

BURSA-GEMLİK HAVZASINDA SONDAJ VERİLERİ VE MİKROTREMOR ÖLÇÜMLERİ İLE BİR MİKROBÖLGELEME ÖRNEĞİ

A MICROZONATION CASE STUDY BASED ON BOREHOLE DATA AND MICROTREMOR MEASUREMENTS IN BURSA-GEMLIK BASIN

Taylan AKSOY¹, Murat Emre HAŞAL², Recep İYİSAN³

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye'nin Marmara Bölgesinde yer alan Bursa iline bağlı Gemlik ilçesinde havza özelliği taşıyan kesimde seçilen bölgede belli aralıkla yapılan küçük genlikli titreşim-mikrotremor ölçümleri sonuçlarına göre bir sismik mikrobölgeleme çalışmasının sonuçları sunulmuştur. Bu kapsamda Gemlik bölgesinde parsel bazında imar planlamasına yönelik önceden yapılan sondajlar derlenmiş ve mikrotremor ölçüm noktaları ile örtüşen sondaj verileri kullanılarak yerel zemin koşulları belirlenmiştir. Sahada seçilen noktalarda yapılan tekil mikrotremor ölçüm kayıtları önce yatay (H) ve düşey (V) bileşenlerine ayrılmış sonrasında Nakamura Yöntemine (H/V) göre analiz edilmiştir. Her mikrotremor ölçümü için zemin büyütmesi ve zemin hakim periyodu değerleri belirlenmiştir. Aynı ölçüm noktasında yorumlanabilir kararlı kayıtlar alınana kadar ölçümler tekrarlanmıştır. Kayıt uzunlukları 15-30 dakika arasında değişmektedir. Elde edilen veriler, coğrafi bilgi sistemi (GIS) teknolojisi ile analiz edilerek ArcGIS yazılımı kullanılarak haritalandırılmıştır. Ayrıca mikrotremor ölçümlerinden elde edilen zemin büyütmesi ve hakim periyoda bağlı olarak her ölçüm noktasında kayma birim şekil değiştirme değerleri hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mikrobölgeleme, Mikrotremor, GIS, Nakamura Yöntemi, Zemin Büyütmesi, Hakim Periyod

ABSTRACT

This study presents the results of a seismic microzonation study based on small amplitude vibration - microtremor measurements conducted at selected intervals in the Gemlik district of Bursa, which is located in the Marmara Region of Turkey, and features a basin-like area. Within this scope, previous drilling works aimed at parcel-based urban planning in the Gemlik area were compiled, and drilling data overlapping with microtremor measurement points were used to determine local soil conditions. The microtremor measurement records obtained at selected field points were first separated into horizontal

¹ İnşaat Mühendisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, aksoyt16@itu.edu.tr (Sorumlu yazar)

² Dr. İnşaat Yüksek Mühendisi, Bursa Büyükşehir Belediyesi, murat.hasal@bursa.bel.tr

³ Prof. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, iyisan@itu.edu.tr



(H) and vertical (V) components, then analyzed according to the Nakamura Method (H/V). For each microtremor measurement, the soil amplification and the predominant period were determined. Measurements were repeated until interpretable stable records were obtained at the same measurement point. The duration of the recordings varied between 15 to 30 minutes. The data obtained were analyzed using Geographic Information System (GIS) technology and mapped using ArcGIS software. Additionally, shear strain values were calculated for each measurement point based on the soil amplification and predominant period obtained from the microtremor measurements.

Keywords: Microzonation, Microtremor, GIS, Nakamura Method, Soil Amplification, Predominant Period

