



KRDAE SİSMİK AĞI GENİŞBAND GÜRÜLTÜ ANALİZİ

Tuğçe ERGÜN^{1*}

¹ Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE), Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi (BDTİM), İstanbul, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Öz

Arka plan sismik gürültü,
Sismik istasyon,
Marmara Bölgesi,
Yer seçimi.

Gelişen teknolojiyle birlikte dünya genelinde deprem istasyonu ve sismik ağ sayısı hızla artmıştır. Türkiye’de Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE), 1976’dan bu yana Türkiye Deprem Ağı’nı işletmektedir. Başlangıçta istasyonlar yerleşim yerlerinden uzak, gürültüsüz ve sağlam zeminli alanlara kurulmuş olsa da, zamanla artan kentleşme ve elektronik donanım değişiklikleri nedeniyle arka plan sismik gürültüsü (ASG) artmıştır. Bu durum, kaydedilebilecek minimum deprem büyüklüğünün yükselmesine neden olmaktadır. Bu çalışmada, KRDAE-BDTİM’e ait mevcut istasyonların gürültü analizleri yapılmış, en gürültülü istasyonlarda elektronik kaynaklı sinyaller belirlenerek iyileştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Gürültü giderilemeyen istasyonlar için yeni yer seçimleri önerilmiştir. Pilot bölge olarak istasyon yoğunluğu ve mikrodeprem potansiyeli nedeniyle Marmara Bölgesi seçilmiştir. Gürültülü üç istasyonda arazi çalışmaları yapılarak iyileştirme sonrası veriler analiz edilmiştir. Ayrıca, PQLX yazılımına alternatif MATLAB tabanlı yerli bir yazılım geliştirilmiş ve karşılaştırmalı analiz yapılmıştır. 2024 yılı için BDTİM’de kullanılan mevcut geniş bant istasyonlarının sinyal gücü içeriği Python tabanlı programlar kullanılarak hesaplanmış, normalize edilmiş güç spektral yoğunluğu (PSD) verileri KRDAE-BDTİM web sayfasında paylaşılmıştır.

KRDAE SEISMIC NOISE ANALYSIS

Keywords

Abstract

Ambient seismic noise,
Seismic station,
Marmara Region,
Site selection.

This study presents a comprehensive seismic noise analysis of broadband stations operated by the Boğaziçi University Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute (KRDAE), which has managed the national seismic network in Türkiye since 1976. Over time, increasing urbanization and upgrades in electronic instrumentation have led to a rise in background seismic noise (BSN), which limits the detection of small-magnitude events and affects overall data quality. The primary objective is to identifying and mitigating noise sources, particularly those of electronic origin, at selected stations. Alternative site locations were proposed for stations where noise mitigation was not fesaible. The Marmara Region was chosen as a pilot area due to its dense station coverage and the potential to record microseismicity. Field investigations were conducted at three noisy stations, and data collected after on-site improvements were compared with initial records. A MATLAB-based domestic software tool was developed as an alternative to the widely used PQLX software, and a comparative evaluation was performed. Additionally, during 2024, seismic data from current broadband stations were processed using Python-based programs to compute and normalize the Power Spectral Density (PSD), and the results were published on the KRDAE-BDTİM website for open access by the research community.

Alıntı / Cite

Ergün, T., (2025). KRDAE Sismik Ağı GenişBand Gürültü Analizi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 13(3), 872-884.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

T. Ergün, 0000-0003-1366-2479

Makale Süreci / Article Process

Başvuru Tarihi / Submission Date	07.04.2025
Revizyon Tarihi / Revision Date	30.05.2025
Kabul Tarihi / Accepted Date	22.08.2025
Yayın Tarihi / Published Date	30.09.2025

* İlgili yazar / Corresponding author: afacan@bogazici.edu.tr, +90-216-516-3356

KRDAE SEISMIC NOISE ANALYSIS

Tuğçe ERGÜN^{1†}

¹Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute (KOERI), Regional Earthquake and Tsunami Monitoring Center (RETMC)

Highlights

- **Noise Analysis of Broadband Seismic Stations in the KRDAE Network:** The study presents a detailed noise analysis of the broadband seismic stations within the KRDAE network, focusing on key factors influencing data quality and accuracy.
- **Environmental Factors and Noise Sources:** The research explores the impact of various environmental factors on seismic data, identifying the primary sources of noise that affect the performance of the network. These include both natural and anthropogenic sources.
- **Sentence Comparison of Three Different Noise Analysis Methods:** Three distinct methodologies were employed in the noise analysis, each offering a unique approach to identifying and quantifying noise levels. The study compares the strengths and limitations of each method, providing insights into which is most effective under different conditions.

Graphical Abstract

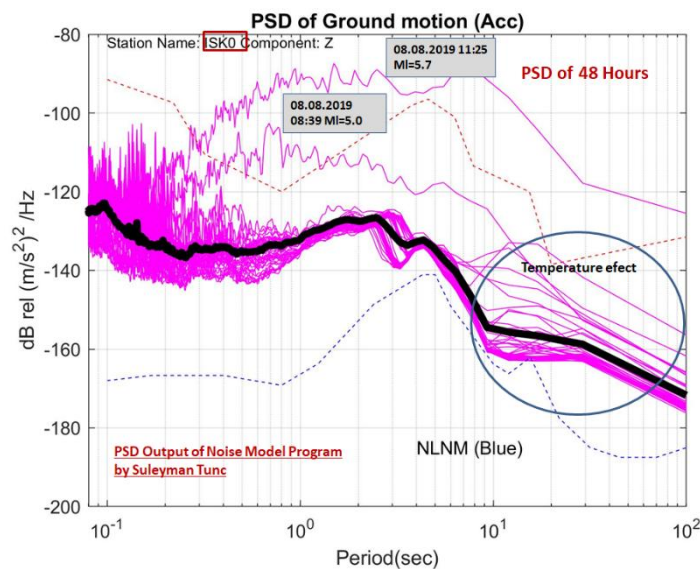


Figure. PSD of the ISK station. Two curves above the high noise level moderate size earthquake

Purpose and Scope

This study focuses on analyzing the noise levels of the seismometers within the KRDAE seismic network. The investigation encompasses the evaluation of noise characteristics, identification of potential sources of interference, and the assessment of the overall performance of the network in capturing seismic signals. The scope also extends to proposing potential improvements to enhance data quality and reliability. The primary purpose of this research is to provide a comprehensive understanding of the noise levels affecting the KRDAE seismic network.

By identifying and quantifying these noise levels, the study aims to optimize the network's operational efficiency, improve its ability to detect and record seismic events, and contribute to developing more robust seismic monitoring systems. This research seeks to support advancements in regional seismic hazard assessment and disaster preparedness initiatives.

