Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi
Afyon Kocatepe University – Journal of Science and Engineering
https://dergipark.org.tr/tr/pub/akufemubid

Araştırma Makalesi / Research Article
e-ISSN: 2149-3367
DOI: https://doi.org/10.35414/akufemubid.1477371
AKÜ FEMÜBİD **25** (2025) 015803 (171-186)
AKU J. Sci. Eng. **25** (2025) 015803 (171-186)

# Doğal Taş İşleme Tesislerinde Gürültü Kaynaklarının Araştırılması

***Makale Bilgisi / Article Info***
Alındı/Received: 02.05.2024
Kabul/Accepted: 17.09.2024
Yayımlandı/Published: 07.02.2025

## Investigation of Noise Sources in Natural Stone Processing Plants

**Ömer Faruk ERTİK[1], İlknur EROL[2*]**
[1]*Adana Büyükşehir Belediyesi, Adana, Türkiye*
[2]*Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye*

© Afyon Kocatepe Üniversitesi
*© 2025 The Authors | Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 (CC BY-NC) International License*

**Öz**

Bu çalışmada, 8 farklı doğal taş işleme tesisinde yer alan makinelerin eşdeğer gürültü seviyeleri belirlenmiştir. Gürültü ölçüm sonuçlarına göre gürültü seviyesi en yüksek olan makinelerin A tesisinde kafa kesme, B tesisinde trimming; C, E, F ve H tesislerinde S/T; D ve G tesislerinde köprü kesme makinelerinin olduğu tespit edilmiştir. Doğal taş işleme tesislerinde birden fazla makine bir arada çalıştığından dolayı tesislerin bileşke gürültü değerleri hesaplanmıştır. En yüksek bileşke gürültü değeri A tesisinde 109,3 dBA olarak tespit edilmiştir. Tesislerde çalışanların 8 saatlik bir iş günü için maruz kaldıkları gürültü seviyeleri ($L_{EX,8h}$) hesaplanmış ve gürültü yönetmeliğine göre değerlendirilmiştir. Tüm tesislerde çalışanların maruz kaldıkları gürültü değerlerinin sınır değeri ($L_{EX,8h}$=87 dBA) aştığı tespit edilmiştir. Ayrıca, tesisler arasında benzer görev yapan makinelerin gürültü seviyeleri arasındaki farklılıklar belirlenmeye çalışılmıştır. Bu esasla makinelerin ortalama eşdeğer gürültü seviyeleri ile kestikleri doğal taşların shore sertlik değerleri ilişkilendirilmiştir. Çoklu ebatlama makinelerinde $R^2$=%99'luk, trimming makinelerinde $R^2$=%56'lık, kafa kesme makinelerinde $R^2$=%87'lik, plaka silim makinelerinde $R^2$=%0'lık, köprü kesme makinelerinde $R^2$=%32'lik, katrak makinelerinde $R^2$=%77'lik, S/T makinelerinde ise $R^2$=%70'lik bir ilişki tespit edilmiştir. Çalışanların gürültünün zararlı etkilerinden korunmaları için çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

***Anahtar Kelimeler:*** *Gürültü; Makineler; Doğal taş işleme tesisleri; İş sağlığı ve güvenliği.*

**Abstract**

In this study, equivalent noise levels of the machines in 8 different natural stone processing plant were determined. Based on the noise measurement results, it was determined that the machines with the highest noise levels were head cutting machines in Plant A, trimming machines in Plant B, S/T machines in Plants C, E, F, and H, and bridge cutting machines in Plants D and G. Since multiple machines operate together in natural stone processing plants, the composite noise values of the plants have been determined. The highest composite noise value was found to be 109.3 dBA in Plant A. The noise levels ($L_{EX,8h}$) that workers in the plants were exposed to during an 8-hour workday were calculated and evaluated according to noise regulations. It was determined that the noise values exceeded the limit value ($L_{EX,8h}$=87 dBA) for all workers in the plants. Additionally, differences in the noise levels of machines performing similar tasks between plants were tried to be determined. On this basis, the average equivalent noise levels of the machines were correlated with the shore hardness values of the natural stones they cut. A relationship with $R^2$=%99 for multi-blade cutting machines, $R^2$=%56 for trimming machines, $R^2$=%87 for head cutting machines, $R^2$=%0 for slab polishing machines, $R^2$=%32 for bridge cutting machines, $R^2$=%77 for gang saw machines, and $R^2$=%70 for S/T machines was detected. Various recommendations were made to protect workers from the harmful effects of noise.

**Keywords:** *Noise; Machines; Natural stone processing plants; Occupational health and safety.*

## 1. Giriş

Doğal taş endüstrisi, madencilik sektörünün en önemli bileşenlerindendir. Türkiye, ham ve işlenmiş doğal taş üretiminde dünyada ihracat yapan ülkeler arasına girmiştir. Bu başarı, ülkemizde üretilen doğal taş çeşitliliğinin fazlalığı ve doğal taş bloklarının tesislerde işlenip satışa sunulması sayesinde olmuştur (Yeşilkaya vd. 2017). Doğal taş sektörü tam mamul üretim sürecindeki işlem türünün fazla olması sebebi ile diğer sektörler ile kıyaslandığında bünyesinde çok farklı tehlikeler barındırmaktadır (Yıldırım 2019). Doğal taş madenciliği, ocak işletmeciliği ve tesis süreci olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Doğal taş ocak işletmeciliği, ağır iş makinelerinin kullanımının gerekli olduğu sektörlerdendir. İş makinelerinin, kapasite ve üretkenliklerinin yüksek oluşu zamandan kazanım sağlamakla birlikte çalışanlara daha kısa sürede daha büyük işler yapabilme fırsatı sunmaktadır. Doğal taş ocaklarında kullanılan iş makineleri, paletli ekskavatör, lastikli yükleyici, hafriyat kamyonu, sondaj makinesi, elmas tel kesme makinesidir. Yapılan işe uygun olarak seçilen iş makineleri ile kazı, yükleme ve taşıma işlemleri gerçekleştirilmektedir. Doğal taş işleme tesisleri ise, doğal taş ocaklarında üretilen blok halindeki doğal taş kütlelerinin kesilip boyutlandırılarak parlatılıp cilalandığı tesislerdir (Özel 2019). İşletmenin amacına göre yalnız

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: İlknur EROL
e-posta/e-mail: ierol@cu.edu.tr

levha üreten, yalnız fayans üreten veya her ikisini de üretebilen tesisler vardır (Karaca 1997). Levha üretim hattında, yüksek miktar ve hızda üretim yapılmaktadır. Bloğun yukarıdan aşağıya doğru kesilmesiyle levha (plaka) elde edilmektedir. Levha üretim hattını oluşturan makineler; Katraklar, Köprü Kesme Makineleri, Geniş Bant Cila (Plaka Silim) makineleridir. Fayans hattında özel siparişlere göre mermer fayanslar üretilmektedir. Bu hatta S/T, Baş Kesme, Cilalama (Polisaj), Ebatlama, Yan Kalibre, Pah Kırma, Kanal Açma Makineleri yer almaktadır. Doğal taş ocakları ve tesisleri, gürültü seviyesi oldukça yüksek çalışma ortamlarıdır. Gürültüye sebep olan etkenler ise birden fazla iş makinesinin bir arada bulunması ve makinelerin çıkarmış olduğu gürültülerdir. Doğal taş işleme tesislerinde kullanılan makineler farklı gürültü seviyelerine sahiptir. Tesis içinde makineleri kullanan operatörler, uzun süre bu gürültüye maruz kaldığında geçici veya kalıcı işitme kayıpları söz konusu olabilmektedir. Ayrıca gürültü çalışanlarda sinirlilik, dikkatsizlik, gerginlik meydana getirmektedir. Bu durum ise çalışanların yaşam kalitesini etkileyebilmektedir. Yapılan çalışmalar doğal taş işleme tesislerinde makinelerden kaynaklanan gürültünün çalışanların sağlığı ve güvenliği açısından risk oluşturabileceğini göstermektedir (Şengün vd. 2010, Şengün vd. 2013, Çınar ve Şensöğüt 2015, Kumarı vd. 2015, Jain vd. 2017, Arıtan ve Tümer 2017, Engin vd. 2018, Önder ve İbrahimoğlu 2021, Duran vd. 2020). Bu çalışmanın amacı, 8 farklı doğal taş işleme tesislerinde bulunan gürültü kaynaklarının belirlenmesi, bileşke gürültü değerlerinin hesaplanması, çalışanların gürültü maruziyetlerinin değerlendirilmesi ve gürültüden etkilenmemeleri için alınması gereken tedbirlerin belirlenmesidir.

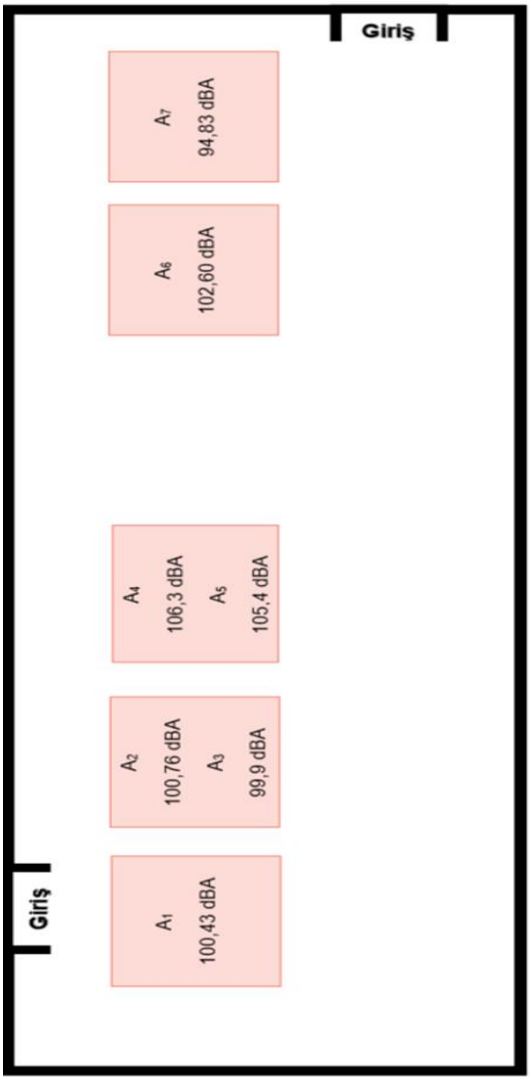
## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada Çukurova bölgesinde bulunan 8 farklı doğal taş işleme tesisinde yer alan makinelerin gürültü seviyeleri TS EN ISO 9612 metodu esas alınarak, Svantek marka gürültü ölçüm cihazı ile belirlenmiştir (Türk Standartlar Enstitüsü 2009). Her makinenin 1,0 m önünden 8 farklı noktada gürültü ölçümü yapılmış ve ortalama eşdeğer gürültü seviyesi esas alınmıştır. Makinelerin eşdeğer gürültü seviyeleri Eşitlik 1'de sunulan formül kullanılarak elde edilmiştir. Tesislerin içindeki makineler kendi içinde ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