1. GİRİŞ

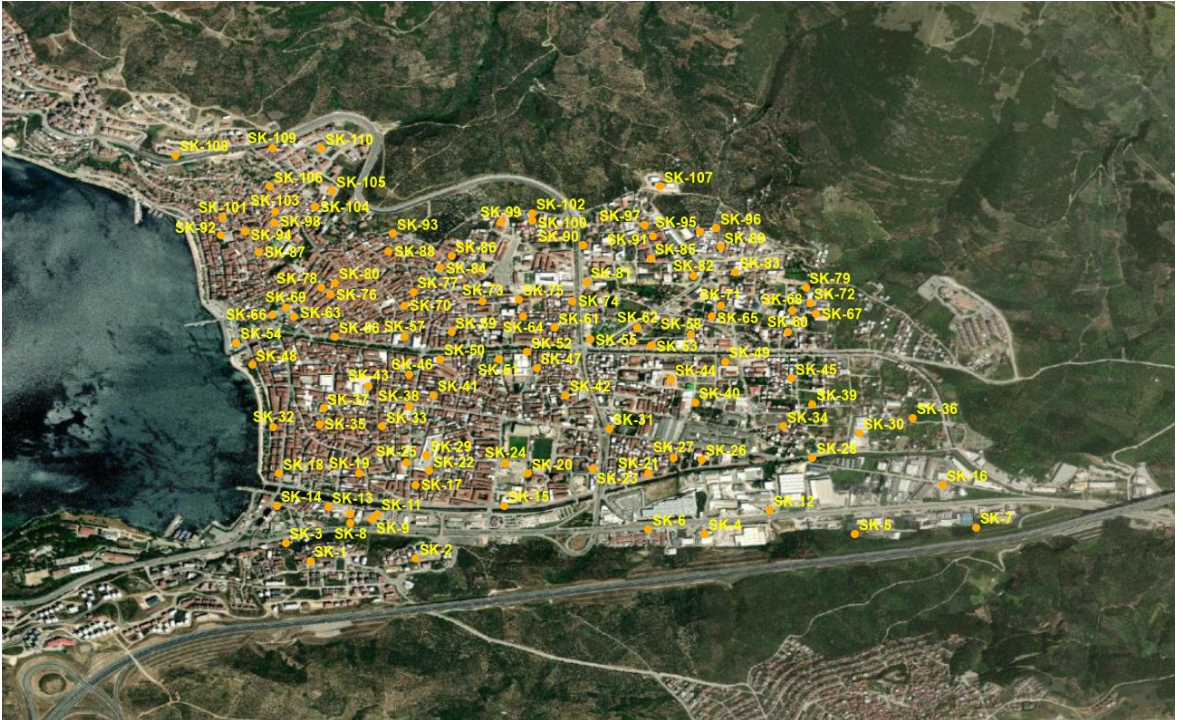
Dünyada ve ülkemizde her yıl meydana gelen büyük depremler büyük can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Deprem hasarlarının azaltılması ve depreme dayanıklı yapı tasarımı hayati önem taşımaktadır. Sismik tehlikenin tanımlanması ve deprem zararlarının azaltılması geoteknik deprem mühendisliğinin ana konusudur. Depremler sırasında yapısal hasarı belirleyen 3 faktör vardır. Bunlar; deprem özellikleri, yerel zemin koşulları ve yapı özellikleridir. Yerel zemin koşulları kuvvetli yer hareketinin özelliklerini önemli derece etkileyebilmektedir. Bu nedenle yapı yapılacak bir sahada zemin kesitinde yer alan tabakaların özellikleri bilinmeli ve deprem etkisi altında zemin davranışı belirlenmelidir.

Deprem hasarlarının azaltılmasında zeminin maruz kalacağı kuvvetli yer hareketini önceden belirlemek gerekmektedir. Bir bölgenin deprem risk analizinin ilk aşamasını sismik tehlike analizi oluşturur. Sismik tehlike analizi, belirli bir sahadaki yer sarsıntısı tehlikesinin nicel olarak hesaplanmasıdır. Sismik tehlike analizi belirli büyüklükteki bir kuvvetli yer hareketinin tekerrür aralığının hesaplanması maksimum yer ivmesi, dönüş periyodu ile yer ivmesinin aşılma ihtimalinin belirlenmesi olarak açıklanabilir. Sismik tehlikeler, özel bir senaryo depremin varsayıldığı durumda olduğu gibi, deterministik yöntemle veya depremin büyüklüğü, yeri ve oluş zamanıyla ilgili belirsizliklerin açık bir şekilde göz önüne alındığı olasılıksal yöntemle analiz edilebilir. Olasılıksal sismik tehlike analizi, sismik tehlikelerin değerlendirilmesinde depremlerin boyutu, lokasyonu, tekrarlanma oranı ve deprem etkisindeki belirsizliklerin açık bir şekilde ele alır. Bir olasılıksal sismik tehlike analizi deprem lokasyonu, boyutu, tekrarlanması ve kuvvetli yer hareketi etkilerindeki belirsizliklerin sayısal olarak hesaba katar. Bu çalışmada, Türkiye'nin Marmara Bölgesinde yer alan Bursa iline bağlı Gemlik ilçesinde havza özelliği taşıyan kesimde seçilen bölgede belli aralıkla yapılan küçük genlikli titreşim, mikrotremor ölçümleri sonuçlarına göre bir sismik mikrobölgeleme çalışmasının sonuçları sunulmuştur. Bu kapsamda Gemlik bölgesinde parsel bazında imar planlamasına yönelik önceden yapılan sondajlar derlenmiş ve mikrotremor ölçüm noktaları ile örtüşen sondaj verileri kullanılarak yerel zemin koşulları belirlenmiştir. Her mikrotremor ölçümü için zemin büyütmesi ve zemin hakim periyodu değerleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler, ArcGIS yazılımı kullanılarak haritalandırılmıştır. Bununla birlikte bölgede 100 km yarıçapında dairesel alanda meydana gelen depremler değerlendirilerek olasılıksal sismik tehlike analizi yapılmıştır. Bu analizde elde edilen 50 yılda aşılma olasılığı 10% olan kuvvetli yer hareketinin tasarım spektrumu çizilmiştir.