[†] Corresponding author: afacan@bogazici.edu.tr, +90-216-516-3356

Design/methodology/approach

This study employs a two-stage methodology for analyzing seismometer noise levels within the KRDAE seismic network. In the initial phase, an open-source program developed in 2011, based on the noise analysis approach proposed by McNamara and Buland (2004) and leveraging the Passcal-Iris Quick Look eXtended (PQLX) tool, was utilized to perform preliminary noise characterization.

In the subsequent phase, custom MATLAB-based software for this project was employed to refine the analysis, process data, and perform detailed evaluations. This hybrid approach ensures a comprehensive assessment of noise levels and facilitates the identification of potential improvements for the network's performance.

Findings

One of the additional objectives of this project was to evaluate and discuss the advantages and disadvantages of the PQLX program compared to the newly developed MATLAB-based software. This analysis highlighted key differences in functionality, usability, and performance, providing valuable insights into the strengths and limitations of each tool for seismic noise analysis.

Research limitations/implications

Future research could explore the application of more sophisticated noise reduction techniques, such as machine learning-based filters or the use of real-time data processing methods to enhance seismic signal detection. Additionally, comparative studies with other seismic networks and noise analysis tools could provide a more generalized understanding of noise levels across various environments. Exploring long-term trends in noise levels and their impact on seismic event detection would also be a valuable area for future investigation.

Practical implications

This research may guide future applications in earthquake monitoring and hazard assessment, as improved noise detection can lead to better early warning systems and more reliable seismic hazard modeling. Additionally, its implications extend to the broader field of environmental monitoring, where similar noise analysis techniques can be applied.

Originality

This project introduces a novel noise analysis program specifically developed for this study, marking a significant contribution to the field of seismic noise analysis. The original software was designed to address the unique needs of the KRDAE seismic network, providing a more tailored approach to noise evaluation. Additionally, the research is distinguished comparing results obtained from three distinct software tools, allowing for a comprehensive assessment of their effectiveness and performance. This comparative analysis offers valuable insights into the strengths and limitations of each tool, contributing to the refinement of seismic monitoring techniques.

Ancak, gürültülerin elimine edilemediği istasyonlar için alternatif yer seçimi yapılabilmesi amacıyla ek gürültü analizleri gerçekleştirilmiştir.

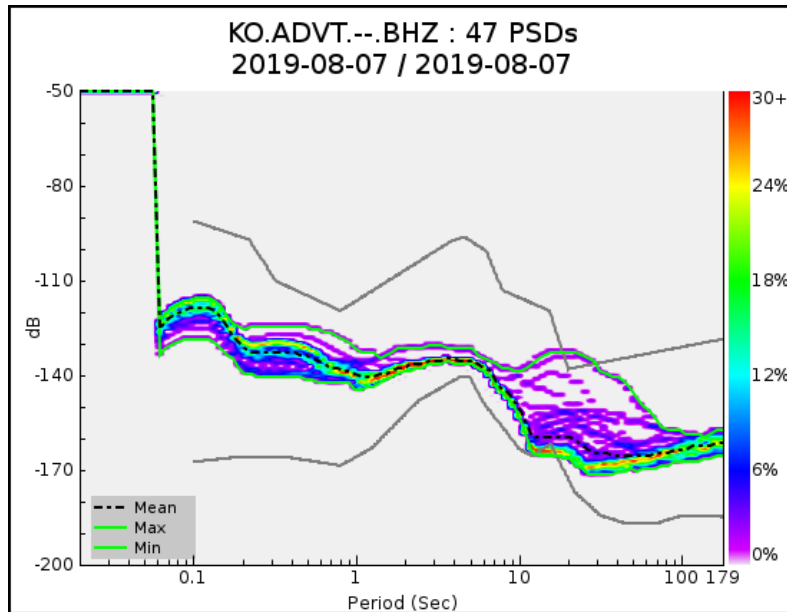
Diğer amaçlardan biri de gürültü analizlerinde yaygın olarak kullanılan PQLX programına eşdeğer Matlab tabanlı yerli yazılımın geliştirilmiştir. Her iki yazılım kullanılarak birbirlerine üstünlükleri tartışılmıştır. Ayrıca 2024 yılına ait KRDAE-BDTİM ait mevcut geniş bant deprem istasyonlarının (Şekil 1) gürültü analizleri Phyton tabanlı bir yazılım ile tekrar elde edilerek KRDAE-BDTİM web sayfasında araştırmacılar için paylaşılmıştır. (<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/sismik-ag/istasyon-gurultu-analizi-2024-haziran/>)

2. Kaynak Araştırması (Literature Survey)

ASG verileri ve sismik gürültü analiz yöntemi kullanılarak dünyanın çeşitli yerlerinde kültürel, atmosferik, okyanusal aktiviteler sonucu gürültü seviyesindeki farklılıkların gözlemlendiği literatüre geçen pek çok çalışma bulunmaktadır (Berger vd., 2004; McNamara ve Buland 2004; Bonnefoy-Claudet vd., 2006; Marzorati ve Bindi, 2006; McNamara vd., 2009; Evangelidis ve Melis, 2012; Vassallo vd., 2012; Custodio vd., 2014; Wolin vd., 2015; Anthony vd., 2015; Möllhoff ve Bean, 2016; Demuth vd., 2016; Green vd., 2016). Ayrıca kurulması planlanan veya kurulu sismolojik ağların kalite kontrol çalışmaları (McNamara ve diğ, 2009; Stutzmann ve diğ, 2000; Rastin ve diğ, 2012) ve istasyon kurulumuna bağlı değişen gürültü seviyeleri çalışmaları da (Webb, 2002) mevcuttur.