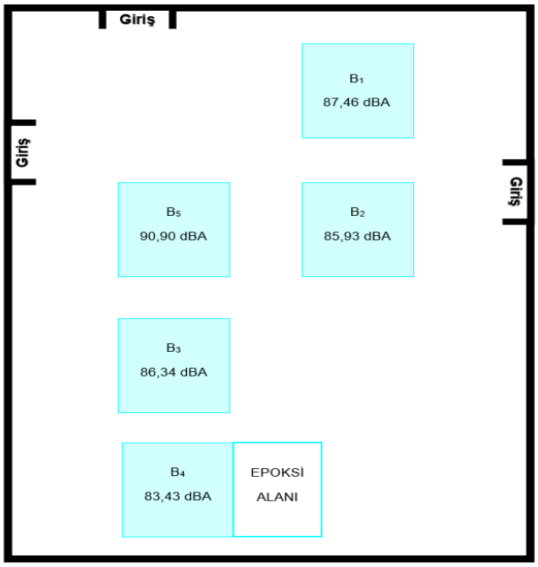
$$L_{Aeq} = 10.\log\left[\left(\frac{1}{n}\right)\sum_{i=1}^{n} 10^{L_i/10}\right] \quad (1)$$

$L_{Aeq}$: Eşdeğer gürültü seviyesi (dBA)
n : Ölçüm sayısı
$L_i$ : Ölçüm değerleri (dBA)

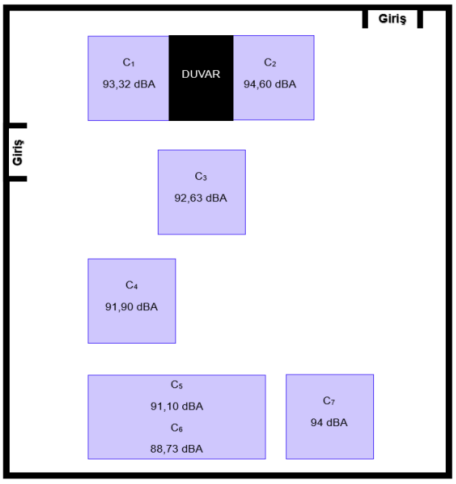
Tesislerin yerleşim planları Şekil 1-8'de, makinelerin belirlenen eşdeğer gürültü seviyeleri ise Çizelge 1-8'de gösterilmektedir.



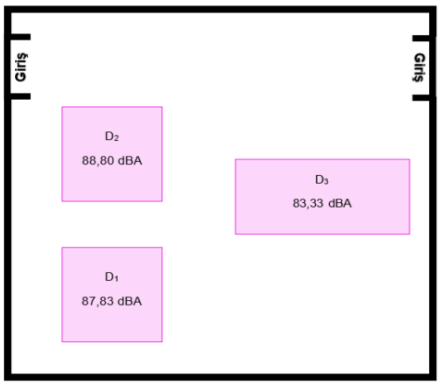

**Şekil 1.** A tesisinin yerleşim planı.



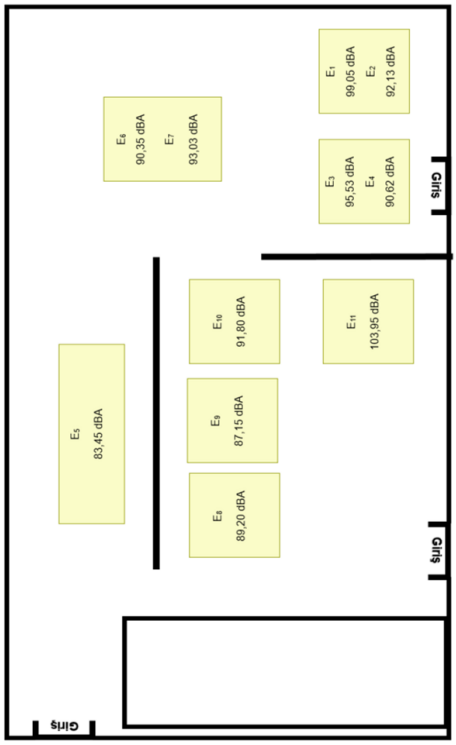

**Şekil 2.** B tesisinin yerleşim planı.



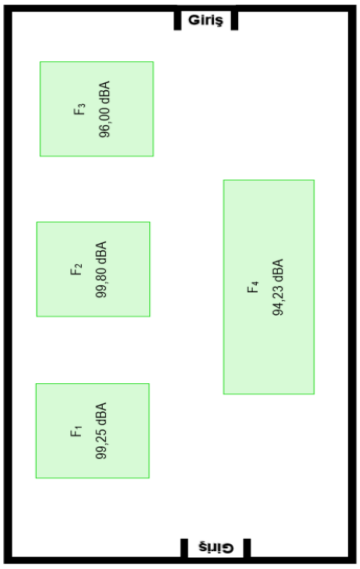

**Şekil 3.** C tesisinin yerleşim planı.



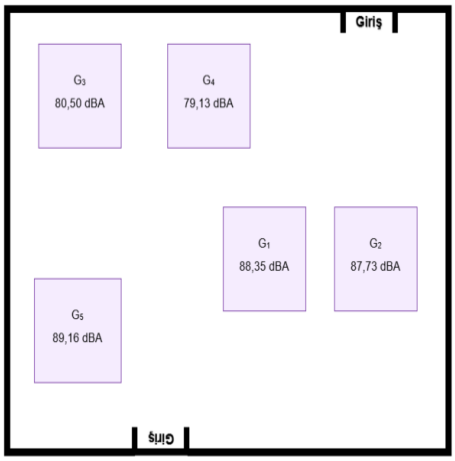

**Şekil 4.** D tesisinin yerleşim planı.



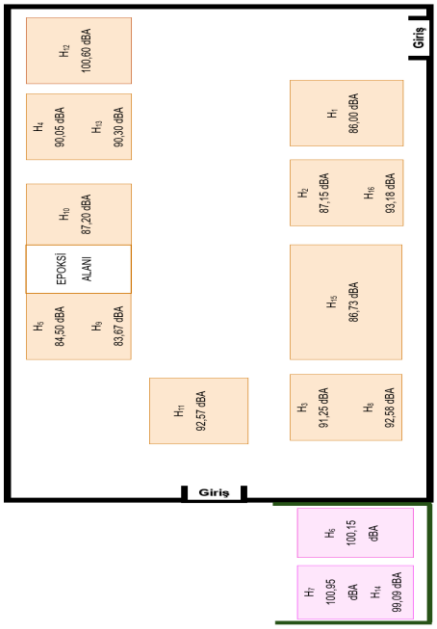

**Şekil 5.** E tesisinin yerleşim planı.




**Şekil 6.** F tesisinin yerleşim planı.




**Şekil 7.** G tesisinin yerleşim planı.




**Şekil 8.** H tesisinin yerleşim planı.

**Çizelge 1.** A tesisinde ölçülen gürültü seviyeleri (dBA).

| Kod | Makine Adı | Kestiği Doğal Taş | $L_{min}$ | $L_{max}$ | $L_{av}$ | $L_{Aeq}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | S/T-1* (2 S/T aynı anda çalışıyor) | Bazalt | 87,57 | 105,79 | 100,94 | 100,43 |
| $A_2$ | S/T-2* (2 S/T aynı anda çalışıyor) | Bazalt | 85,86 | 106,81 | 101,44 | 100,76 |
| $A_3$ | S/T-2 (Tek çalışıyor) | Bazalt | 97,4 | 102,5 | 100 | 99,9 |
| $A_4$ | Kafa Kesme (Hızlı modda çalışırken) | Bazalt | 79,7 | 115,5 | 108,8 | 106,3 |
| $A_5$ | Kafa Kesme (Yavaş modda çalışırken) | Bazalt | 79,4 | 114,3 | 107,7 | 105,4 |
| $A_6$ | Trimming | Bazalt | 85,43 | 109,20 | 103,43 | 102,60 |
| $A_7$ | Çoklu Ebatlama | Bazalt | 83,70 | 102,40 | 96,03 | 94,83 |

**Çizelge 2.** B tesisinde ölçülen gürültü seviyeleri (dBA).

| Kod | Makine Adı | Kestiği Doğal Taş | $L_{min}$ | $L_{max}$ | $L_{av}$ | $L_{Aeq}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $B_1$ | Katrak | Erdemli Beji | 85,93 | 90,29 | 87,47 | 87,46 |
| $B_2$ | PAH | Erdemli Beji | 83,12 | 94,32 | 86,25 | 85,93 |
| $B_3$ | Köprü Kesme | Perfecto Brown | 81,44 | 92,0 | 86,57 | 86,34 |
| $B_4$ | Fırın | Erdemli Beji | 80,65 | 91,88 | 83,85 | 83,43 |
| $B_5$ | Trimming | Erdemli Beji | 86,75 | 100,70 | 91,63 | 90,90 |

**Çizelge 3.** C tesisinde ölçülen gürültü seviyeleri (dBA).

| Kod | Makine Adı | Kestiği Doğal Taş | $L_{min}$ | $L_{max}$ | $L_{av}$ | $L_{Aeq}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $C_1$ | S/T-1* (2 S/T aynı anda çalışıyor) | Emperador | 89,15 | 101,98 | 93,81 | 93,32 |
| $C_2$ | S/T-2* (2 S/T aynı anda çalışıyor) | Emperador | 90,27 | 103,57 | 95,10 | 94,60 |
| $C_3$ | Kafa Kesme | Emperador | 89,40 | 102,67 | 93,03 | 92,63 |
| $C_4$ | Fırın | Emperador | 88,2 | 101,1 | 92,1 | 91,90 |
| $C_5$ | Plaka Silim (Trimming mak. çalışırken) | Emperador | 87,9 | 100,5 | 91,6 | 91,10 |
| $C_6$ | Plaka Silim (Trimming mak. durduğunda) | Emperador | 85,73 | 97,30 | 89,17 | 88,73 |
| $C_7$ | Trimming | Emperador | 91,5 | 96,05 | 94 | 94 |

**Çizelge 4.** D tesisinde ölçülen gürültü seviyeleri (dBA).

| Kod | Makine Adı | Kestiği Doğal Taş | $L_{min}$ | $L_{max}$ | $L_{av}$ | $L_{Aeq}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $D_1$ | Katrak | Erdemli Beji | 85,96 | 90,85 | 87,85 | 87,83 |
| $D_2$ | Köprü Kesme | Erdemli Beji | 82,18 | 95,92 | 89,46 | 88,80 |
| $D_3$ | Plaka Silim | Erdemli Beji | 81,85 | 86,45 | 83,33 | 83,33 |