2. BÖLGENİN YEREL ZEMİN KOŞULLARI

Mikrobölgeleme çalışmasının yapıldığı Gemlik ilçesi Marmara Bölgesinin Güneyinde yer alan Bursa İli sınırlarının içerisinde kalmaktadır. Çalışma alanı Gemlik Körfezi'nin doğusunda 2,5 km ilçenin sahili boyunca 4 km Gemlik ilçesinin merkezine doğru yaklaşık 10 km²'lik bir alan içinde kalmaktadır. Çalışma alanının iç kesimlerinde topografik yapı çoğunlukla düz olmakla birlikte, dış kesimlere doğru yüzey eğimi yaklaşık 20 % seviyelerindedir. Çalışma alanında daha önceden yapılmış olan derinlikleri 15m ile 50m arası değişen sondajlardan derlenen verilere göre Gemlik'teki yerel zemin koşulları önemli ölçüde değişkenlik göstermekte olup, alüvyon tortulları, metamorfik anakaya ve tarihi deniz sedimanlarının bir karışımını içermektedir. Özellikle denize yakın güney kesimde ilk 8m-15m yüksek plastisiteli kil ile kaplı olup bazı bölgelerde siltli kil ara tabakaları ile kumlu çakıl tabakaları gözlenmektedir. Daha derinlerde ise Triyas yaşlı Abadiye Formasyonuna ait metamorfik kil taşı, silt taşı, kumtaşı ve kireçtaşı bulunmaktadır. Bu formasyon, özellikle üst bölümlerde fay aktivitesi nedeniyle şiddetli ayrışma ve rezidüel zemin özellikleri göstermektedir. Denizden uzaklaştıkça 35 metreye kadar ince kum bantlı siltli kil tabakaları gözlenmiştir bu katmanlar, kuvaterner yaşlı alüvyon olarak tanımlanmıştır ve daha derinlerde rezidüel zemin olarak devam etmektedir. Daha iç kesimlere gidildikçe yine kuvaterner yaşlı alüvyon formasyonuna ait birimler gözlenmektedir. Çalışma alanının kuzeyine doğru ilk metrelerde kumlu siltli kil ve daha derinlerde ise iznik Metamorfikleri Formasyonuna ait metamorfik kireçtaşı ve kumtaşı görülmüştür. Yapılmış olan sondajlardan ve arazi deneylerinden ilk 30 metre kayma dalgası hızlarının ve Türkiye Bina ve Deprem Yönetmeliğine göre yerel zemin sınıflarının bölgedeki dağılımı belirlenmiştir. Derlenen sondajların bölgedeki dağılımı Şekil 1 de gösterilmiştir. Kayma dalgası hızı ve yerel zemin sınıflarının çalışma sahasındaki dağılımı uzaysal veri haritalama tekniğine dayalı coğrafi bilgi sistemi kullanılarak elde edilmiş olup, bu işlemin yapılabilmesi için ArcGIS yazılımı kullanılmıştır.



