlendirilmesi gereği de TBDY 2018 uyarınca dikkate alınmalıdır.

Suya doygun alüvyon birimlerde açılan sondaj kuyuları için yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen sıvılaşmaya karşı güvenlik sayılarının 0,59 – 0,90 arasında değiştiği, dolayısı ile kentin güneybatısında yer alan, şehrin genişleme potansiyeli yüksek olan ve Qal-2 ismi ile sınıflandırılan, suya doygun alüvyon zeminin tamamı için sıvılaşma riskinin bulunduğu sonucuna varılmaktadır. Zemin araştırmalarına göre örnek zemin profili baskın olarak siltli kumdan oluşmakta olup, profilde yer yer siltli killi kum, kumlu kil, çakıllı kum, silt, killi silt birimler de olabilmektedir.

Sıvılaşma riski olan yerlerde muhakkak suretle sıvılaşmaya karşı gerekli zemin iyileştirme önlemleri alınmadan yapılaşmaya gidilmemelidir.

3.2. Yamaç / Şev Duraylılığı

Kuşadası kentinde, Neojen formasyonları ve bu formasyonların üzerinde bulunan değişken kalınlıktaki yamaç molozu varlığı, duraylılık açısından risk taşımaktadır. Bölge itibari ile yaz aylarının ciddi miktarda kurak seyreden iklim şartları, kış aylarında yerini yağışlı döneme bırakmaktadır. Bu nedenle, yaz aylarında suyunu kaybeden genel olarak killi birimler, kuruma çatlaklarından sızdırdığı yağış kaynaklı yüzey suları nedeni ile yamaç duraylılıklarında bozulmalara ve yüzey hareketlenmelerine sebep olmaktadır.

Bunun yanında, Neojen formasyonları içerisinde yer alan silta taşı seviyeleri, yine yüzeyel veya birimler içinde askıda kalmış suların etkisi ile borulanma etkisine neden olabilmektedir.

Yerleşim alanları içerisinde, yamaç eğimi genel olarak %10 ve daha düşük değerlerde olmasına rağmen yukarıda belirtilen nedenlerden ötürü kentte çeşitli yamaç / şev hareketleri sık karşılaşılabilen bir durumdur. Bölgedeki heyelanları tetikleyen bir diğer önemli unsur da her geçen yıl yerli ve yabancı kişilerin yoğun talepleri sonucu yapılaşmanın çok yoğun ve hızlı biçimde artmasıdır. Üstyapıların her ne kadar özen gösterilerek inşa edildiği ifade edilse de, zeminde gerekli iyileştirme ve koruyucu önlemlerin yeteri kadar alınmaması, site proje alanları sınırlarında inşa edilen yüzme havuzu veya benzeri ortak alan yapılarının zemin iyileştirme ve/veya iksa destek sistemlerinin uygulama ve projelendirme konusunda uzman mühendislerden yeteri destek alınmadan yapılmalarından dolayı meydana gelen yamaç / şev / zemin hareketleri mevcut ve yeni yapılmakta olan yapılar açısından ciddi bir tehlike oluşturmaktadır.

4. SONUÇLAR

Kuşadası kentinde genel olarak topoğrafik eğim, kıyıda doğuya doğru artış göstermektedir. Bölgenin jeolojik yapısı ve kaya birimleri topoğrafik eğim ile uyumludur. Genç alüvyon çökellerin bulunduğu güney kesimler, Değirmendere deresi tarafından taşınan alüvyonlar ile örtülmüştür. Kuzeyde Bahçecik deresi diğer bir alüvyon taşıyıcısıdır. Kentin güney kısmında bulunan alüvyonal birimlerde topoğrafik eğim, %0-10 arasında değişmektedir. Neojen-Miyosen yaşlı çökel kayaçların bulunduğu bölümlerin aşınmaya eğilimli kiltası-killi kireçtaşı türü birimlerden oluşması nedeni ile bu birimlerin olduğu kesimlerde topoğrafik eğim ekseriyetle %10-20, nadiren de %20-40 arasında değişmektedir. İnceleme sahasının aşınmaya karşı dirençli, kireçtaşı ve temel kayalarının bulunduğu bölümler, sahanın kuzey doğu kesiminde yer almaktadır. Bu bölümde dik yamaçlar ve nispeten yüksek eğimli tepeler %20-40, nadiren de %40 ve üzerinde eğimli olarak yer almaktadır.