3. Materyal ve Yöntem (Material and Method)

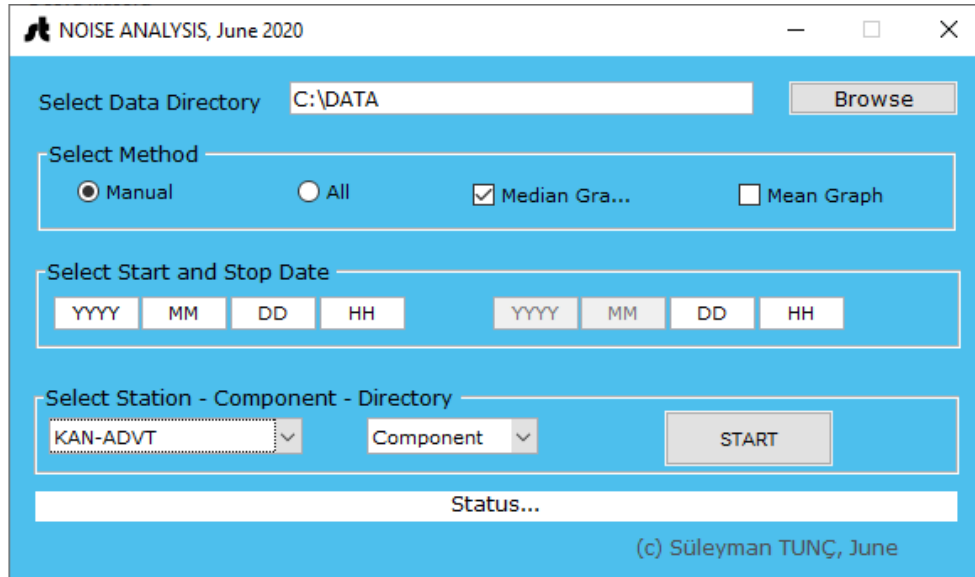
Bu projede kullanılacak yazılım Passcal-Iris Quick Look eXtended (PQLX), McNamara ve Buland (2004)'a ait gürültü analizi yöntemini baz alan, 2011 yılında geliştirilen açık kaynaklı bir programdır (McNamara ve Boaz 2011). Veri görüntüleme uygulaması PQL (IRIS-PASSCAL Quick Look) ve PQLII (IRIS PASSCAL programı aracılığıyla kullanılabilir (<http://www.passcal.nmt.edu/content/pql-ii-program-viewing-data>). Program içinde veri öncelikle %50 katlamalı olarak 1 saatlik zaman serilerine bölünmektedir. Hesaplanacak güç yoğunluğu spektrumun (GYS) değişimini en aza indirmek amacıyla her 1 saatlik zaman serisi %75 katlama ile 13 alt parçaya ayrılır. Ortalama ve uzun periyot yönsemeleri (trend) kaldırılır. Fourier dönüşümü sonucunda kayıtların başında ve sonunda meydana gelen sızıntıları (leakage) önlemek amacıyla %10'luk kosinüs penceresi kullanılır. Her bir zaman serisinin GYS'leri hesaplandıktan sonra sonuçlar alçak- ve yüksek- gürültü modelleriyle (NHNM (New High Noise Model), NLNM (New Low Noise Model), Peterson, 1993) karşılaştırılmak üzere imveye çevrilir (Şekil 2). Ardından yüzlerce/binlerce GYS bir araya getirilerek olasılık yoğunluk fonksiyonları (OYF) elde edilir (Şekil 4-5). Bu çalışmada elde edilecek haritalar ve değerlendirmeler, hesaplanan güç yoğunluğu spektrumlarının olasılık yoğunluk fonksiyonları ve mod(tepe) değerleri dikkate alınarak yapılacaktır.



Şekil 2. ADVT istasyonuna ait Güç Yoğunluğu Spektrumu (GYS-power density of ground motion). Grafikte, NHNM ve NLNM Peterson yüksek ve düşük gürültü modellerini temsil etmektedir (PQLX Program çıktısı). Power spectral density (PSD) of ground motion recorded at the ADVT seismic station. The curves of NHNM and NLNM represent Peterson's high- and low-noise models, respectively (PQLX program output).

Çalışmanın amaçlarından biri PQLX programına alternatif yerli bir yazılım geliştirmek ve istasyon kurulumlarında ve kurulduktan sonra yapılan gürültü analizlerini daha pratik bir hale getirmektir. Bu amaç doğrultusunda Matlab tabanlı bir yazılım geliştirmiş ve tüm hesaplamalar PQLX programında baz alınan teori üzerine kurulmuştur. Yeni

yazılımda manual olarak veya otomatik (all) özelliği kullanılarak tüm istasyonlar için veya istenilen bir istasyon için, bileşen seçerek işlem yapılabilmektedir (Şekil 3). Veri olarak KRDAE-BDTİM 'e ait geniş band deprem istasyonları sürekli verisi kullanılmıştır.



Şekil 3. Yeni programın ekran görüntüsü (Screenshot of the new developed program)

4. Deneysel Sonuçlar (Experimental Results)

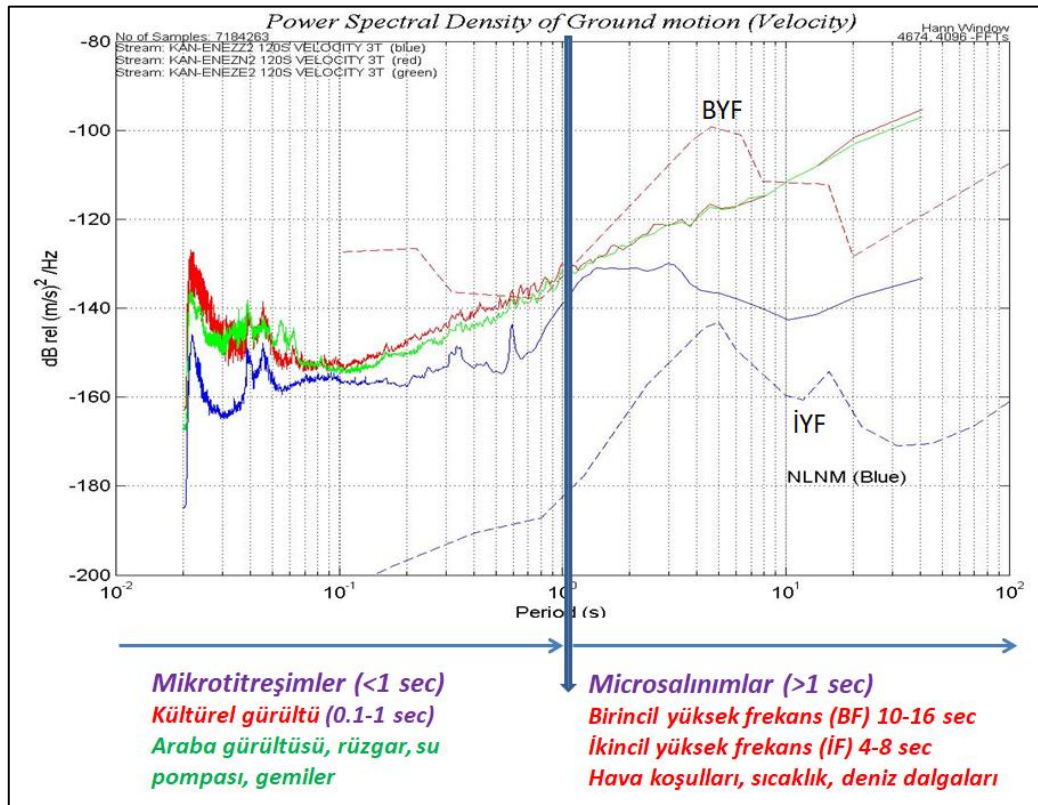
Yeni geliştirilen gürültü analizi programı ile öncelikle 127adet Broadband (BB) deprem istasyonu için 2019 yılı verileri kullanılarak bir yıllık gürültü analizi grafikleri (GYS-OYF) elde edilmiştir. Aynı şekilde tüm istasyonlar için PQLX programı kullanılarak aynı grafikler elde edilmiştir. Bu istasyonlara deniz tabanı (ocean bottom seismometer-OBS) istasyonları çalışmadığı için dahil edilmemiştir. 2019 yılında işletilen KRDAE sismik ağında çalışmayan 5 istasyonun 4 ü 2019 Aralık ayı içinde kurulduğu için verisi mevcut değildir (UVEZ, YALI, RUZG, GAZK). Diyarbakır (DYBB) istasyonu teknik sebeplerden dolayı 2019 yılı içerisinde çalışmamıştır. Tüm istasyonların gürültü analizi sonuçları EK-1 olarak verilmiştir.