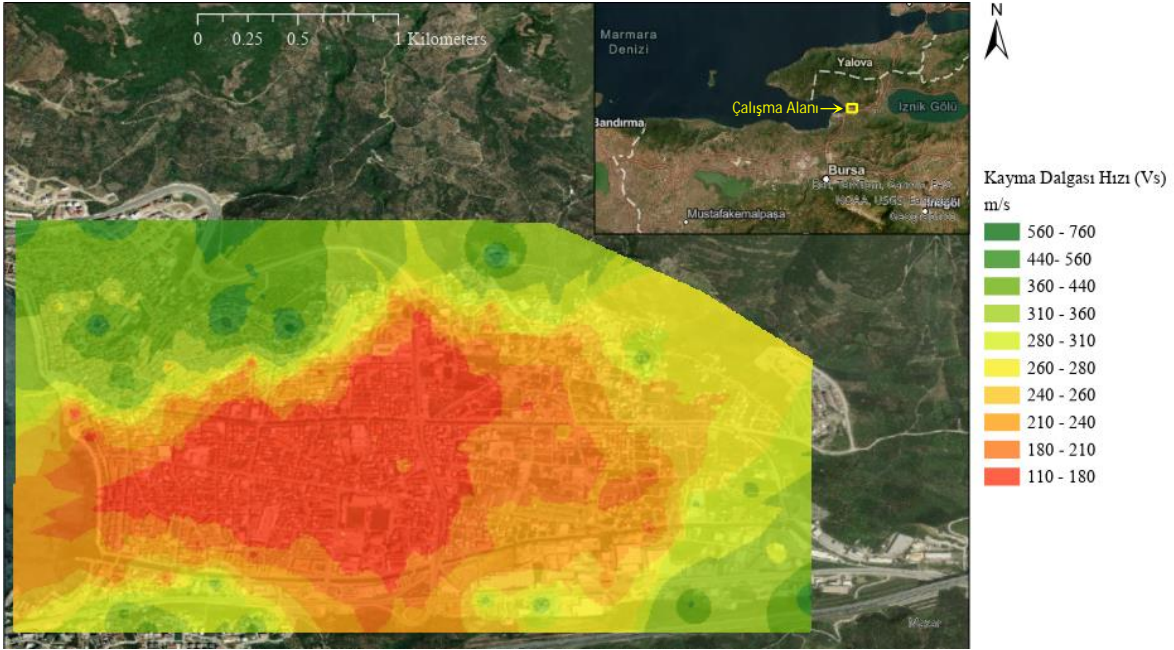
Şekil 1. Çalışma alanındaki sondajlar



Sondajlardan elde edilen SPT-N değerleri ile

$$V_s = 51.5N^{0.516} \quad (1)$$

iyisan (1994) bağıntısı kullanılarak kayma dalgası hızı değerleri hesaplanmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda çalışma alanının merkezinden sahile doğru olan kesimde kayma dalgası hızları 180 m/s den düşük olduğu gözlenmiştir ve zemin sınıfı TBDY'ne göre ZE olarak belirlenmiştir. Yüzey eğiminin arttığı bölgelerde kayma dalgası hızları 180 m/s ile 760 m/s olarak değişmektedir ve zemin sınıfı ZD ve ZC olarak belirlenmiştir.



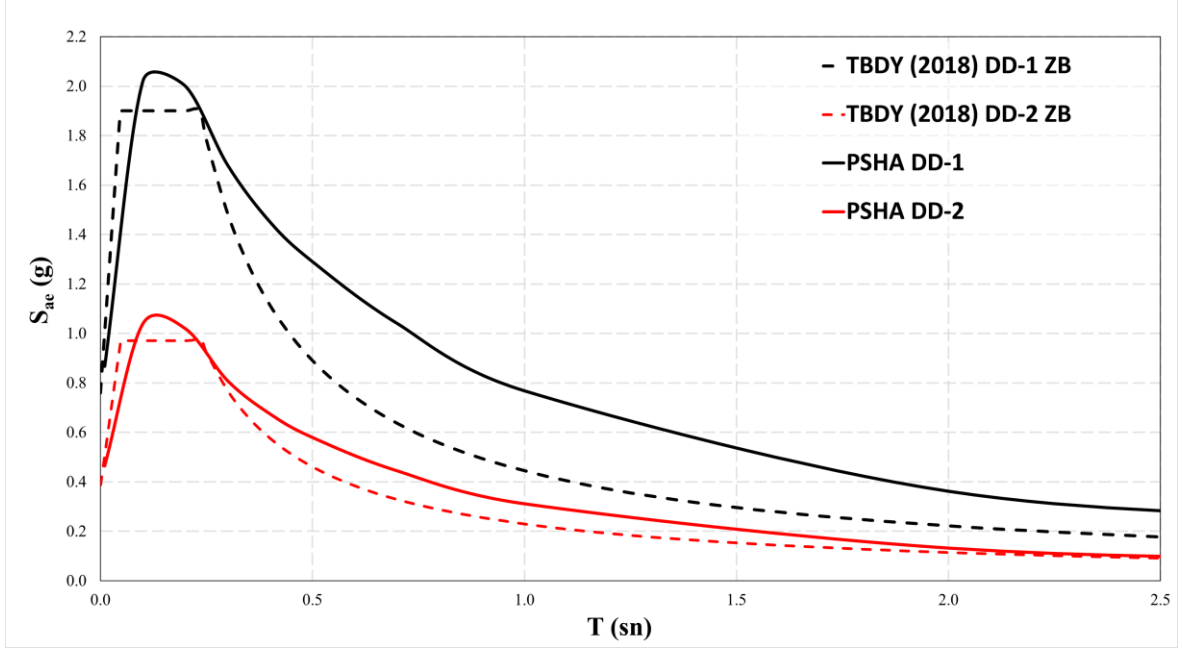
Şekil 2. Kayma dalgası hızı dağılım haritası

3. SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ

Kuvvetli yer hareketinin düzeyi, genellikle bir sismik tehlike analizi yapılarak bulunun tasarım yer hareketi ile belirlenir. Bu çalışmada, deprem boyutu, yeri ve tekrarlanma aralığı ve deprem büyüklüğü ile lokasyonuna bağlı olarak kuvvetli yer hareketi özelliklerinde meydana gelen değişimlerde karşılaşılan belirsizliklerin hesaba katıldığı olasılıksal sismik tehlike analizi kullanılmıştır. Sismik tehlike analizi yapılırken çalışma alanı Bursa ili Gemlik ilçesinin merkezinden 100 km çapında bir daire çizilerek bu bölgede sismik tehlike analizi yapılmıştır. Çalışma alanının merkez koordinatları 29.1689°E, 40.4307°N olarak seçilmiştir. Bu yarıçaptan daha uzak mesafelerde olacak olan sismik aktivitelerin bölgeyi çok az veya hiç etkilemeyeceği düşünülmüştür.