**Çizelge 5.** E tesisinde ölçülen gürültü seviyeleri (dBA).

| Kod | Makine Adı | Kestiği Doğal Taş | $L_{min}$ | $L_{max}$ | $L_{av}$ | $L_{Aeq}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $E_1$ | Katrak 1-Eski (Tek katrak çalışıyor) | Gümüş (Erdemli) | 96,6 | 101,5 | 99,125 | 99,05 |
| $E_2$ | Katrak 1-Eski* (2 katrak aynı anda çalışıyor) | Silifke Beji | 89,43 | 96,68 | 92,18 | 92,13 |
| $E_3$ | Katrak 2- Yeni* (2 katrak aynı anda çalışıyor) | Maraş Siyahı | 94,47 | 96,60 | 95,53 | 95,53 |
| $E_4$ | Katrak 2- Yeni (Tek katrak çalışıyor) | Maraş Siyahı | 89,02 | 93,96 | 90,68 | 90,62 |
| $E_5$ | Plaka Silim | Erdemli Beji | 81,80 | 86,98 | 83,48 | 83,45 |
| $E_6$ | Köprü Kesme-1 | Erdemli Beji | 85,13 | 97,68 | 90,75 | 90,35 |
| $E_7$ | Köprü Kesme-1 | Silifke Beji | 84,25 | 100,63 | 93,60 | 93,03 |
| $E_8$ | PAH | Erdemli Beji | 86,33 | 94,65 | 89,45 | 89,20 |
| $E_9$ | Çoklu Ebatlama | Erdemli Beji | 80,65 | 94,05 | 87,5 | 87,15 |
| $E_{10}$ | Kafa Kesme | Erdemli Beji | 85,45 | 98,7 | 92,7 | 91,80 |
| $E_{11}$ | S/T | Gümüş (Konya) | 101,03 | 106,36 | 104,02 | 103,95 |

**Çizelge 6.** F tesisinde ölçülen gürültü seviyeleri (dBA).

| Kod | Makine Adı | Kestiği Doğal Taş | $L_{min}$ | $L_{max}$ | $L_{av}$ | $L_{Aeq}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $F_1$ | S/T-1* (2 S/T aynı anda çalışıyor) | Silifke Beji | 89,40 | 103,78 | 99,52 | 99,25 |
| $F_2$ | S/T-2* (2 S/T aynı anda çalışıyor) | Silifke Beji | 90 | 104,47 | 100,14 | 99,80 |
| $F_3$ | Kafa Kesme | Silifke Beji | 87,9 | 103,1 | 96,4 | 96 |
| $F_4$ | Plaka Silim | Silifke Beji | 86,20 | 99,53 | 94,47 | 94,23 |

**Çizelge 7.** G tesisinde ölçülen gürültü seviyeleri (dBA).

| Kod | Makine Adı | Kestiği Doğal Taş | $L_{min}$ | $L_{max}$ | $L_{av}$ | $L_{Aeq}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $G_1$ | Katrak 1 (Tek katrak çalışıyor) | Silverador | 87,11 | 91,27 | 89,07 | 89,03 |
| $G_2$ | Katrak 2 (Tek katrak çalışıyor) | Traverten | 86,37 | 92,90 | 88,07 | 87,95 |
| $G_3$ | Fırın 1 | | 75,57 | 90,07 | 80,97 | 80,50 |
| $G_4$ | Fırın 2 | | 73,98 | 87,10 | 79,65 | 79,13 |
| $G_5$ | Köprü Kesme | Silverador | 83,36 | 97,16 | 91,20 | 90,54 |

**Çizelge 8.** H tesisinde ölçülen gürültü seviyeleri (dBA).

| Kod | Makine Adı | Kestiği Doğal Taş | $L_{min}$ | $L_{max}$ | $L_{av}$ | $L_{Aeq}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $H_1$ | Çoklu Ebatlama | Alexander Black | 83,7 | 90,75 | 86 | 86 |
| $H_2$ | Trimming | Alexander Black | 85,2 | 92,9 | 87,25 | 87,15 |
| $H_3$ | Katrak -1 (Tek çalışıyor) | Alexander Black | 89,85 | 93,46 | 91,27 | 91,25 |
| $H_4$ | Köprü Kesme-2 | Alexander Black | 86,75 | 95,53 | 90,72 | 90,05 |
| $H_5$ | Fırın -1 | | 82,35 | 87,45 | 84,55 | 84,50 |
| $H_6$ | S/T-1* (2 S/T aynı anda çalışıyor) | Alexander Black | 99,9 | 100,9 | 100,55 | 100,15 |
| $H_7$ | S/T-2* (2 S/T aynı anda çalışıyor) | Alexander Black | 95,35 | 107,5 | 101,4 | 100,95 |
| $H_8$ | Katrak -1* (2 katrak aynı anda çalışıyor) | Alexander Black | 90,48 | 95,10 | 92,63 | 92,58 |
| $H_9$ | Fırın-1 | | 82,77 | 84,63 | 83,70 | 83,67 |
| $H_{10}$ | Fırın-2 | | 85,66 | 90,9 | 87,28 | 87,20 |
| $H_{11}$ | Katrak- 2* (2 katrak aynı anda çalışıyor) | Bruno Perla | 91,22 | 94,72 | 92,58 | 92,57 |
| $H_{12}$ | Köprü Kesme- 1* (2 makine anda çalışıyor) | Karaman Krem | 94,90 | 102,93 | 100,63 | 100,60 |
| $H_{13}$ | Köprü Kesme- 2* (2 makine anda çalışıyor) | Limra | 88,97 | 91,87 | 90,31 | 90,30 |
| $H_{14}$ | S/T-2 | Alexander Black | 95,22 | 100,45 | 98,19 | 99,09 |
| $H_{15}$ | Dar Silim | Alexander Black | 85,20 | 91,50 | 86,73 | 86,73 |
| $H_{16}$ | Trimming (Yeni testere) | Alexander Black | 86,62 | 97,92 | 93,68 | 93,18 |

Bu çalışmada ayrıca dijital durometre cihazı ile kesilen doğal taşların sertlik değerleri belirlenmiştir (Şekil 9). Dijital durometre cihazlarında ölçüm, C-2 tipi Shore Scleroscope'unda gerçekleşen ölçüme benzer şekilde tungsten karbürden üretilen ucun, zımparalanmış ve parlatılmış kayaç yüzeyine düşürülmesi ve bunun sonucunda geri sıçrama tepkisine göre gerçekleştirilmektedir (Akbay vd. 2021). Shore sertliği hem laboratuvarda ve hem de yerinde (arazide) deneylerle saptanabilmektedir. Bu çalışmada numune üzerinde değişik noktalarda ölçüm yapılmış ve yapılan ölçümlerin ortalaması esas alınarak shore sertlik değeri belirlenmiştir. Çizelge 9'a göre kesilen doğal taşların shore sertlik sıralaması en sertten daha düşük sertliğe doğru şu şekildedir: Bazalt, Silifke Beji, Erdemli Beji, Bruno Perla, Perfecto Brown, Alexander Black, Silverador, Karaman Krem, Maraş Siyahı, Gümüş (Konya), Gümüş (Erdemli), Emperador, Traverten ve Limra'dır.

Bu tesislerde çalışan işçiler, tüm makinelerin çıkardığı gürültüye maruz kalmaktadır. Bu şekilde ortamda aynı anda iki veya daha fazla sayıda makine çalıştığında gürültü maruziyeti bileşke gürültü olarak hesaplanmaktadır. Ortamda birden fazla gürültü kaynağı bulunduğunda öncelikle iki makinenin ses seviyeleri arasındaki fark belirlenmektedir. Çizelge 10'da ses seviyeleri arasındaki farka karşılık gelen değer, yüksek sese ilave edilmektedir.



**Şekil 9.** Shore sertlik ölçümü.

3 veya daha fazla sayıda makine var ise önce iki makinenin bileşkesi tespit edilir. 3.makine ile arasındaki fark hesaplanır. Örneğin S/T-1 makinesinin gürültü seviyesi 100,43 dBA, S/T-2 makinesinin gürültü seviyesi ise 100,76 dBA'dır. Bu işyerinde çalışan işçi iki farklı makinenin gürültüsüne maruz kalıyorsa, iki makinenin gürültü seviyeleri arasındaki fark (0,33 dBA) öncelikle belirlenir. Çizelge 10'a göre 0,33 dBA için 3 dBA fark yüksek sese eklenir ve iki makinenin bileşke gürültü değeri 103,76 dBA olarak tespit edilir.

**Çizelge 9.** Kesilen doğal taşların shore sertlik değerleri.

| Kesilen Doğal Taş | Sertliği | Görüntüsü |
|---|---|---|
| Bazalt | 70,75 | |
| Silifke Beji | 53,83 | |
| Erdemli Beji | 50,88 | |
| Bruno Perla | 47,92 | |
| Perfecto Brown | 46,72 | |
| Alexander Black | 46,25 | |
| Silverador | 45,11 | |
| Karaman Krem | 44,2 | |
| Maraş Siyahı | 43,31 | |
| Gümüş (Konya) | 43,25 | |
| Gümüş (Erdemli) | 39,83 | |
| Limra | 33,5 | |
| Emperador | 38,5 | |
| Traverten | 35,5 | |

8 farklı doğal taş işleme tesisinde çalışanların maruz kaldıkları bileşke gürültü değerleri Çizelge 11'de gösterilmektedir. Makinelerin yanında çalışanların maruziyet kalabilecekleri gürültü düzeyi ise $L_{EX,8h}$ Eşitlik 2'de sunulan formül kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq} + 10\,log\left[\frac{T_e}{T_0}\right] \quad (2)$$

$L_{EX,8h}$: Gürültü maruziyet düzeyi (dBA).
$L_{Aeq}$ : Eşdeğer gürültü seviyesi (dBA).
$T_e$ : Çalışma gününde etkin olarak maruz kalınan periyot (saat).
$T_0$ : Referans maruz kalma periyodu (= 8 saat).

**Çizelge 10.** Çok sayıda gürültü kaynağı olan işyerlerinde yüksek sese eklenecek desibel skalası (NIOSH 2000).

| Ses seviyeleri arasındaki fark (dBA) | Yüksek sese eklenecek miktar (dBA) |
|---|---|
| 0 | 3,0 |
| 2 | 2,6 |
| 3 | 1,8 |
| 4 | 1,5 |
| 5 | 1,2 |
| 6 | 1,0 |
| 7 | 0,9 |
| 8 | 0,8 |
| 10 | 0,4 |
| 12 | 0,3 |
| 14 | 0,2 |
| 16 | 0,1 |

**Çizelge 11.** Tesislerin bileşke gürültü değerleri.

| Tesis Adı | $L_{eq}$, dBA |
|---|---|
| A | 109,3 |
| B | 94,16 |
| C | 101,3 |
| D | 92,4 |
| E | 105,7 |
| F | 103,4 |
| G | 93,95 |
| H-1 | 103,2 |
| H-2 | 103,75 |

## 3. Bulgular

Bu çalışma kapsamında Çukurova Bölgesinde 8 farklı doğal taş işleme tesisinde (A, B, C, D, E, F, G ve H olmak üzere) gürültü kaynakları tespit edilmiştir. A tesisinde 2 adet S/T, çoklu ebatlama, trimming ve kafa kesme makineleri çalışırken gürültü ölçümleri yapılmıştır. Tüm makinelerde Bazalt taşı kesilmektedir. En fazla gürültü kafa kesme makinesi hızlı modda çalışırken tespit edilmiştir. Kafa kesme makinesi hızlı modda çalışırken ölçülen ve Eşitlik 1 kullanılarak hesaplanan gürültü seviyesi 106,3 dBA iken yavaş modda çalışırken elde edilen gürültü seviyesi ise 105,4 dBA'dır. Diğer tesislerde trimming makineleri çalışırken ölçülen gürültü seviyeleri 87-94 dBA aralığında iken A tesisinde bu değer 102,60 dBA olarak

belirlenmiştir. Bunun sebebi A tesisinde kesilen Bazalt taşı'nın diğer doğal taşlara nispeten daha sert olmasıyla açıklanabilir. Yapılan shore sertlik ölçümünde de en sert doğal taş olarak bazalt tespit edilmiştir. S/T'lerin ikisi aynı anda çalışmakta olup, ölçülen gürültü değerleri 100,43 dBA ve 100,76 dBA olarak belirlenmiştir. Çoklu ebatlama makinesinin gürültü seviyesi ise 94,83 dBA olarak ölçülmüştür.