Sismik gürültüler, genel olarak iki ana kategori altında sınıflandırılmaktadır: Mikrosalınımlar (microseisms) ve Mikrotitreşimler (microtremors). Mikrosalınımlar, büyük ölçüde doğal olayların, özellikle meteorolojik süreçler ve okyanus dalgalarının etkisiyle düşük frekanslarda (<0.2 Hz) meydana gelen, temel mod yüzey dalgalarının oluşturduğu sismik gürültülerdir. Bu tür gürültüler, uzun zaman ölçeğinde (haftalar, aylar, yıllar) durağan olarak kabul edilir. Okyanus dalgalarının neden olduğu sismik gürültüler, dünyanın her yerinde 5-25 saniye bandında gözlemlenebilir ve bu tür gürültülere örnek olarak gösterilebilir (Peterson, 1993; Kedar ve Webb, 2005). Okyanus dalgalarının kıyıya çarpması sonucunda, kıyısız bölgelerin sığ sularında düşey yönde basınç titreşimleri oluşturarak sismik enerjiye dönüşen gürültüler, birincil yüksek frekans (BYF) veya single frequency peak olarak adlandırılır (10-16 saniye aralığında, Hasselmann, 1963). Buna karşılık, zıt yönlerden gelen ve aynı periyoda sahip okyanus dalgalarının girişimiyle oluşan, birincil yüksek frekansın yarı periyot değerine sahip sismik dalgalar ise ikincil yüksek frekans (İYF) veya double frequency peak (4-8 saniye aralığında) olarak bilinir (Longuet-Higgins, 1950; Tanimoto, 2007). İYF, kıyıda yansıyan ya da saçılan dalgalar ile zıt yönde gelen dalgaların etkileşimi sonucu oluşur (Bromirski-Duennebier, 2002; Bromirski, Duennebier ve Stephen, 2005). Mikrosalınımların bir diğer kaynağı, atmosferik basınç değişiklikleriyle oluşan rüzgâr (0.01-2 saniye) ve daha şiddetli meteorolojik olaylar (fırtına, kasırga vb.) olarak tanımlanabilir. Bu olaylar, okyanus ve denizlerin oluşturduğu gürültü seviyelerini artırırken, aynı zamanda topografyası düzensiz yüzeylerde uzun periyotlu (>20 saniye) arka plan sismik gürültüler meydana getirir (Bormann ve Wielandt, 2013).

Bu sınıflamalar, sismik gürültünün kaynağı ve özelliklerini detaylı bir şekilde ortaya koyarak, bu tür gürültülerin oluşum mekanizmalarının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlar.

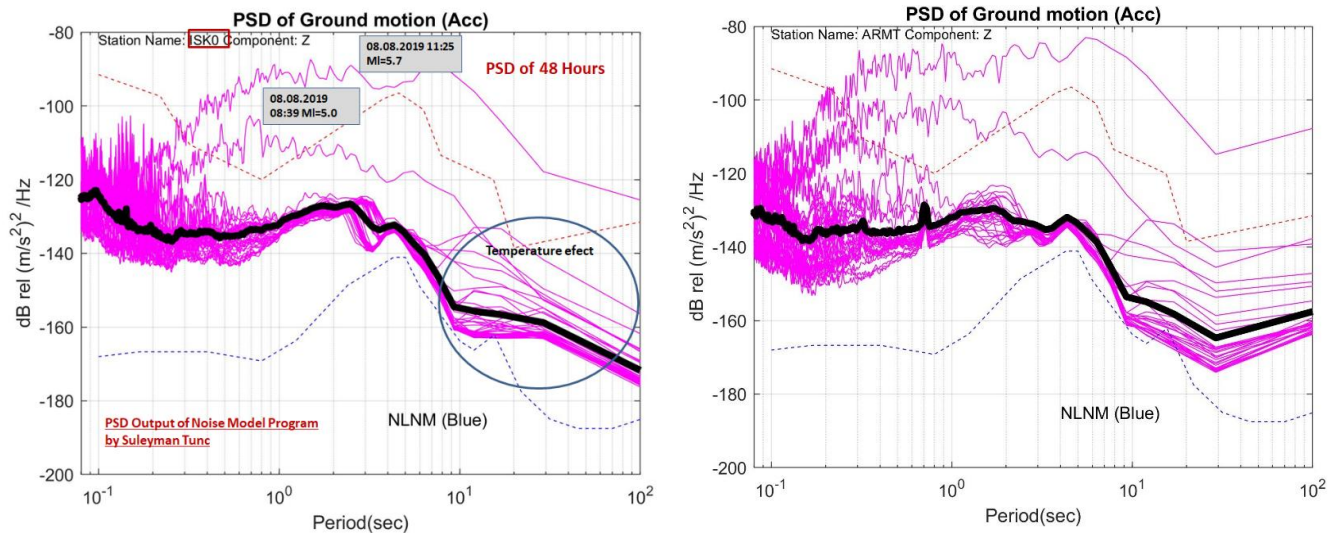
Mikrotitreşimler (microtremors) ise kaynağı kültürel ya da doğal olan ve günlük, haftalık periyotlarda değişim gösteren sismik titreşimler olarak tanımlanabilir. Kültürel kaynaklı olanlar Endüstri, Trafik ve İnşaat gibi insanlar tarafından gerçekleştirilen yerel etkinlikler sonucu oluşmaktadır. Bu etkinlikler genellikle yüksek 2-50 Hz frekans bandında sismik enerji üretirler. Doğal kaynaklı olanlar ise yerel ölçekte rüzgar, fırtına gibi olayların yeryüzü yapıları ile etkileşimi, deniz, akarsu ve göllerde gerçekleşen dalga hareketleri sonucu oluşan sismik titreşimlerdir. Bu titreşimler 0.2 ile 2.0 Hz frekans bandında gözlenir ve oluşturdukları sismik dalga alanı hem cisim hem de

temel ve yüksek mod yüzey dalgalarını içermektedir (Ozalaybey,2011). Şekil 4'de ENEZ istasyonu verisi kullanılarak elde edilen gürültü analizi grafiğinde yukarıda bahsedilen gürültü çeşitleri gösterilmektedir.