Bu çalışmada farklı kaynak modelleri analiz edilmiş bunların arasında alansal kaynak modeli bölge için en uygun kaynak modeli olduğu görülmüştür. Alansal kaynak modelleri depremi oluşturan fayların kırılma mekanizmalarına göre UDAP 2014 ve ESHM20 projelerinde olduğu gibi kullanılmıştır. Bu kaynakların belirlenmesindeki temel ölçütler kabuk yapısı ve kalınlığı, kabukları alt levha veya bloklar olarak sınırlandırılan tektonik yapıların özellikleri, bunların mekanik ve sismolojik davranışları olarak sayılabilir. Belirlenen alansal kaynaklar



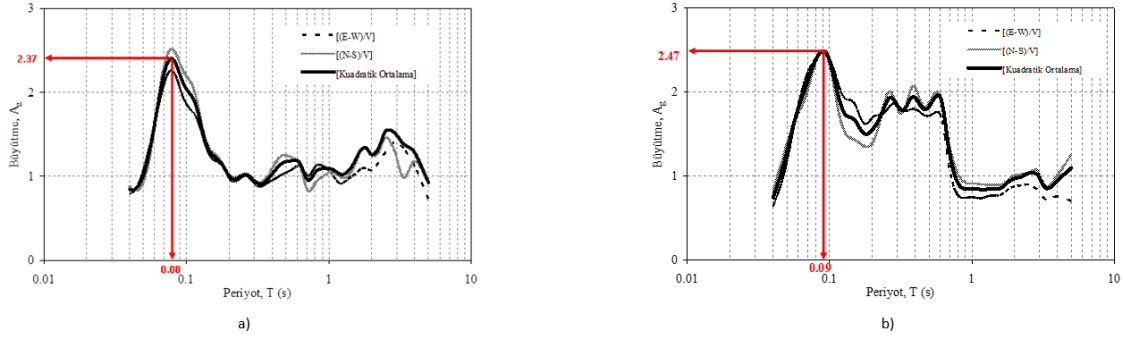


Şekil 4. OSTA sonucunda oluşturulan spektrumlar ve tasarım spektrumları

4. MİKROTREMOR ÖLÇÜMLERİ VE MİKROBÖLGELEME

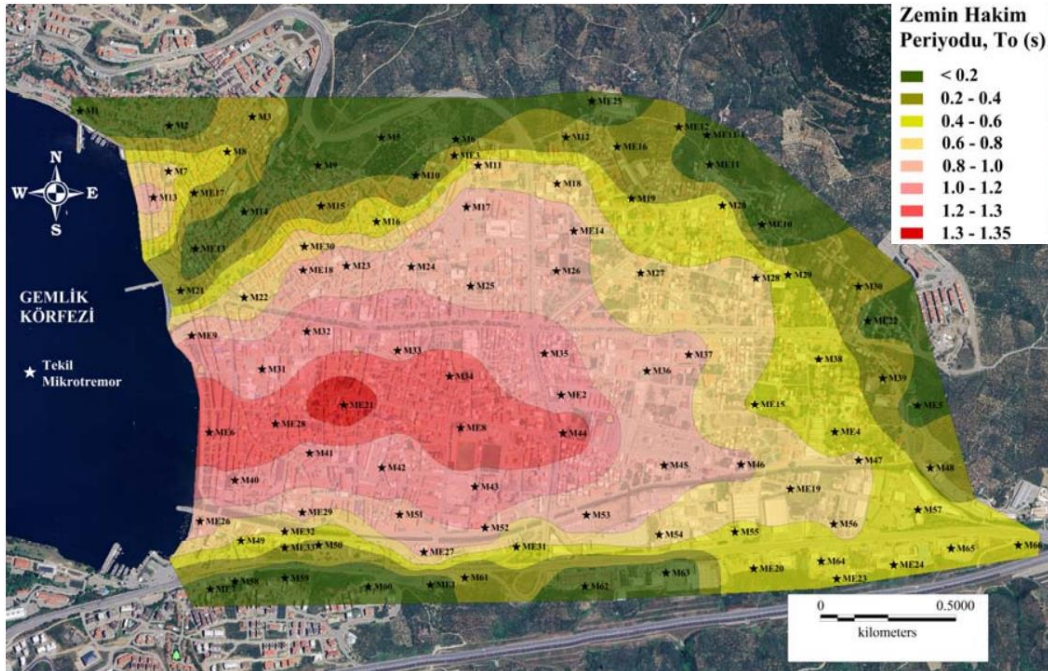
Deprem tehlikesi olan bölgelerde yerel zemin koşullarının bilinmesi ve kuvvetli yer hareketinin tanımlanması yapıların dinamik davranışının değerlendirilmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle deprem hasarlarının azaltılması için yapılan mikrobölgeleme çalışmaları günümüzde yaygın olarak yapılmaktadır. Kuvvetli yer hareketi sırasında zemin tabakalarının davranışlarını belirlemek için bölgeyi daha küçük alt birimlere ayırma işlemi mikrobölgeleme çalışmalarının ana amacını oluşturur. Bu amaçla yapılan mikrotremor ölçümlerinden elde edilen zemin hakim periyot ve zemin büyütmesi değerleri ve bunların bölge içindeki değişimi mikrobölgeleme çalışması için öneme sahiptir. Bu çalışmada, zemin hakim periyot ve zemin büyütmesi değerlerinin belirlenmesi için bölgede çok sayıda tekil mikrotremor ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı 200m × 200m boyutlarında karelerden oluşan alanlara bölünüp her alan için mikrotremor ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Mikrotremor ölçümleri çevresel gürültünün en az olduğu zaman diliminde kaydedilmiş ve ölçümlerde kullanılan zaman aralığı 0,01 saniye olarak belirlenmiştir. Aynı ölçüm noktasında yorumlanabilir kararlı kayıtlar alınana kadar ölçümler tekrarlanmıştır. Kayıt uzunlukları 15 ~ 30 dakika arasında değişmektedir. Kaydedilen mikrotremor verileri mikrotremorların Fourier spektrumlarının yatay bileşenlerinin (H), düşey bileşeninin (V) Fourier spektrumuna oranının (H/V) elde edilmesi ile Nakamura yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Nakamura yöntemi kullanılarak elde edilen spektral büyütme değerlerini gösteren örnek istasyonlara ait sonuçlar Şekil 4'da gösterilmiştir.