B tesisinde katrak, PAH, köprü kesme, fırın ve trimming makineleri çalışırken gürültü ölçümleri yapılmıştır. Bu tesiste Erdemli Beji ve Perfecto Brown'un kesim işlemi yapılmaktadır. En fazla gürültü trimming makinesi çalışırken 90,90 dBA olarak tespit edilmiştir. Katrak makinesinin gürültü seviyesi 87,46 dBA; köprü kesme makinesinin 86,34 dBA; PAH işlemi sırasında 85,93 dBA; fırının ise 83,43 dBA olarak ölçülmüştür. Tüm makineler bir arada olup, en yüksek gürültü kaynağı trimming makineleridir.

C tesisinde 2 adet S/T, kafa kesme, fırın, plaka silim ve trimming makineleri çalışırken gürültü ölçümleri yapılmıştır. Bu tesiste Emperador'un kesim işlemi yapılmaktadır. S/T'lerin ikisi aynı anda çalışmakta olup, ölçülen gürültü değerleri 93,32 ve 94,60 dBA'dır. İki S/T arasında duvar olmasından kaynaklı olarak gürültü değerlerinde bir düşüş söz konusudur. Kafa kesme makinesinin gürültü seviyesi 92,63 dBA; fırının 91,9 dBA; trimming makinesinin ise 94 dBA olarak ölçülmüştür. Plaka silim makinesinin gürültü seviyesi, trimming makinesi çalışırken 91,1 dBA; trimming makinesi durduğunda ise 88,73 dBA olarak belirlenmiştir. Tüm makineler bir arada olup, en yüksek gürültü kaynakları trimming makineleri ve S/T'lerdir.

D tesisinde katrak, köprü kesme ve plaka silim makineleri bir arada bulunmaktadır. Bu tesiste Erdemli Beji'nin kesim işlemi yapılmaktadır. Katrak makinesinin gürültü seviyesi 87,83 dBA; köprü kesme makinesinin 88,8 dBA; plaka silim makinesinin ise 83,33 dBA olarak tespit edilmiştir. En yüksek gürültü kaynağı köprü kesme ve katrak makineleridir.

E tesisinde eski ve yeni olmak üzere 2 adet katrak, plaka silim, PAH, kafa kesme, köprü kesme, çoklu ebatlama ve S/T makineleri bir arada bulunmaktadır. Yeni katrak makinesinde (tek katrak çalışırken) Maraş Siyahı kesimi sırasında ölçülen gürültü seviyesi 90,62 dBA'dır. Eski katrak makinesinde (tek katrak çalışırken) Gümüş (Erdemli)'ün kesimi sırasında ölçülen gürültü seviyesi de 99,05 dBA olarak belirlenmiştir. Maraş Siyahının shore sertliği, Gümüş (Erdemli)'ün sertliğinden büyük olmasına rağmen yeni katrakta ölçülen gürültü seviyesi düşük çıkmıştır. Gürültü farklılığının sebebi olarak, kesilen doğal taşın sertliği değil, katrak makinelerinin birinin eski diğerinin yeni olması ve eski katrağın lamasının yeni değiştirilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yeni katrakta Maraş Siyahı, eski katrakta ise Silifke Beji kesilirken (2 katrak aynı anda çalışırken) de gürültü ölçümü yapılmıştır. Eski katrağın gürültüsü 92,13 dBA iken yeni katrağın gürültüsü 95,53 dBA olarak ölçülmüştür. Yapılan shore sertlik ölçüm sonuçlarına göre Silifke Beji'nin Maraş Siyahına göre daha sert olduğu anlaşılmaktadır. Ancak ölçülen gürültü seviyesi Silifke Beji kesilirken daha az çıkmıştır. Gürültü ölçüm sonuçlarındaki farkın sebebi burada da shore sertlik değeri değil, yeni katrağın lamalarının yeni değiştirilmesindendir. Ayrıca yeni katrakta kesilen bloğun boyutu (290 cm*170 cm*180 cm) eski katrakta kesilen bloğun boyutundan (210 cm*140 cm*170 cm) büyük olduğu için, yeni katrakta ölçülen gürültü seviyesinin daha fazla çıktığı düşünülmektedir. Plaka silim, PAH ve kafa kesme makinesinde Erdemli Beji'nin kesimi yapılırken ölçülen gürültü değerleri sırasıyla 83,45 dBA, 89,20 dBA ve 91,8 dBA'dır. Aynı köprü kesme makinesinde Erdemli ve Silifke Beji kesilirken de gürültü ölçümü yapılmış olup, elde edilen gürültü değerleri 90,35 dBA ve 93,03 dBA'dır. Shore sertlik ölçüm sonuçlarına göre Silifke Beji'nin Erdemli Bejin'den daha sert olduğu anlaşılmaktadır. Bu sebeple gürültü ölçüm sonuçlarındaki farklılığın Silifke Beji'nin, Erdemli Beji'ne göre daha sert olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Gümüş'ün (Erdemli) eski katrak makinesinde kesimi sırasında ölçülen gürültü seviyesi 99,05 dBA'dır. S/T makinesinde Gümüş'ün (Konya) kesimi sırasında ölçülen gürültü seviyesi ise 103,95 dBA olarak tespit edilmiştir. Bu tesisteki en yüksek gürültü kaynakları S/T ve katrak makineleridir.

F tesisinde 2 adet S/T, kafa kesme ve plaka silim makinesi bir arada bulunmaktadır. Bu tesiste sadece Silifke Beji kesimi yapılmaktadır. 2 adet S/T makineleri aynı anda çalışırken belirlenen gürültü değerleri 99,25 dBA ve 99,80 dBA'dır. Kafa kesme makinesinin gürültü seviyesi 96 dBA; plaka silim makinesinin ise 94,23 dBA olarak tespit edilmiştir. Bu tesiste de en yüksek gürültü kaynağı S/T makineleridir. Ayrıca iki S/T makinesinin gürültü seviyeleri birbirine çok yakın çıkmıştır.

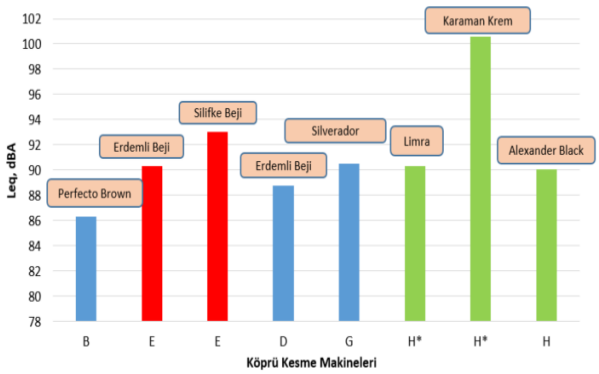
G tesisinde 2 adet katrak, köprü kesme makinesi ve 2 adet fırın bulunmaktadır. Katrak 1'de (tek katrak çalışırken) Silverador kesimi yapılırken ölçülen gürültü seviyesi 89,03 dBA'dır. Katrak 2'de (tek katrak çalışırken) Traverten kesimi yapılırken ölçülen gürültü seviyesi ise 87,95 dBA'dır. Shore sertlik ölçüm sonuçlarına göre Silverador'un Traverten'e göre daha sert olduğu

anlaşılmaktadır. Bu sebeple gürültü değerleri arasında fark olduğu düşünülmektedir. Fırınların gürültü değerleri oldukça düşük olup; 80,50 dBA ve 79,13 dBA olarak ölçülmüştür. Bazı tesislerde fırınların gürültü seviyelerinin yüksek çıkma sebebi yakınlarında yüksek gürültülü bir makinenin çalışıyor vaziyette olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Köprü kesme makinesinde Silverador kesimi sırasında ölçülen gürültü seviyeleri 90,54 dBA'dır. Bu tesiste en yüksek gürültü kaynakları köprü kesme ve katrak makineleridir.

H tesisinde çoklu ebatlama, trimming, 2 adet katrak, 2 adet köprü kesme, 2 adet S/T, 2 adet fırın bulunmaktadır. Çoklu ebatlama makinesinde Alexander Black'in kesimi gerçekleştirilirken ölçülen gürültü seviyeleri 86 dBA'dır. Katrak 1'de (tek katrak çalışırken) Alexander Black kesilirken ölçülen gürültü seviyesi 91,25 dBA'dır. Katrak 1'de Alexander Black ve Katrak 2'de Bruno Perla aynı anda kesilirken de gürültü ölçümü yapılmıştır. Bu durumda Katrak 1'de ölçülen gürültü seviyeleri 92,58 dBA; Katrak 2'de ölçülen gürültü seviyesi ise 92,57 dBA'dır. Ölçülen değerler birbirine çok yakın çıkmıştır. Yapılan shore sertlik ölçüm deneyinde de her iki doğal taşın sertliğinin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Köprü kesme makinesinde 3 farklı tür doğal taş kesilirken gürültü ölçümü yapılmıştır. Köprü kesme makinesinde (tek çalışırken) Alexander Black kesilirken ölçülen gürültü seviyesi 90,05 dBA'dır. 2 farklı köprü kesme makinesinde aynı anda Karaman Kremi ve Limra kesilirken ölçülen gürültü değerleri 100,60 dBA ve 90,30 dBA'dır. Shore sertlik ölçüm deneyine göre Karaman Kremi, Limra'ya göre daha sert çıkmıştır. Gürültü değerleri arasındaki farkın doğal taşların sertliğinden ve Karaman Krem'in testeresinin yeni olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. 2 adet S/T makinesi aynı tür doğal taşı aynı anda keserken elde edilen gürültü değerleri, 100,15 dBA ve 100,95 dBA'dır. Ölçülen gürültü değerleri birbirine çok yakın çıkmıştır. Tek makine (S/T) kesim yaparken ölçülen gürültü seviyesi ise 99,09 dBA'dır. Fırınların gürültü seviyeleri 83,67 dBA ve 87,20 dBA olarak tespit edilmiştir. Bu fabrikada diğerlerinden farklı olarak dar silim makinesi bulunmaktadır. Bu makinede Alexander Black kesilirken ölçülen gürültü seviyesi ise 86,73 dBA'dır. Trimming makinesinde Alexander Black kesilirken ölçülen gürültü seviyesi 87,15 dBA'dır. Testere bıçağı değiştikten sonra kesim yaparken tekrar gürültü ölçümü yapılmış olup, ölçülen gürültü seviyesi 93,18 dBA'dır. İki ölçümdeki gürültü farklılığının nedeni olarak testere bıçağının yeni olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışma kapsamında ayrıca tesislerde benzer görev yapan makinelerin gürültü değerleri kıyaslanmıştır. İlk olarak B, D, E, G ve H tesislerinde bulunan köprü kesme makinelerinin gürültü değerleri karşılaştırılmış ve farklılık olduğu görülmüştür. Her makinenin kestiği doğal taş türü şekil üzerinde belirtilmiştir (Şekil 10). B tesisindeki köprü kesme makinesinde Perfecto Brown kesilirken ölçülen gürültü seviyesi 86,34 dBA'dır. Gürültü değerlerinin düşük olmasının sebebi, kesilen doğal taşın shore sertliğinin düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. E tesisinde köprü kesme makinesinde Erdemli Beji kesilirken ölçülen gürültü seviyesi 90,35 dBA; D tesisinde aynı doğal taş kesilirken ölçülen gürültü seviyesi ise 88,80 dBA olarak ölçülmüştür. Ölçülen her iki değer birbirine yakındır.