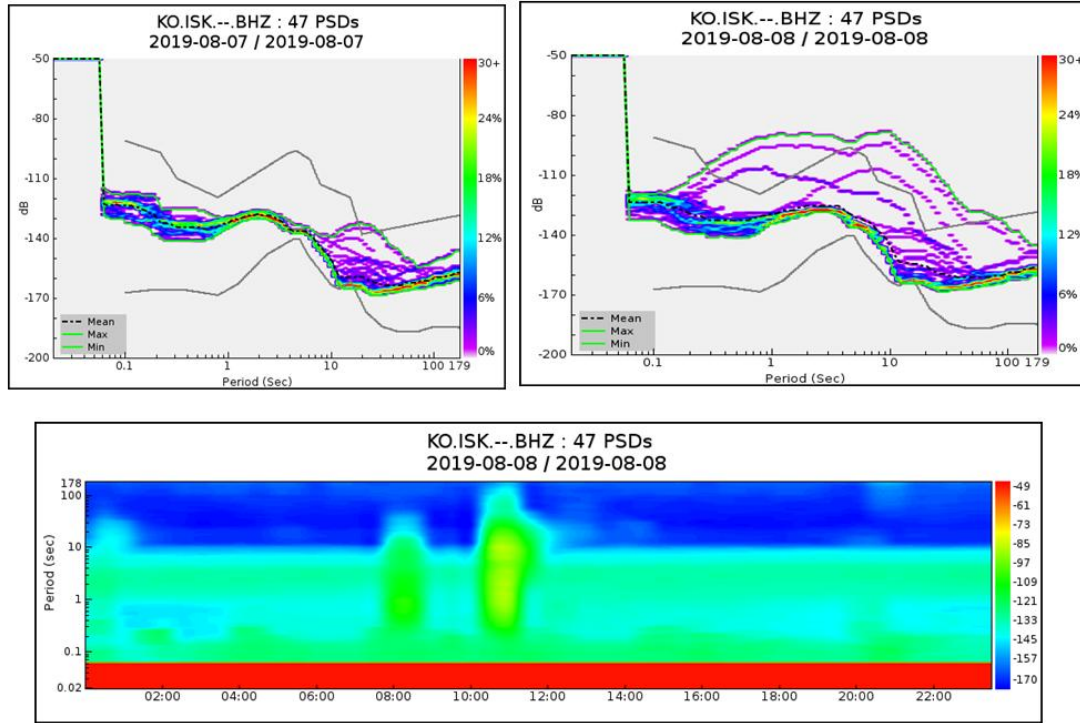


Şekil 4. ENEZ istasyonuna ait GYF grafiği ve gürültü çeşitlerinin gösterimi (Power spectral density (PSD) plot of the ENEZ station, illustrating different types of seismic noise)

Şekil 5'de ISK ve Armutlu istasyonuna ait 2 günlük gürültü analizi sonucu görülmektedir. 8 Ağustos 2019'da meydana gelen M:5.7 ve M:5.0 lık depremin saçılımı grafiğin üst kısmında net bir şekilde görülmektedir.

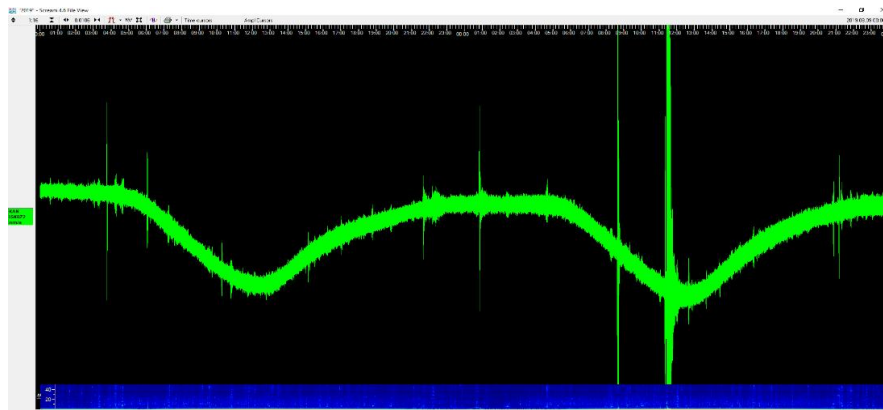


Şekil 5. ISK (Kandilli) ve Armutlu (ARMT) istasyonu için 2 günlük (08-09 Ağustos 2019) GYS-OYF grafikleri (yeni program) (Power spectral density (PSD) and probability density function (PDF) plots for ISK (Kandilli) and ARMT (Armutlu) stations over a two-day period (08-09 August 2019), generated using the new program)



Şekil 6. a) ISK (Kandilli) istasyonu için 2 günlük (08-09 Ağustos 2019) gürültü analizi sonucu (PQLX programı ile) b) ISK istasyonunun 2 günlük spektrogramı (a) Two-day (08-09 August 2019) noise analysis for the ISK (Kandilli) station obtained using the PQLX program; (b) two-day spectrogram of the ISK station)