Şekil 5. Mikrotremor analizi sonucu elde edilen spektral büyütme

Mikrobölgeleme çalışması kapsamında mikrotremor sonuçlarından elde edilen zemin hakim periyot ve zemin büyütme haritalandırılması için ArcGIS yazılımı kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda zemin büyütmesi ve zemin hakim periyot değerlerinin dağılımı şekil 6'da gösterildiği gibi sunulmuştur. Çalışma alanında zemin hakim periyotlarının 0.05 saniye ile 1.35 saniye arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışma alanının merkezinden sahile doğru olan kısımda zemin hakim periyotları 1 saniye ile 1.35 saniye arasında değişmektedir. Çalışma alanının merkezinden kuzeye ve güneye doğru gidildikçe yüzey eğiminin arttığı yerlerde zemin hakim periyodu 1 – 0.05 saniye aralığında kalmaktadır. Çalışma alanının iç kısımlarında zemin hakim periyodun yüksek olması yerel zemin koşullarının görece daha yumuşak ve gevşek olmasına ve merkezde derin alüvyonel yığınların olmasına bağlıdır. Çalışma alanının merkezinden uzaklaştıkça alüvyonel derinliğin azalması ve sert, orta sıkı ve sıkı zemin koşulları zemin hakim periyodundaki artışı beraberinde getirmiştir.

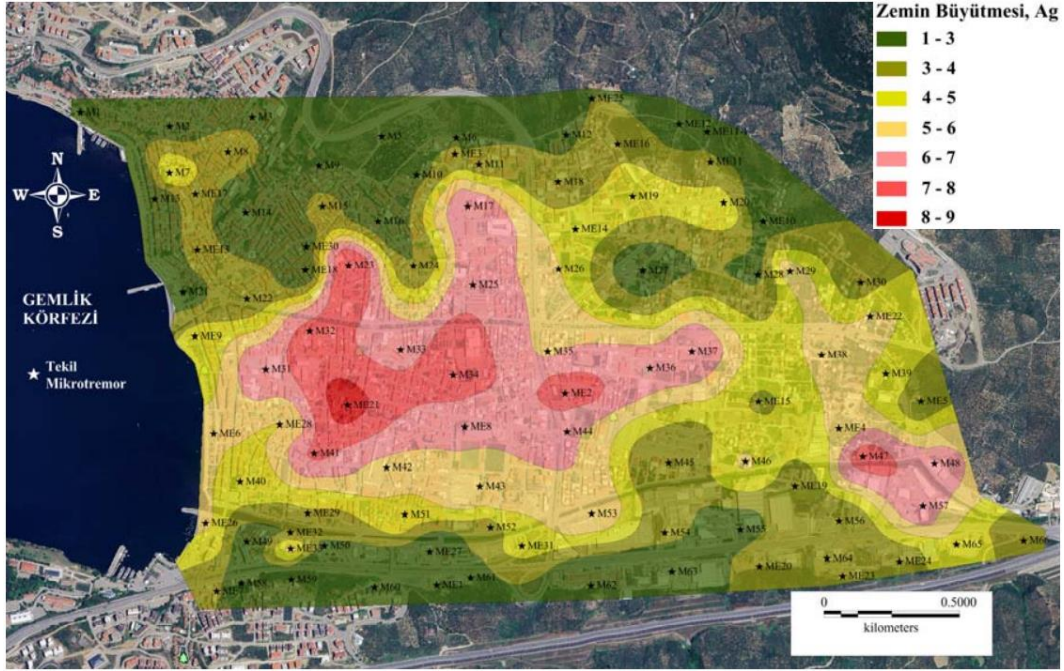


Şekil 6. Zemin hakim periyodu dağılım haritası.