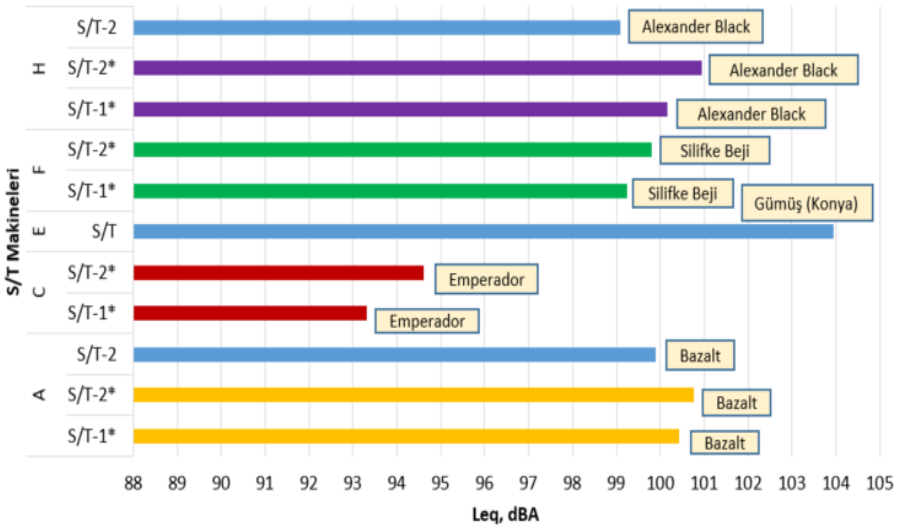
E tesisinde iki ayrı köprü kesme makinesinde Erdemli ve Silifke beji kesilirken elde edilen değerler 90,35 dBA ile 93,03 dBA olarak tespit edilmiştir. Her ikisi de Bej türü olmasına rağmen gürültü değerlerinde farklılık söz konusudur. Bunun nedeni olarak shore sertlik ölçüm sonucuna göre Silifke Bejinin, Erdemli Beji'ne göre daha sert olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



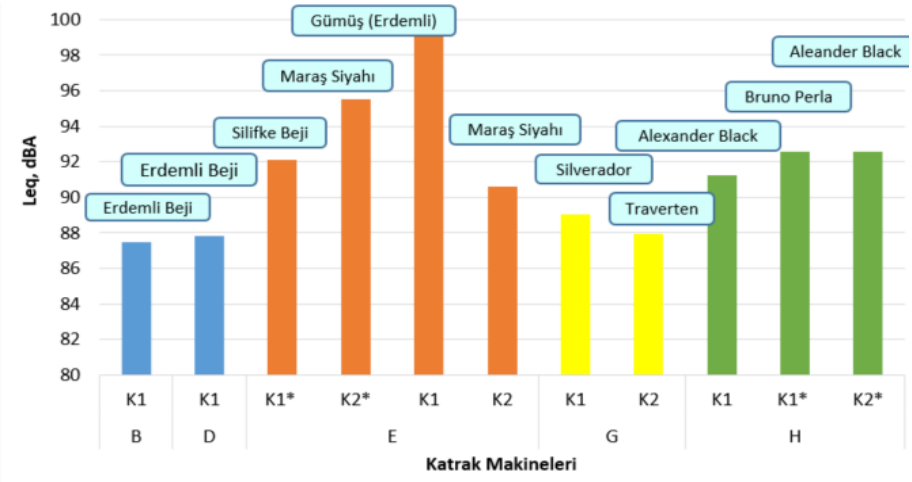

**Şekil 10.** Köprü kesme makinelerinin gürültü değerleri.

G tesisinde Silverador kesilirken ölçülen gürültü seviyesi 90,14 dBA olarak belirlenmiştir. H tesisinde 2 farklı makinede Limra ve Karaman Krem türü mermer kesilirken gürültü ölçümü yapılmıştır. 1. makinede Karaman Kremi kesilirken ölçülen gürültü seviyesi 100,6 dBA; 2. makinede Limra kesilirken 90,3 dBA olarak belirlenmiştir. Gürültü değerlerindeki farklılığın sebebi, testere değişimi ve kesilen doğal taşların shore sertlik değerlerindeki farklılığın olduğu düşünülmektedir. Farklı bir gün 2. makinede Alexander Black kesilirken ölçülen gürültü seviyesi 90,5 dBA olarak tespit edilmiştir. Aynı makinede Limra kesilirken ölçülen gürültü seviyesi 90,3 dBA ölçülmüştür. Limra ve Alexander Black kesilirken ölçülen değerlerin birbirine oldukça yakın çıktığı fark edilmektedir. Aslında iki doğal taşın shore sertlik değerleri farklıdır. Ölçülen iki değerin birbirine yakın çıkmasının nedeni, Karaman Kremi kesilen köprü kesme makinesinin testeresinin yeni değişmesi ve Limra'yı kesen köprü kesme makinesinin yanında bulunmasıdır.

A, C, E, F ve H tesislerinde 2 farklı S/T makinesinde kesim işlemi gerçekleşmektedir. Aynı doğal taş türleri 2 farklı S/T makinesinde aynı anda kesilirken ölçülen gürültü değerlerinde çok büyük farklılıklar görülmemektedir. Örneğin; A tesisinde 1. makinede Bazalt taşı kesilirken ölçülen gürültü seviyesi 100,43 dBA iken, 2. makinede gürültü seviyesi 100,76 dBA olarak ölçülmüştür. C tesisinde iki ayrı makinede aynı anda Emperador kesilirken gürültü değerleri 1. makinede 93,32 dBA, 2. makinede 94,6 dBA ölçülmüştür. E tesisinde Gümüş (Konya) kesilirken ölçülen gürültü seviyesi 103,95 dBA'dır. Gümüş (Konya) yumuşak olmasına rağmen gürültü seviyesinin yüksek çıkmasının nedeni S/T'nin testeresinin yeni değişmiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. F tesisinde aynı anda Silifke Beji kesimi yapılmış olup, ölçülen gürültü seviyesi 1. makinede 99,25 dBA; 2. makinede 99,8 dBA olarak belirlenmiştir. H tesisinde aynı anda Alexander Black kesimi olmuş olup, 1. makinede ölçülen gürültü seviyesi 100,15 dBA iken 2. makinede 100,95 dBA'dır. Genel olarak S/T'lerde ölçülen gürültü seviyeleri yüksektir. Aynı doğal taş iki farklı makinede ve aynı anda kesilirken ölçülen gürültü değerleri birbirine çok yakın çıkmıştır (Şekil 11).




**Şekil 11.** S/T makinelerinin gürültü değerleri.



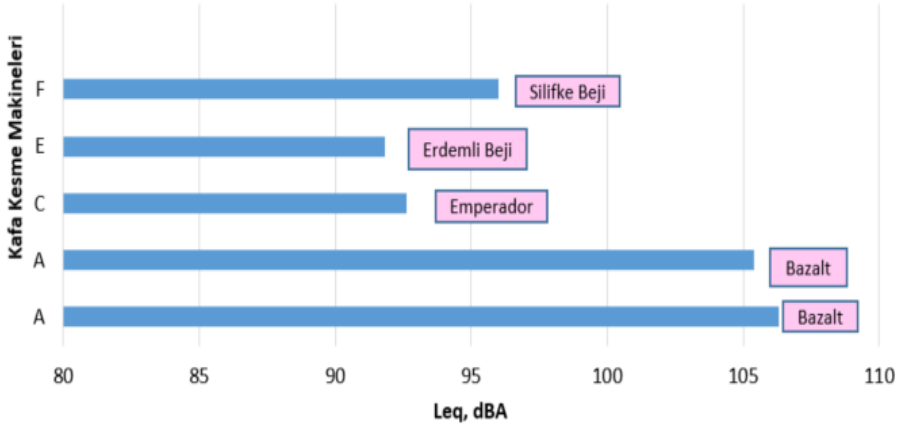

**Şekil 12.** Katrak makinelerinin gürültü değerleri.

B, D, E, G ve H tesislerinde katrak makinelerinde doğal taş kesimi sırasında gürültü ölçümü yapılmıştır. B ve D tesisi hariç diğer tesislerde 2 adet katrak makinesi çalışmaktadır. E tesisinde iki katrak aynı anda çalışırken; 1. katrakta Silifke Beji kesilirken ölçülen gürültü seviyesi 92,13 dBA, 2.katrakta Maraş Siyahı kesilirken ölçülen gürültü seviyesi 95,53 dBA'dır. G tesisinde Silverador kesilirken ölçülen gürültü seviyesi, Traverten kesilirken ölçülen gürültü seviyesine yakın çıkmıştır. Silverador'un shore sertliği daha yüksek olmasına rağmen gürültü değerleri birbirine yakın çıkmıştır. Bu durum Traverteni kesen katrağın lamalarının yeni değişmesi ve köprü kesme makinasının aynı ortamda çalışıyor olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. H tesisinde 1. katrakta

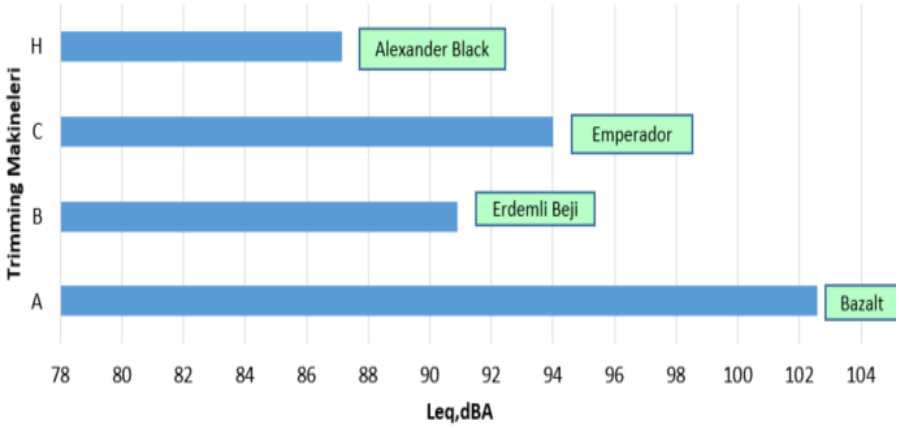
Alexander Black kesilirken ölçülen gürültü seviyesi 92,58 dBA, 2. katrakta Bruno Perla kesilirken ölçülen gürültü seviyesi 92,57 dBA'dır. 1. katrakta tek makine çalışırken ve Alexander Black kesilirken tekrar ölçüm yapılmış ve ilk yapılan ölçüme çok yakın değer elde (91,25 dBA) edilmiştir (Şekil 12).