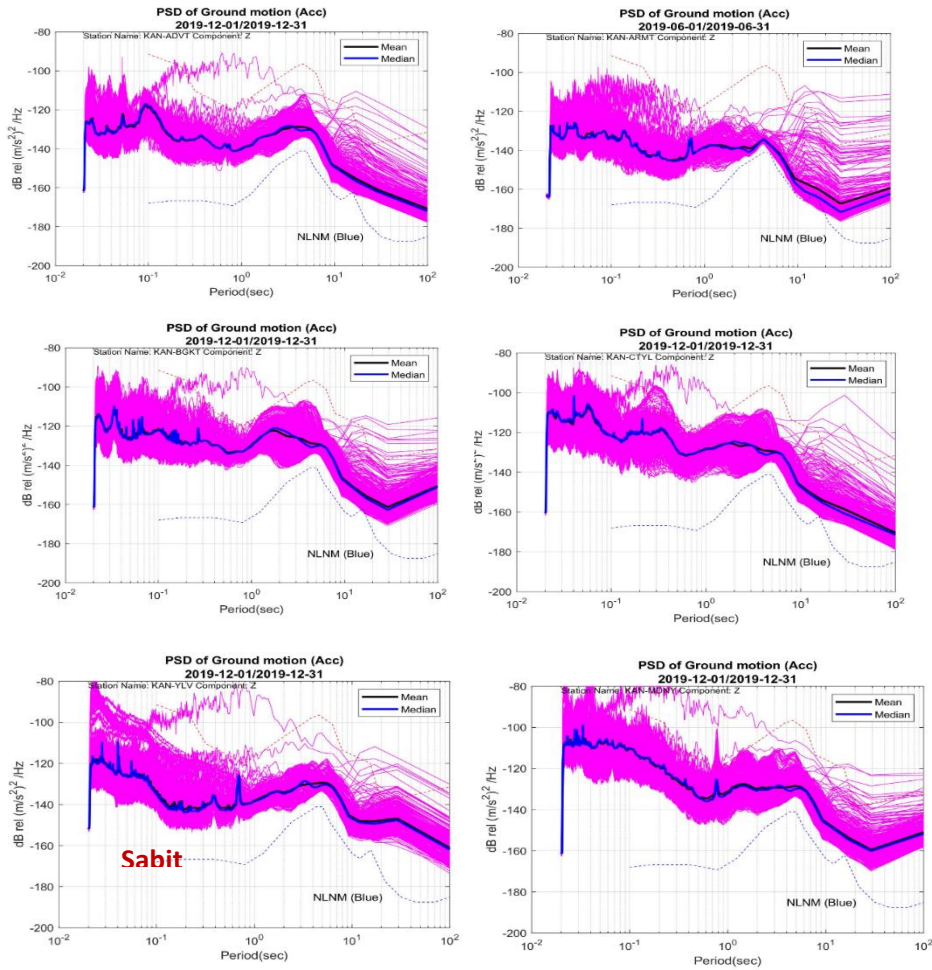
Her iki programda da ISK istasyonu için elde edilen analiz sonuçlar benzerdir. Gürültü seviyesi ortalama 130 DB civarındadır. ISK istasyonunun BYF yani yüksek periyot bandında oluşan gürültü içeriği ARMT istasyonuna göre daha fazladır. Her iki istasyonda deniz kenarına yakın olması sebebi ile deniz dalgalarından etkilenmektedir. Fakat ISK, İstanbul Boğaz'ına çok yakın olması sebebi ile gürültü seviyesi ARMT istasyonundan daha fazladır. Şekil 6 ve 7'de ISK istasyonuna ait 2 günlük veriye baktığımız zaman GMT 09:00 civarında yani 12:00 'de güneş tam tepedeyken eğrinin azaldığı, güneşin etkisi gittikten sonra tekrar normale döndüğünü görebiliriz. Bu da istasyonun hava sıcaklığından etkilendiği ve daha iyi bir izolasyon ile bu problemin ortadan kalkacağını söyleyebiliriz.



Şekil 7. ISK istasyonuna ait 2 günlük GCF verisinin Scream programı üzerinde görüntülenmesi (Visualization of two-day GCF data from the ISK station using the Scream software)

Gürültü seviyeleri karşılaştırmak için örnek 6 istasyon için bir aylık gürültü seviyesi grafikleri Şekil 8'de verilmektedir. Apdülvahap (ADVT), Armutlu (ARMT), Boğazköy (BGKT), Çatalca (CTYL), Yalova (YLV) ve Mudanya (MDNY) istasyonları Marmara Bölgesinde bulunmaktadır. ADVT ve ARMT istasyonunun gürültü seviyeleri 130 DB civarındadır. CTYL ve MDNY istasyonları diğerleri ile kıyaslandığında yüksek gürültü seviyesine sahiptirler. Kültürel gürültü bandında YLV istasyonunda birden fazla sabit gürültü kaynağı bulunduğu gözlenmektedir. Aynı şekilde BGKT istasyonunda yüksek frekanslarda sabit gürültü kaynakları olduğu grafiklerde gözlenmektedir. Bunların nedeni istasyonların kurulu olduğu alanların kentleşmenin büyümesi ile birlikte

gürültü kaynakları içinde kalmasıdır.

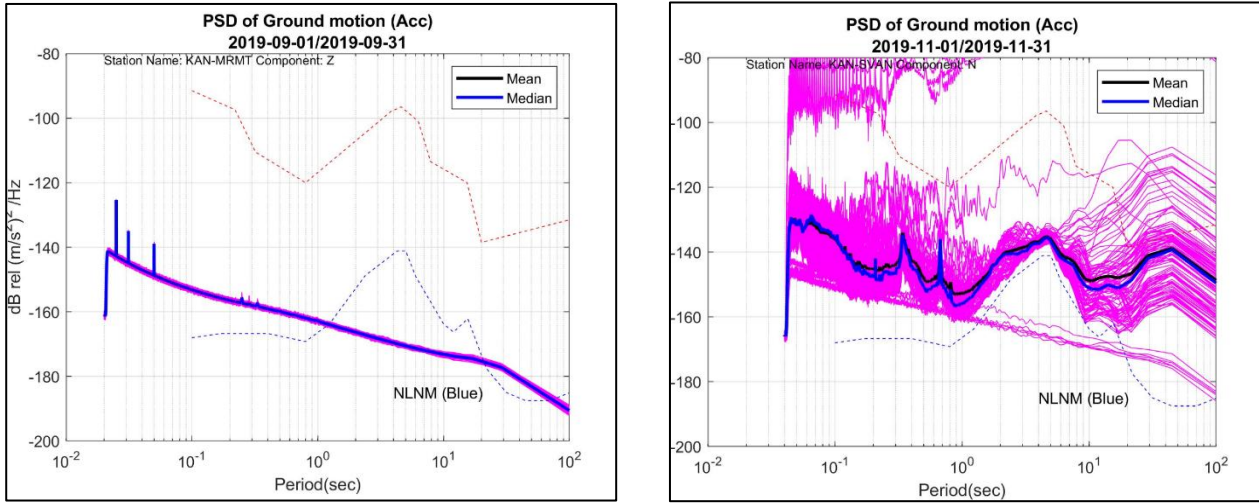


Şekil 8. Marmara Bölgesi'nde bulunan 6 istasyona ait gürültü analizi sonuçları (Noise analysis results from six seismic stations located in the Marmara region)