Bu mikrobölgeleme çalışmasında zemin büyütme değerleri, mikrotremorların analiz edilmesi ile elde edilmiş ve şekil 8'de olduğu gibi sunulmuştur. Zemin büyütme değerleri bölgede saçılma göstermekle beraber analiz sonucunda alüvyonel alanın merkezinde zemin



büyütme değerleri 6'dan büyük bulunmuştur. Mikrotremorlar genellikle çok küçük genlikli titreşimler oldukları için zemin tabakalarının doğrusal elastik davranışlarını yansıtmaktadırlar. Kuvvetli yer hareketi sırasında, zemin tabakalarında hareketin şiddetine bağlı olarak meydana gelebilecek doğrusal olmayan davranış sebebiyle, mikrotremor ölçümlerinden elde edildiği gibi yüksek zemin büyütmesi değerlerinin meydana gelmesi düşük olasıdır.



Şekil 7. Zemin büyütmesi dağılım haritası

5. SONUÇLAR

Sismik mikrobölgeleme çalışmaları günümüzde deprem hasarlarının azaltılmasında büyük öneme sahip ve yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Mikrotremor ölçümleri zeminlerin dinamik davranış özelliklerini belirlemede önemli bir yöntem olup sismik mikrobölgeleme çalışmalarında kullanılmaktadır. Bu çalışmada, sismik tehlikenin mikrobölgeleme ile değerlendirilmesi araştırması sunulmuştur. Çalışma alanı belirlenip daha önce bölgede yapılmış sondajlar derlenmiş ve yerel zemin koşulları Türkiye Bina ve Deprem Yönetmeliğinin uygun olarak sınıflandırılmıştır. Daha sonra bölgede oluşabilecek kuvvetli yer hareketinin tanımlanması amacı ile olasılıksal sismik tehlike analizi yapılmış ve oluşabilecek farklı düzeydeki kuvvetli yer hareketi için ivme spektrumları çizilmiştir. Mikrobölgeleme çalışmalarında, çalışma alanı belirlenen boyutlardaki kare alt birimlere ayrılmış ve her bir karede tekil mikrotremor ölçümleri yapılmıştır. Bu mikrotremor ölçüm kayıtları Nakamura yöntemi kullanılarak analiz edilmiş bunun sonucunda bölgede zemin hakim periyotları ve zemin büyütme değerleri belirlenmiştir. Belirlenen bu değerler Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı olan ArcGIS yazılımı kullanılarak elektronik ortama aktarılmış ve zemin hakim periyot ve zemin büyütmesi dağılım haritaları oluşturulmuştur.

Olasılıksal sismik tehlike analizi sonucunda oluşturulan ivme spektrumlarının UDAP (2014) kapsamında Türkiye deprem tehlike haritasının Bursa ili Gemlik ilçesi için önerdiği tasarım