A, C, E ve F tesislerinde kafa kesme makinesinde doğal taş kesimi yapılırken gürültü ölçümü yapılmıştır. A fabrikasında Bazalt taşı kesilirken makine hızlı modda çalıştırıldığında ölçülen gürültü seviyesi 106,3 dBA, yavaş modda çalıştırıldığında ise 105,4 dBA olarak belirlenmiştir. A tesisindeki kafa kesme makinesinin gürültü seviyesinin yüksek çıkmasının nedeni olarak kesilen doğal taşın shore sertlik değerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. C tesisinde Emperador kesilirken ölçülen gürültü seviyesi 92,63 dBA'dır. Değerin yüksek çıkma nedeni kafa kesme makinesinin, 2 adet S/T makinesine çok yakın olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. E tesisinde Erdemli Beji kesilirken ölçülen gürültü seviyesi 91,8 dBA; F tesisinde Silifke Beji kesilirken ölçülen gürültü seviyesi 96 dBA'dır. F tesisinde ölçülen değerin yüksek çıkmasının bir nedeni Silifke Bejinin shore sertliğinin Erdemli Beji'ne göre yüksek olmasıdır. Ayrıca bu tesiste de kafa kesme makinesi, S/T makinesinin hemen yanında yer almaktadır. Ölçülen gürültü seviyesinin yüksek çıkmasının bir diğer nedeni olarak S/T'nin yakınında bulunması söylenebilir (Şekil 13)

A, B, C ve H tesislerinde trimming makinesinde doğal taş kesimi yapılırken gürültü ölçümü yapılmıştır. En yüksek gürültü A tesisinde Bazalt taşı kesilirken 102,6 dBA olarak belirlenmiştir. Trimming makinelerinin gürültü seviyeleri, B tesisinde Erdemli Beji kesilirken 90,9 dBA; C tesisinde Emperador kesilirken 94 dBA, H tesisinde Alexander Black kesilirken 87,15 dBA olarak ölçülmüştür. C tesisinde kesilen doğal taşın shore sertliği tesisteki diğer doğal taşlara (Alaxander Black ve Erdemli bejine) göre düşük olmasına rağmen ölçülen gürültü değeri yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi testerenin yeni değişmiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Şekil 14).



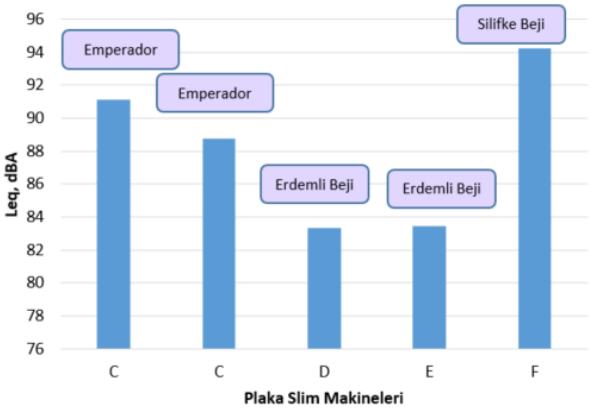

**Şekil 13.** Kafa kesme makinelerinin gürültü değerleri.




**Şekil 14.** Trimming makinelerinin gürültü değerleri.

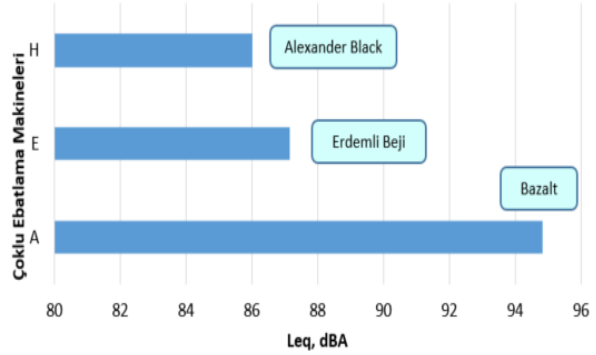
C, D, E, F tesislerinde plaka silim makinelerinde doğal taş kesimi sırasında ölçülen gürültü değerleri karşılaştırılmıştır. C tesisinde plaka silim makinesinin yanında trimming makinesi bulunmaktadır. Trimming makinesi durduğunda plaka silim makinesinde ölçülen gürültü seviyesi 88,73 dBA; trimming makinesi çalışırken ölçülen gürültü seviyesi 91,1 dBA'dır. C tesisinde ölçülen gürültü seviyesinin yüksek çıkmasının nedeni, plaka

silim'in etrafında yüksek gürültüyle çalışan trimming, 2 adet S/T ve kafa kesme makinelerinin bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. C tesisinde Emperador'a işlem yapılmaktadır. D ve E tesislerinde plaka silim makinesinde Erdemli Beji'ne işlem yapılmakta olup, 2 tesiste de ölçülen değerler birbirine oldukça yakındır. F tesisinde Silifke Beji'ne işlem yapılmıştır. Ölçülen gürültü seviyesinin yüksek çıkmasının nedeni, hem işlem yapılan doğal taşın shore sertlik değeri hem de plaka silim'in çok yakınında yüksek gürültüyle çalışan 2 adet S/T ve kafa kesme makinesinin bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Şekil 15).



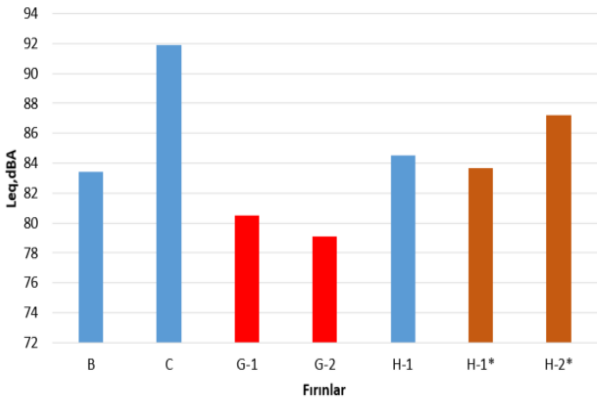

**Şekil 15.** Plaka silim makinelerinin gürültü değerleri.

A, E ve H tesislerinde çoklu ebatlama makinelerinde doğal taş kesimi sırasında ölçülen gürültü değerleri karşılaştırılmıştır. A tesisinde bazalt kesimi yapılırken ölçülen gürültü seviyesi 94,83 dBA; E tesisinde Erdemli Beji kesimi yapılırken ölçülen gürültü seviyesi 87,15 dBA; H tesisinde Alexander Black kesimi yapılırken ölçülen gürültü seviyesi 86 dBA'dır. Bazalt kesimi sırasında ölçülen değerin yüksek çıkmasının nedeni shore sertliğinin yüksek olmasıyla açıklanabilir. Alexander Black'in shore sertlik değeri Erdemli Beji'nden düşük olduğu için ölçülen gürültü seviyesinin daha düşük olduğu düşünülmektedir (Şekil 16).



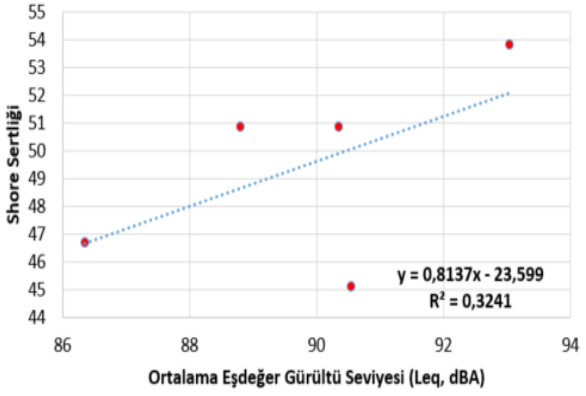

**Şekil 16.** Çoklu ebatlama makinelerinin gürültü değerleri.

B, C, G ve H tesislerinde bulunan fırınların gürültü değerleri ölçülmüştür. C tesisinde ölçülen gürültü seviyesinin yüksek çıkmasının nedeni, fırının etrafında yüksek gürültüyle çalışan trimming, 2 adet S/T ve kafa kesme makinelerinin bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. G tesisinde ölçüm yapılırken katrak durmuştu. Tesis içinde yüksek gürültülü bir makine çalışmıyordu. H-1 de ölçüm yapılırken fabrikada tek katrak çalışıyordu. H-2*de ölçüm yapılırken 2 katrak aynı anda çalışıyor ve hemen yanında testeresi yeni değişen köprü kesme makinesi Karaman Krem'i kesiyordu. Her iki ölçüm arasındaki farklılık bu şekilde açıklanabilir (Şekil 17).



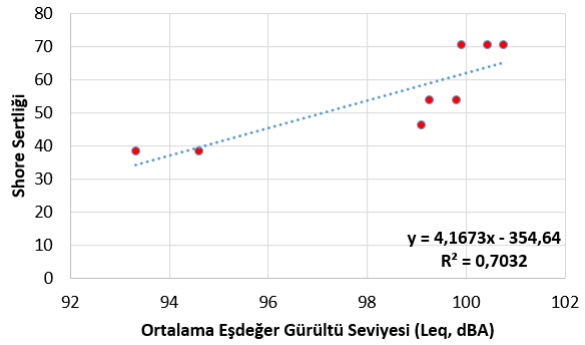

**Şekil 17.** Fırınların gürültü değerleri.

Ayrıca 8 tesis arasında benzer görev yapan makinelerin gürültü seviyeleri ile kestikleri doğal taşların shore sertlik değerleri karşılaştırılmıştır. B, E, D, G ve H tesislerinde bulunan köprü kesme makinelerinin ortalama eşdeğer gürültü seviyeleri ile kestikleri doğal taşların shore sertlik değerleri arasında $R^2$=% 32'lik bir ilişki tespit edilmiştir (Şekil 18). İlişkinin düşük olmasının sebepleri olarak bazı makinelerde testerenin yeni değişmesi ve makinelerin yakınında gürültü seviyesi yüksek diğer makinelerin konumlanmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



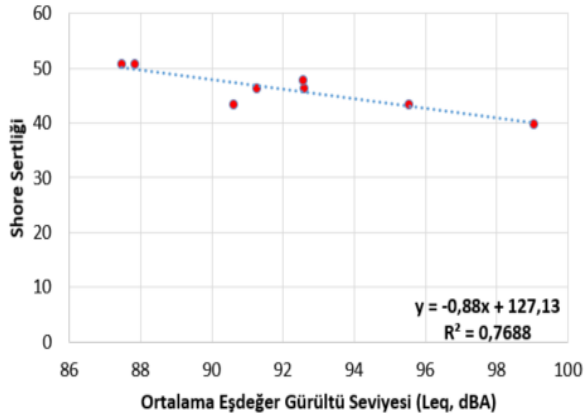

**Şekil 18.** Köprü kesme makinelerinin ortalama eşdeğer gürültü seviyeleri ile kestikleri doğal taşların shore sertlik değerleri arasındaki ilişki.

A, C, F ve H tesislerinde bulunan S/T makinelerinin ortalama eşdeğer gürültü seviyeleri ile kestikleri doğal taşların shore sertlik değerleri arasında $R^2$=% 70'lik bir ilişki tespit edilmiştir (Şekil 19).