5. Sonuç ve Tartışma (Result and Discussion)

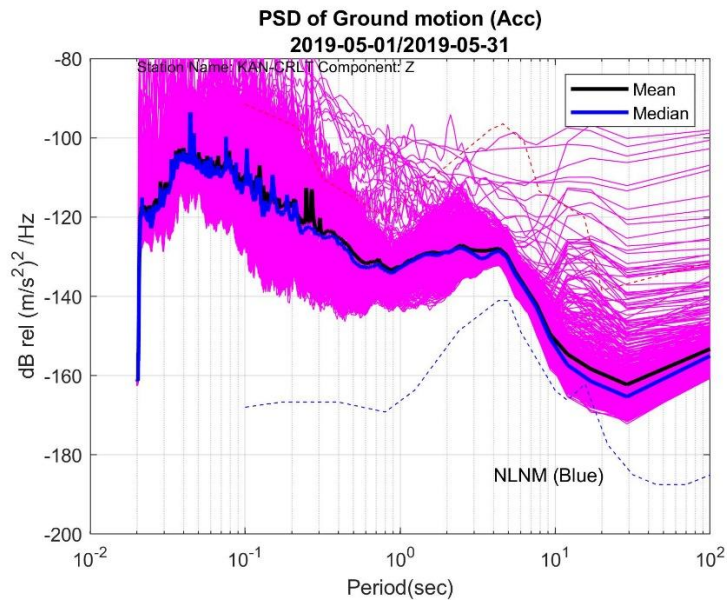
Bu çalışmada, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (B.Ü. KRDAE-BDTİM) tarafından işletilen 127 adet BB istasyonunun 2019 yılı verileri kullanılarak hem yeni yazılım hem de PQLX programı ile gürültü analizi yapılmıştır. Boğaziçi Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Projesi (BAP-15831) kapsamında desteklenen bu çalışma, 2019 yılında gerçekleştirildiği için çalışmada 2019 yılına ait veriler sunulmuştur. Ayrıca, güncel verilerin sağlanabilmesi adına BDTİM'e ait 2024 yılı için 146 Hız Ölçer (BB) istasyonunun gürültü analizleri yapılmış ve sonuçlar, <https://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/sismik-ag/istasyon-gurultu-analizi/> adresinde yayımlanmıştır.

Gürültü analizi sırasında dikkat çeken bir diğer önemli konu, istasyonlardan toplanan verilerin sürekliliği ve kalitesinin düşük olmasıdır. Veri boşluklarının (data gap) sıklığı, muhtemel bir arıza durumu nedeniyle uzun zaman dilimlerinde verilerin hiç toplanamaması, istasyonların kültürel gürültülerden kolayca etkilenebilecek bölgelere kurulmuş olması ve alet kaynaklı baskın olayların uzun periyotlarda kayıtlara etki etmesi, veri kalitesini olumsuz yönde etkilemiş ve gürültü analizine yönelik değerlendirmeleri sınırlamıştır. Şekil 9'da, seçilen iki istasyonun GYS-OYF grafiklerinde dikkat çeken olaylara ait kötü kayıt örnekleri gösterilmiştir.



Şekil 9. MRMT ve SVAN istasyonuna ait gürültü analizi sonuçları (Seismic Noise analysis results for the MRMT and SVAN seismic stations)

Çalışmanın amaçlarından biri yüksek gürültü içeriği gözlemlenen 3 istasyon için araziye gidilmek şartı ile gürültü kaynaklarının tespiti ve bu gürültü kaynaklarının giderilmesi ile ilgili önerilerin geliştirilmesi idi. Bu amaç doğrultusunda Çorlu-Tekirdağ (CRLT), Şarköy-Tekirdağ (RKY) ve Lapseki-Çanakkale (LAP) istasyonlarına gidilmiştir. CRLT istasyonu için elde edilen GYS grafiklerinde kültürel gürültü bandında sabit gürültü kaynakları tespit edilmiş ve gürültü seviyesi diğer istasyonlarla karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu için bu istasyon seçilmiştir (Şekil 10). Arazi’de istasyonun hemen yanında jeneratör ve su pompası olduğu görülmüştür (Şekil 11). Mevcut jeneratör bölgedeki bazı istasyonlarına elektrik sağlamaktadır ayrıca bölgede taş ocağı çalışmaları yürütülmektedir (Şekil 12). Düşük periyot bandında gözlenen sürekli gürültünün nedenlerinin bu kaynaklar olduğu anlaşılmıştır.



Şekil 10 . CRLT istasyonunun 2019_Mayıs ayı için gürültü analizi sonuçları (Seismic Noise analysis results for the CRLT station during May 2019)

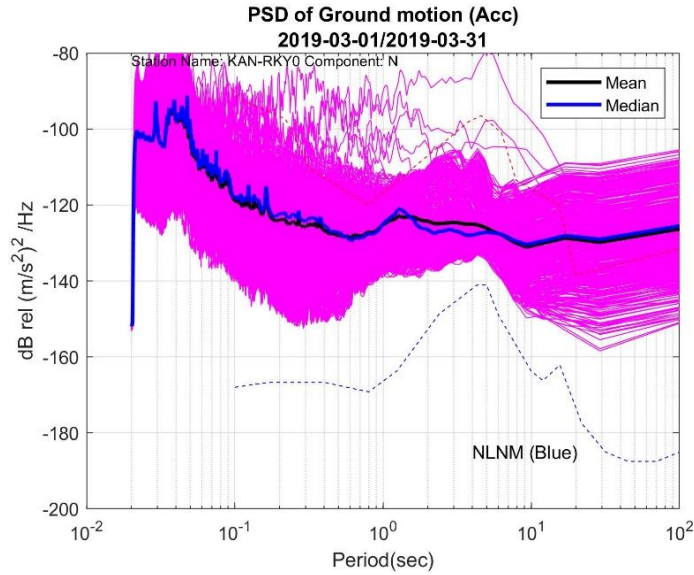


Şekil 11. CRLT istasyonundaki Jeneratör ve baz istasyonları (Generator and telecommunication base stations at the CRLT seismic station)



Şekil 12. CRLT istasyonundaki patlatma noktaları (Quarry blasts in the vicinity of the CRLT seismic station)

RKY istasyonunda kültürel gürültü bandında bir yıl boyunca elde edilen GYS grafiklerinde sabit gürültü kaynakları gözlenmiştir.



Şekil 13. RKY istasyonunun Mart (2019) ayı için gürültü analizi sonuçları (Seismic Noise analysis results for the RKY station during March 2019)

RKY istasyonunun hemen yanında çok büyük galeriler ve taş ocağı çalışmaları var (Şekil 14). Ve istasyon bu çalışmaların tam ortasında kalmış. Şekil 15’de görüldüğü üzere çok sayıda verici ve baz istasyonu da istasyonun bulunduğu alanda. Bu yüzden yüksek frekans bandında sabit gürültüler gözlenmektedir.



Şekil 14. RKY istasyonundaki taş ocağı çalışmaları ve askeriye verici kuleleri ve liman işletmeleri radarı (Quarry blasts, military transmission towers, and harbor operation radar located near the RKY seismic station)

Çorlu, Şarköy ve Lapseki istasyonlarına gidildiği zaman 6T Güralp sismometre ile istasyonların yanlarında birer saatlik H/V kayıtları alınmış ve incelenmiştir. Bunun nedeni gürültünün kaynağının cihazdan mı yoksa zeminden mi kaynaklandığının araştırılmak istenmesidir. Çalışma sonunda gürültünün sismometre veya bileşenlerinden kaynaklanmadığı saptanmıştır. Üç istasyonunda zemini Istaranca, Rodophe, Sakarya ve İstanbul zonlarının kesişiminde yer alan Trakya havzasındaki dayanıklı kireçtaşı formasyonu üzerindedir. Yüksek gürültü gözlemlenen bölgelerde kuyu istasyonlarını (borehole) kurulması toplanan sismik verinin kalitesini arttıracaktır.