spektrumları ile çok benzer olup biraz üstünde olduğu gözlenmiştir. Bu benzerlik oluşturulan ivme spektrumlarının dinamik analizlerde tasarım spektrumu olarak kullanılabileceğine işaret etmektedir. Mikrotremor sonuçlarından elde edilen zemin hakim periyot değerleri sondaj verilerinde elde edilen kayma dalgası hızına göre TBDY (2018)'a uygun zemin sınıfları ile birlikte dikkate alındığında ölçüm yerlerinde yerel zemin sınıfları için TBDY (2018)'da bulunan elastik ivme spektrumlarının üst sınır değerlerine yakın olduğu belirlenebilmektedir. Mikrotremorlar çok küçük genlikli titreşimler olduğundan zeminin doğrusal elastik davranışı hakkında bilgi verirler, kuvvetli yer hareketi sırasında zemin doğrusal olmayan davranış göstereceğinden mikrotremor ölçümlerinden elde edilen zemin büyütmesi değerleri tam olarak gerçekleşmeyebilir. Bununla birlikte mikrotremor sonuçlarından elde edilen zemin büyütmesi değerleri, bölgede oluşabilecek kuvvetli yer hareketinde meydana gelecek zemin büyütmeleri hakkında fikir verebilir. Mikrotremor ölçümlerinden elde edilen sonuçların hepsi haritalandırılarak bu çalışma kapsamında sunulmuştur. Bu kapsam yapılan mikrobölgeleme çalışması ile bölgedeki sismik tehlike değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Akkar, S., Eroğlu Azak, T., Çan, T., Çeken, U., Demircioğlu, M. B., Duman, T., Ergintav, S., Kadirioglu, F. T., Kalafat, D., Kale, Ö., Kartal, R. F., Kılıç, T., Özalp, S., Şeşetyan, K., Tekin, S., Yakut, A., Yılmaz, M. T., & Zülfiyar, Ö. (2014). *Türkiye Sismik Tehlike Haritasının Güncellenmesi (UDAP – Ç – 13-06)*. Ankara: Ulusal Deprem Araştırma Programı.
- Ansal, A., Biro, Y., Erken, A., & Gulerce, U. (2004). Seismic microzonation: A case study. In *Recent Advances in Earthquake Geotechnical Engineering and Microzonation* (pp. 253-266). Kluwer Academic Publishers.s
- Ansal, M. A., İyisan, R., & Güllü, H. (2001). Microtremor measurements for the microzonation of Dinar. *Pure and Applied Geophysics*, 158, 2525-2541.
- Bilal Ozaslan, Murat Emre Hasal, Ozan Subasi, Recep İyisan, Yamanaka, H., & Kosuke Chimoto. (2018). Determination of Local Site Soil Conditions by Microtremor Measurements for Sustainable Buildings. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 763–775. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63709-9_58
- Boore, D. M., Stewart, J. P., Seyhan, E., & Atkinson, G. M. (2014). NGA-West2 equations for predicting PGA, PGV, and 5% damped PSA for shallow crustal earthquakes. *Earthquake Spectra*, 30(3), 1057-1085. <https://doi.org/10.1193/070113EQS184M>
- Campbell KW, Bozorgnia Y. NGA-West2 Ground Motion Model for the Average Horizontal Components of PGA, PGV, and 5% Damped Linear Acceleration Response Spectra. *Earthquake Spectra*. 2014;30(3):1087-1115. doi:10.1193/062913EQS175M
- Chiou, B. S.-J., & Youngs, R. R. (2014). Update of the Chiou and Youngs NGA Model for the Average Horizontal Component of Peak Ground Motion and Response Spectra. *Earthquake Spectra*, 30(3), 1117-1153. <https://doi.org/10.1193/072813EQS219M>
- Danciu, L., Nandan, S., Reyes, C., Basili, R., Weatherill, G., Beauval, C., Rovida, A., Vilanova, S., Sesetyan, K., Bard, P.-Y., Cotton, F., Wiemer, S., & Giardini, D. (2021). The 2020 update of the European Seismic Hazard Model: Model overview. *EFEHR Technical Report 001, v1.0.0*. <https://doi.org/10.12686/a15>
- Disaster and Emergency Management Authority. (2018). *Turkey Building Earthquake Regulation*. Official Gazette, March 18, 2018, Issue: 30364.



- Disaster and Emergency Management Authority. (2019). *Turkey earthquake hazard map*. Retrieved from <http://tdth.afad.gov.tr/TDTH>
- Esri. (2023). *ArcGIS Pro: Release 3.0* [Software]. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- GEM Foundation. (2017). *R-crisis: Version V20.0* [Software]. GEM Foundation. Retrieved from <http://www.r-crisis.com/>
- İyisan, R. (1996). Zeminlerde kayma dalgası hızı ile penetrasyon deney sonuçları arasındaki bağıntılar. *İMO Teknik Dergi*, 7(2), 1187-1199.
- İyisan, R., Haşal, M. E., & Kepçeoğlu, Ö. (2008). Bursa ili Güzelyalı beldesinde yapılan mikrotremor ölçüm sonuçları. *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Komitesi 12. Ulusal Kongresi*, 123-132.
- Nakamura, Y. (2001). Clear identification of fundamental idea of Nakamura's technique and its applications. In *Proceedings of the 12th World Conference on Earthquake Engineering (12WCEE)*, 2656, Auckland, New Zealand.
- Subaşı, O., Haşal, M. E., Özaslan, B., & İyisan, R. (2019). Bir boyutlu dinamik analiz ve mikrotremor ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması. *Teknik Dergi*, 30(5), 9459-9481. <https://doi.org/10.18400/tekderg.399710>
- Yamanaka, H., Kato, M., Hashimoto, M., Gulerce, U., İyisan, R., & Ansal, A. (2002). Microtremor and earthquake observations in Adapazari and Duzce, Turkey, for estimations of site amplifications. In *Proc. Assessment of Seismic Local-Site Effects at Plural Test Sites*, Ministry of Education, Research No: 11694134, Japan, 129-136.

SEMBOL LİSTESİ

Sembol	Açıklama	Sembol	Açıklama
DD	Deprem Düzeyi	T	Periyot
M _w	Moment Manyetüd	T ₀	Zemin Hakim Periyot
V _s	Kayma Dalgası Hızı	Ag	Zemin Büyütmesi