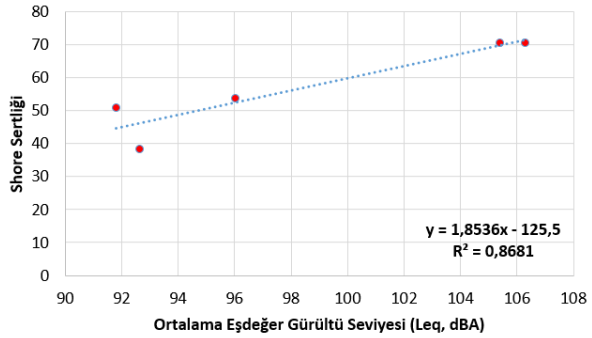

**Şekil 19.** S/T makinelerinin ortalama eşdeğer gürültü seviyeleri ile kestikleri doğal taşların shore sertlik değerleri arasındaki ilişki.

B, D, E ve H tesislerinde bulunan katrak makinelerinin ortalama eşdeğer gürültü seviyeleri ile kestikleri doğal taşların shore sertlik değerleri arasında $R^2$=% 77'lik bir ilişki tespit edilmiştir (Şekil 20).



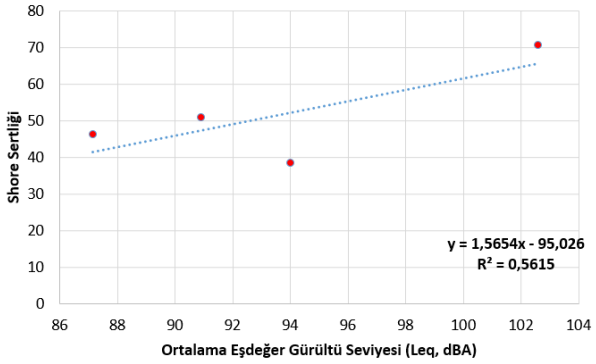

**Şekil 20.** Katrak makinelerinin ortalama eşdeğer gürültü seviyeleri ile kestikleri doğal taşların shore sertlik değerleri arasındaki ilişki.

A, C, E ve F tesislerinde bulunan kafa kesme makinelerinin ortalama eşdeğer gürültü seviyeleri ile kestikleri doğal taşların shore sertlik değerleri arasında $R^2$=% 87'lik bir ilişki tespit edilmiştir (Şekil 21).



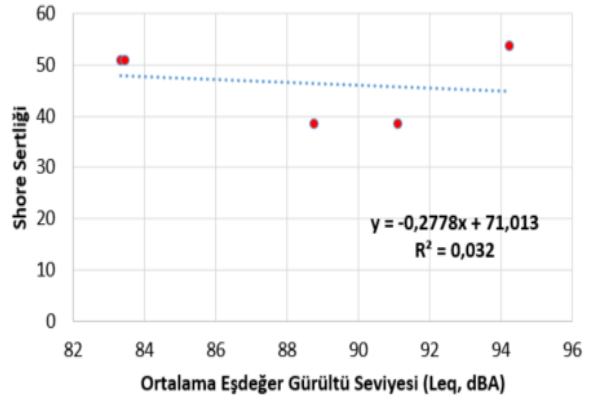

**Şekil 21.** Kafa kesme makinelerinin ortalama eşdeğer gürültü seviyeleri ile kestikleri doğal taşların shore sertlik değerleri arasındaki ilişki.

A, B, C ve H tesislerinde bulunan trimming makinelerinin ortalama eşdeğer gürültü seviyeleri ile kestikleri doğal taşların shore sertlik değerleri arasında $R^2$=% 56'lık bir ilişki söz konusudur. A, B ve H tesislerinde trimming makinelerinin ortalama eşdeğer gürültü seviyeleri ile kestikleri doğal taşların shore sertlik değerleri arasında ise $R^2$=% 99'lık bir ilişki bulunmaktadır (Şekil 22). İki $R^2$ değeri arasındaki farklılığın nedeni olarak C tesinin bileşke gürültü değerinin (101,3 dBA) yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü C tesisinde kesilen doğal taşın sertliği tesiste kesilen diğer doğal taşlara (bazalt, erdemli beji ve alexandra black) göre daha düşüktür. Bileşke gürültü değerinin yüksek olmasının nedenleri ise tesis içinde yüksek gürültü seviyesine sahip makineler birarada konumlanması ve makinenin eski olmasından kaynaklanabilir.




**Şekil 22.** Trimming makinelerinin ortalama eşdeğer gürültü seviyeleri ile kestikleri doğal taşların shore sertlik değerleri arasındaki ilişki.

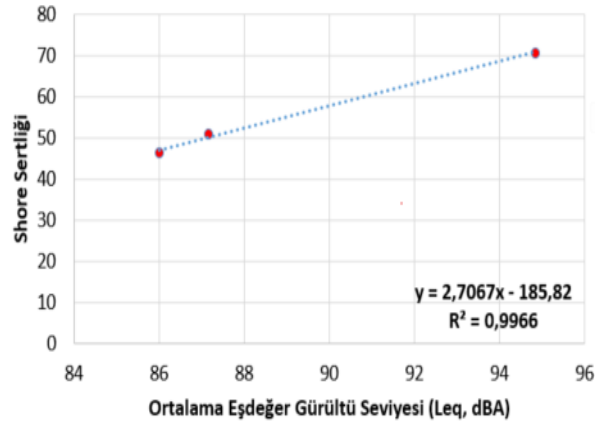
C, D, E ve F tesislerinde bulunan plaka silim makinelerinin ortalama eşdeğer gürültü seviyeleri ile kestikleri doğal taşların shore sertlik değerleri arasında bir ilişki tespit edilmiştir (Şekil 23).



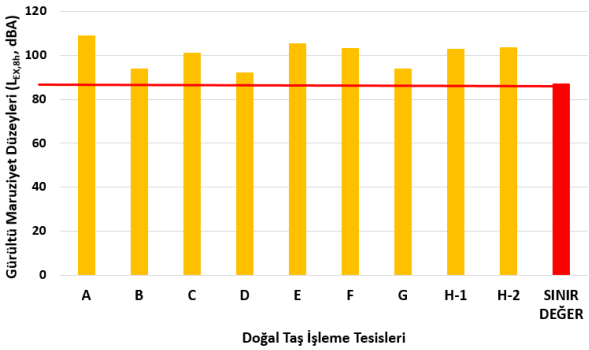

**Şekil 23.** Plaka silim makinelerinin ortalama eşdeğer gürültü seviyeleri ile kestikleri doğal taşların shore sertlik değerleri arasındaki ilişki.

A, E ve H tesislerinde bulunan çoklu ebatlama makinelerinin ortalama eşdeğer gürültü seviyeleri ile

kestikleri doğal taşların shore sertlik değerleri arasında $R^2$=% 99'luk bir ilişki tespit edilmiştir (Şekil 24).




**Şekil 24.** Çoklu ebatlama makinelerinin ortalama eşdeğer gürültü seviyeleri ile kestikleri doğal taşların shore sertlik değerleri arasındaki ilişki.




**Şekil 25.** Tesislerde çalışanların gürültü maruziyet düzeyleri.

Günlük gürültü maruziyet düzeyi ($L_{EX,8h}$); TS2607-ISO1999 standardında tanımlandığı gibi anlık darbeli gürültünün de dahil olduğu A ağırlıklı bütün maruziyet düzeylerinin, 8 saatlik bir iş günü için, zaman ağırlıklı ortalamasıdır. En düşük maruziyet eylem değerleri ($L_{EX,8h}$) 80 dBA ve 135 dBC; en yüksek maruziyet eylem değerleri ise ($L_{EX,8h}$) 85 dBA ve 137 dBC; $L_{EX,8h}$ maruziyet sınır değerleri 87 dBA ve 140 dBC'dir. İşveren maruziyet sınır değerleri aşıldığında gerekli tedbirleri almakla; sınır değerinin aşılma nedenlerini belirlemekle, koruma ve önlemeye yönelik tedbirleri gözden geçirmekle yeniden yükümlüdür (Gürültü Yönetmeliği 2013). Tüm tesislerde çalışanlar 7,5 saat boyunca görev yapmaktadır. 8 farklı doğal taş işleme tesisinde çalışanlar 7,5 saat boyunca Şekil 25'deki eşdeğer gürültü seviyelerine maruz kalırlarsa, gürültü yönetmeliğinde belirtilen maruziyet sınır değeri aşmış olacaklardır. Bu koşullarda uzun süreli çalışanlarda ise gürültüye bağlı işitme kaybına söz konusu olabilir.

## 4. Sonuçlar ve Tartışma

Doğal taş işleme tesisleri gürültü açısından oldukça riskli işyerleridir. Doğal taş kesim işlemleri sırasında ortaya çıkan gürültüye uzun süre maruz kalan çalışanlarda işitme kayıpları söz konusu olabilir. Bu sebeple doğal taş işleme tesislerindeki gürültünün tespiti, iş sağlığı ve güvenliği açısından oldukça önemlidir. Şengün vd. (2010) çeşitli doğal taş işleme tesislerinde oluşan gürültü seviyelerini belirlemişler ve. tesislerdeki gürültü düzeyinin izin verilen sınır değerden yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada da 8 farklı doğal taş işleme tesisinde çalışanların maruz kaldıkları gürültü değerlerinin sınır değeri ($L_{EX,8h}$=87 dBA) aştığı belirlenmiştir. Çınar ve Şensöğüt (2015) Karatay-Beyşehir (Konya) ilçelerindeki bir doğal taş işleme tesisinde, gürültü ölçümü gerçekleştirmişlerdir. Yaptıkları ölçümler neticesinde; İşletme 1'de en yüksek gürültü kaynağı Ebatlama-3 makinası (96,74 dBA) olarak, en düşük gürültü kaynağı ise (89,55 dBA) Silim-2 makinası olarak tespit etmişlerdir. İşletme 2'de ise en yüksek gürültü kaynağı Yatay Yarma Makinası (94,44 dBA), en düşük gürültü kaynağı ise Katrak Makinası (87,51 dBA) olarak belirlemişlerdir. Duran vd. (2020) Sivas ve çevresinde bulunan 7 doğal taş işleme tesisinde gürültü ölçümü yapmışlar. İşçilerin maruz kaldığı en yüksek gürültü seviyelerini S/T, köprü kesme, ebatlama/honlama, kafa/yan kesme makinelerinde, en düşük gürültü seviyelerini dar cila ve katrak makinelerinde görmüşlerdir. Bu çalışmada 8 farklı doğal taş işleme tesisinde gürültü ölçümü yapılmıştır. Gürültü ölçüm sonucunda gürültü seviyesi en yüksek olan makinelerin A tesisinde kafa kesme, B tesisinde trimming; C, E, F ve H tesislerinde S/T; D ve G tesislerinde köprü kesme makinelerinin olduğu tespit edilmiştir. 7 tesiste (H fabrikası hariç) S/T makinelerinin diğer makineler ile bir arada bulunduğu görülmüştür. Sadece H tesisinde S/T makineleri ayrı bir bölümde yer aldığı belirlenmiştir. Bu bölümde çalışanların gürültü maruziyetlerini önlemek için de iki S/T arasına kabin yerleştirildiği gözlemlenmiştir. C tesisinde ise iki S/T arasında duvar olmasından kaynaklı olarak gürültü değerlerinde bir düşüş görülmüştür.