Makalenin diğer amaçlarından biri PQLX programı ve yeni yazılımın avantaj ve dezavantajları tartışmak idi. Sismolojide yaygın olarak kullanılan PQLX programının veri giriş formatı SAC formatıdır. Türkiye’de deprem ağı olan tüm kurumların kullandığı cihazların veri çıkış formatı GCF formatıdır. Eğer PQLX programını kullanarak gürültü analizi yapmak istenirse öncelikle format dönüşümü yapmak gerekmektedir ki eğer yüklü bir veri setiniz varsa dönüşüm için ayrı zaman ayrılması gerekmektedir. Yeni yazılımla format dönüşümüne ihtiyaç duyulmamakta, arazide kaydedilen verinin formatı ve dosyalama yapısı üzerinden analiz yapabilme imkanı sunmaktadır. Arazide alınan bir günlük veya birkaç saatlik veri üzerinden kaydettiğiniz verinin gürültü analizini pratik bir şekilde arazide yapabilme şansı sunar. PQLX programı Linux tabanlı çalışmakta ve programın kurulumu yeni yazılıma göre biraz zaman almaktadır. 2024 yılına ait merkeze ait tüm geniş band istasyonların gürültü analizleri yapılarak BDTİM web sayfasında araştırmacılar için yayınlamıştır.

Teşekkür (Acknowledgement)

Bu çalışma Boğaziçi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 19TP2/15381 nolu proje kapsamında desteklenmiştir. Proje de destek veren rahmetli Doç. Dr. Doğan Kalafat'a, yazılım desteği veren Dr. Süleyman Tunç'a ve katkılarından dolayı Doç. Dr. Selda Altuncu Poyraz'a teşekkürü bir borç bilirim.

Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

Yazar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir. No conflict of interest was declared by the author.

Kaynaklar (References)

- Anthony, R. E., Aster R. C., Wiens, D., Nyblade, A., Anandakrishnan, S., Huerta, A., Winberry, J.P., Wilson, T., Row, C., 2015. The seismic noise environment of Antarctica. *Seismol. Res. Lett.*, 86, 89–100.
- Berger, J., Davis, P., Ekström, G., 2004. Ambient earth noise: a survey of the global seismographic network. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 109.B11.
- Bonnefoy Caludet, S., Cotton, F., Bard, P.Y., 2006. The Nature of Noise Wavefield and its Application for Site Effect Studies: A Literature Review. *Earth Science Reviews*, 79 (3-4), 205-227.
- Bormann, P., Wielandt, E., 2013. Seismic signals and noise, in *New Manual of Seismological Observatory Practice2 (NMSOP-2)*, P. Bormann (Editor), Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Potsdam, Germany, 1–62.
- Bromirski, P.D., Duennebie, F.K., 2002. The near-coastal microseism spectrum: Spatial and temporal wave climate relationships. *J. Geophys. Res.*, 107(B8), 2166.
- Bromirski, P. D., Duennebie, F. K., Stephen, R. A., 2005. Mid-ocean microseisms. *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 6, Q04009.
- Custódio, S., Dias, N. A., Caldeira, B., Carrilho, F., Carvalho, S., Corela, C., Díaz, J., Narciso, J., Madureira, G., Matias, L., 2014. Ambient noise recorded by a dense broadband seismic deployment in western Iberia, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 104 (6), 2985–3007.
- Demuth, A., Ottemöller, L., Keers, H., 2016. Ambient noise levels and detection threshold in Norway. *Journal of Seismology*. 20, pp.889-904.
- Evangelidis, C. P., Melis, N.S., 2012. Ambient noise levels in Greece as recorded at the Hellenic Unified Seismic Network, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 102 (6), 2507–2517.
- Green, D.N., Bastow, I.D., Dashwood, B., Nippres, S.E.J., 2016. Characterizing Broadband Seismic Noise in Central London. *Seismological Research Letters*, 88 (1), 113–124.
- Hasselmann, K. A., 1963. A statistical analysis of the generation of microseisms. *Rev. Geophys.*, 1, 177 – 209.
- Kedar, S. Webb, F.H., 2005. The ocean's seismic hum. *Science*, 307(5710), pp.682-683.
- Longuet-Higgins, M. S., 1950. A theory of the origin of microseisms. *Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. A*, 243, 1 – 35.
- Marzorati, S., Bindi, D., 2006. Ambient noise levels in north central Italy, *Geochem. Geophys. Geosys.*, 7, Q09010.
- Mcnamara, D., Boaz, R.I., 2011. PQLX: A Seismic Data Quality Control System Description, Applications, and User's Manual. Open-file Report 2005-1418.
- Mcnamara, D., Buland, R.P., 2004. Ambient Noise Levels in the Continental United States *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.94, N:4, p. 1517-1527.
- McNamara, D.E., Hutt, C.R., Gee, L.S., Benz H.M., Buland, R.P., 2009. A Method to Establish Seismic Noise Baselines for Automated Station Assessment. *Seismological Research Letters*, 80 (4), 628–637.
- Möllhoff, M., Bean, C.J., 2016. Seismic Noise Characterization in Proximity to Strong Microseism Sources in the Northeast Atlantic. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 106(2).
- Özelaybey, S., 2011. Arka Plan Sismik Gürültü ile Sismolojik Çalışmalar, 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, ODTU, Ankara.
- Peterson, 1993. Observations and Modelling of Seismic Background Noise. Open-file Report, U.S. Department of Interior Geological Survey.
- Rastin, S. J., Unsworth, C.P., Gledhill, K.R., McNamara, D.E., 2012. A detailed noise characterization and sensor evaluation of the North Island of New Zealand using the PQLX data quality control system. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 102 (1), 98–113.
- Stutzman, E., Roult, G., Astiz, L., 2000. Geoscope station noise levels. *Bull. Seism. Soc. Am.* 90, 690–701.
- Tanimoto, T., 2007. Excitation of normal modes by nonlinear interaction of ocean waves. *Geophysical Journal International*, 168, 571-582.
- Vassallo, M., Festa, G., Bobbio, A., 2012. Seismic ambient noise analysis in southern Italy, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 102 (2), 574–586.
- Webb, S.C., 2002. Seismic noise on land and on the sea floor. In *International Geophysics*, Vol. 81, pp. 305-318. Academic Press.
- Wolin, E., Van der Lee, S., Bollmann, T.A., Wiens, D.A., Revenaugh, J., Darbyshire, F.A., Frederiksen, A.W., Stein, S., Wyssession, M.E., 2015. Seasonal and Diurnal Variations in Long-Period Noise at SPREE Stations: The Influence of Soil Characteristics on Shallow Stations' Performance. *Bulletin of the Seismological Society of America*. 105 (5),