Kentin coğrafi yapısı dolayısı ile genişleme alanları ya sivilaşma riski yüksek alüvyonal, düz eğime yakın tarım arazilerine doğru ya da yamaç / şev problemlerinin risk olduğu eğimli arazilere doğru olmaktadır.

Kuşadası kenti için yürütülen yerel zemin koşullarının deprem davranışına etkisinin tespiti çalışmalarına bu çalışmadaki ön bulgular temel olacak olup, detaylı analiz ve çalışmalar devam ettirilecektir.

TEŞEKKÜR

Kuşadası kentinin yerel zemin koşullarının tespiti açısından gerekli zemin etüt rapor ve verilerini sağlayan T.C. Kuşadası Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü'ne, T.C. Aydın Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı'na ve Aydın Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- AFAD (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Aydın İRAP (İl Afet Risk Azaltma Planı), Güncel.
- Atina Ulusal Gözlem Merkezi (NOA) tarafından hazırlanan Ege Denizi aktif fay dijital haritaları www.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?layers=356cd3306c994007bd25687dbd44c4d5
- Avrupa Birliği, Copernicus programı scihub.copernicus.eu internet sitesi yardımı ile Sentinel uydularından elde edilen dijital haritalar.
- Avrupa Birliği, EMODnet organizasyonunun emodnet.ec.europa.eu internet sitesi yardımı ile denizde diri faylar ve batimetri dijital harita verileri.
- B.Ü. Kandilli Rasathanesi Ve DAE. Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi (2020). 30 Ekim 2020 Ege Denizi Depremi, Basın Bülteni.
- B.Ü. Kandilli Rasathanesi Ve DAE. Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi (2022). 14 Ağustos 2022 Kuşadası Körfezi (Ege Denizi) Depremi, Basın Bülteni.

- Demirtaş, R., 22006. Aydın İli, Kuşadası İlçesi, Türkmen Mah. Kalafatdağı Mevkii'nde Yapılması Planlanan Toplu Konut Alanının Aktif Tektonik, Paleosismolojik ve Yüzey Faylanması Tehlike Zonu Açısından Değerlendirilmesi, Teknik Rapor.
- Dora, O.Ö., Kun, N, Candan, O, 1992. Menderes Masifi'nin Metamorfik Tarihçesi ve Jeotektonik Konumu. 35 (1), 1-14.
- Emre Ö., Özalp S., Doğan A., Özaksoy V., Yıldırım C. ve Göktaş, F. (2005). "İzmir ve yakın çevresinin diri fayları ve deprem potansiyelleri." Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA), Jeoloji Etütleri Dairesi, Rapor No. 10754, Ankara.
- Eskisar, T., Kuruoğlu, M., Altun, S., Ozyalin, S., & Yılmaz, H. R. (2014). Site response of deep alluvial deposits in the northern coast of Izmir Bay (Turkey) and a microzonation study based on geotechnical aspects. *Engineering Geology*, 172, 95-116. doi:10.1016/j.enggeo.2014.01.006
- MTA (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü), 2020a. <https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/yenilenmis-diri-fay-haritalari>.
- Open Street Map firmasının www.openstreetmap.org/#map=11/37.7637/27.1513 internet sitesinden güncel arazi kullanım durumu, konut yerleşim yerleri, sanayi yerleşim yerleri, akarsular, yollar, orman, geçici ve kalıcı tarım alanları vd. dijital harita verileri
- Şavkay, M. (2001). Geçmişten Geleceğe Kuşadası sempozyumu, Kuşadası.
- Şengör, A.M.C., 1982. Ege'nin neotektonik evrimini yöneten etkenler. Batı Anadolu'nun Genç Tektoniği ve Volkanizması Paneli, Türkiye Jeoloji Kurultayı, 59-71.
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, 2018.