Bu çalışmada ayrıca tesislerde benzer işlev yapan makinelerin (köprü kesme, S/T, katrak, kafa kesme, trimming, plaka silim, çoklu ebatlama ve fırınlar) gürültü seviyeleri arasındaki farklılıkların sebebi belirlenmeye çalışılmıştır. Makinelerin kestikleri doğal taşların shore sertlik değerleri tespit edilmiş ve makinelerin ortalama eşdeğer gürültü seviyeleriyle ilişkilendirilmiştir. Çoklu ebatlama makinelerinde $R^2$=%99'luk, trimming makinelerinde $R^2$=%56'lık, kafa kesme makinelerinde $R^2$=%87'lik, plaka silim makinelerinde $R^2$=%0'lık, köprü kesme makinelerinde $R^2$=%32'lik, katrak makinelerinde $R^2$=%77'lik, S/T makinelerinde ise $R^2$=%70'lik bir ilişki tespit edilmiştir.

Çalışma genelinde makinelerin ortalama eşdeğer gürültü seviyeleri ile kesilen malzemelerin shore sertlik değerleri arasında doğrusal artan bir ilişki görülmüştür. Özetle sert

olan doğal taşların kesimi sırasında daha yüksek gürültü seviyesi belirlenmiştir. Sadece katrak makinesinde ters orantılı bir ilişki görülmüştür. Katrak makinesinin çalıştığı bazı tesislerde çok gürültülü başka bir makine yokken, bazı tesislerde ise yüksek gürültülü makine sayısının fazla olduğu ve yüksek gürültülü makinelerin birbirine yakın konumlandırıldığı tespit edilmiştir. Makine sayısı fazla olan yüksek gürültü düzeyine sahip makinelerin yan yana konumlandırılmasının da tesis içinde hesaplanan bileşke gürültü değerini çok fazla etkilediği fark edilmiştir. Bu esasla bazı tesislerdeki katrak makinelerinin ortalama eşdeğer gürültü seviyeleri olması gerekenden fazla çıkmıştır. Makinelerin ortalama eşdeğer gürültü seviyesi ile kesilen doğal taşların shore sertlik değerleri arasında ters bir ilişkiye bu durumun neden olduğu düşünülmektedir.

Plaka slim makinesinde shore sertlik değeri ile ortalama eşdeğer gürültü seviyesinin arasında bir ilişki kurulamamıştır. E tesisinde plaka silim makinesi diğer makinelerden ayrı bir yerde olup, Erdemli Beji'ne işlem yapılırken hesaplanan gürültü değeri 83,45 dBA'dır. D tesisinde de Erdemli Beji'ne işlem yapılmakta olup, hesaplanan gürültü değeri 83,33 dBA'dır. Bu iki değer birbirine oldukça yakındır. Ancak C ve F tesisinde durum farklıdır. C tesisinde Erdemli Beji'nden daha düşük sertlikte olan Emperador'a işlem yapılmaktadır. Ölçülen gürültü seviyesinin yüksek çıkmasının nedeni, kesilen doğal taşın sertlik değerinden değil; plaka silim'in etrafında yüksek gürültüyle çalışan trimming, 2 adet S/T ve kafa kesme makinelerinin bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. F tesisinde Silifke Beji'ne işlem yapılmakta olup, plaka silim makinesinin çok yakınında 2 adet S/T ve kafa kesme makinesi çalışmaktadır. Bu sebeplerden ötürü bir ilişki olmadığı düşünülmektedir. Ölçüm sayıları arttırılarak istatistiksel açıdan daha anlamlı sonuçlar elde edilebilir.

Aynı anda iki farklı makinede benzer doğal taş kesimi sırasında da birbirine çok yakın gürültü seviyeleri elde edilmiştir. Bu durumun ayrıca makinenin bakımı konusunda işverene fikir verebileceği anlaşılmıştır.

Bir işyerinde aynı anda iki veya daha fazla sayıda makine çalıştığında bileşke gürültü değeri hesaplanmaktadır. Bu esasla 8 tesisin bileşke gürültü değeri hesaplanmış ve en yüksek bileşke gürültü değeri A tesisinde 109,3 dBA olarak tespit edilmiştir. A tesisinde Bazalt taşının kesimi yapılmaktadır. Bazalt'ın shore sertlik değerinin diğer doğal taşlara göre oldukça yüksek olarak tespit edilmiştir.

Tesis içinde makinelerin etrafında herhangi bir bölme ya da gürültü perdesi bulunmadığından, kesilen doğal taşın shore sertlik değerinin yüksek olmasından, eş zamanlı çalışan makine sayısından, makinelerin tesis içindeki yerleşiminden dolayı bileşke gürültü değerleri arasında farklılık olduğu düşünülmektedir. Ayrıca makinelerin ömrü, makine parçalarının türleri, yeniliği (örneğin kullanılan testerenin boyutu, lamaların yeniliği) ve bakımı da gürültü değerlerindeki farklılığı etkileyen diğer faktörlerdendir. Çok sayıda makine gürültüsü olan işyerlerinde bileşke gürültü değeri tespit edilmelidir.

Tesislerde çalışanların 8 saatlik bir iş günü için maruz kaldıkları gürültü düzeyleri Gürültü Yönetmeliği'ne göre değerlendirildiğinde sınır değeri ($L_{EX,8h}$=87 dBA) aştığı görülmektedir. Çalışanların mutlaka kulak koruyucu donanım kullanmaları sağlanmalı ve kullanımları sürekli kontrol edilmelidir. Doğru kulaklık seçimi çok önemlidir. Aşırı koruma sağlayan kulak koruyucular çalışanların iş kazaları yapmalarına neden olabilir. Yetersiz koruma sağlayan kulak koruyucu ise çalışanların gürültüye bağlı işitme kaybına yakalanmasına neden olabilir.

Sertliği yüksek kayaçların kesimi yapılan tesislerde gürültü ile mücadele konusunda ekstra önlemler alınmalıdır. Gürültü kaynağı ile gürültüye maruz kalan kişi arasına gürültüyü önleyici engel koyulmalıdır. Sesin geçebileceği ve yansıyabileceği duvar, tavan, taban gibi yerler ses emici malzeme ile kaplanmalıdır. Gürültüyü önleyici olarak tesis içinde ses absorbe etmede yaygın kullanılan akustik süngerler tercih edilebilir. Çalışanlar gürültünün zararları hakkında bilgilendirilmeli ve eğitilmelidir.

**Etik Standartlar Bildirgesi**

Bu çalışma Dr. Öğretim Üyesi İlknur EROL danışmanlığında Ömer Faruk ERTİK tarafından Mart 2024 tarihinde tamamlanan "Mermer Fabrikalarında Gürültü Kaynaklarının Araştırılması" başlıklı ve 859244 tez no'lu yüksek lisans tezinden türetilmiştir."

Yazarlar tüm etik standartlara uyduklarını beyan ederler.

**Yazarlık Katkı Beyanı**

Yazar 1: Kaynaklar, Araştırma, Deney, Yazma, Görselleştirme

Yazar 2: Araştırma, Fikir Sahibi, Deney Tasarımı, Danışmanlık, Görselleştirme, Kaynaklar, Yazma-orijinal taslak

**Çıkar Çatışması Beyanı**

Yazarların bu makalenin içeriğiyle ilgili olarak beyan edecekleri hiçbir çıkar çatışması yoktur.

**Verilerin Kullanılabilirliği**

Bu çalışma sırasında oluşturulan veya analiz edilen tüm veriler, yayınlanan bu makaleye dahil edilmiştir.

## 5. Kaynaklar

Akbay, D., Ekincioğlu, G., Altındağ, R. ve Şengün, N., 2021. Farklı cihaz ve yöntemler ile belirlenen Shore sertlik değerlerinin karbonatlı kayaçların gevreklik değerlerinin tahmininde kullanılabilirliğinin incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi,* **27(3)**, 441-448. https://doi.org/10.5505/pajes.2020.52892

Arıtan, A.E. ve Tümer, M., 2017. Elmas telli sayalama makinesi kullanılan bir doğal taş fabrikasında ortam

şartlarının değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, **32(4)**, 185-192. https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.383423

Çınar, İ. ve Şensöğüt, C., 2015. Mermer hazırlama tesislerinde oluşan gürültünün işçiler üzerindeki maruziyet değerlerinin belirlenmesi. Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, Adana, 335-343.

Duran, Z., Doğan, H. ve Erdem, B., 2020. Occupational noise exposure in natural stone processing plants. *Cumhuriyet Sci. J.*, **41(4)**, 995-1004. https://doi.org/10.17776/csj.756258

Engin, C.İ., Özkan, E. ve Çetin, S., 2018. Determination of risky areas at the marble workshops in terms of noise. *Acoustics Australia*, **47 (3)**, 79-90. https://doi.org/10.1007/s40857-018-0146-7

Gürültü Yönetmeliği, 2013. Çalışanların gürültü ile ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik. 28721 Sayılı Resmî Gazete.

Jain, A., Gupta, N., Bafna, G. and Mehta, B., 2017. Impact of noise exposure on hearing acuity of marble factory workers. *Indian J Physiol Pharmacol*, **61(3)**, 295–301.

Karaca, Z., 1997. Mermer işleme tesislerinin teknik ve ekonomik optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 113.

Kumarı, S., Bafna, G. and Singh, Y., 2015. The effect of noise pollution on hearing in marble factory workers of Ajmer, Rajasthan: A case study. *International Journal of Clinical and Biomedical Research*, **1(4)**, 34-38.

NIOSH, 2000. Noise and hearing loss prevention guidance and regulations. Technical Report, USA.

Türk Standartları Enstitüsü, 2009. TS EN ISO 9612 Akustik-çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün belirlenmesi- mühendislik yöntemi.

Şengün, N., Altındağ, R., Demirdağ, S. ve Koççaz, C.E., 2010. Mermer işleme fabrikalarında oluşan gürültü kirliliğinin işçi sağlığı ve ilgili mevzuat açısından değerlendirilmesi. İTÜ 12. Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Sempozyumu, İstanbul.

Şengün, N., Altındağ, R. ve Demirdağ, S., 2013. Dairesel testerelerle kesme işleminde testere devir sayısının ve gürültü seviyesi değişimlerinin incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **19(3)**, 121-126. https://doi.org/10.5505/pajes.2013.98698

Önder, S. ve İbrahimoğlu, F., 2021. TS ISO 1999 Standardına göre bir mermer fabrikası çalışanlarının gürültüye bağlı işitme kayıplarının değerlendirilmesi. *Madencilik*, **60(2)**, 107-113. https://doi.org/10.30797/madencilik.796800

Özel, B. T., 2019. Mermer fabrikalarının üretim optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Yeşilkaya, L., Ersoy, L., Çelik, M. ve Akalın, M.Y., 2017. Çatlaklı bej mermer (kireçtaşı) blokların sağlamlaştırılmasında laboratuvar ölçekli alternatif yöntemlerin araştırılması. Türkiye 9. Uluslararası Mermer ve Doğal Taş Kongresi ve Sergisi, Antalya, 283-284.

Yıldırım, R., 2019. Finike (Alacadağ) dolaylarında mermer oluşumlarının bölgenin jeolojik-tektonik yapısı ile ilişkisi, potansiyeli ve mermer sektöründe karşılaşılan iş sağlığı ve güvenliği sorunları. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 45.