

Mermer Kesme-Cilalama Tesisinde Fiziksel Risk Etmenleri ve Alınması Gereken Önlemler

Physical Risk Factors in Marble Cutting-Polishing Factory and Necessary Precautions

Osman DOLMAZ¹, İsmail BENTLİ²

ÖZ

Mermer ocaklarından getirilen blokların kesme ve cila işlemleri mermer fabrikalarında gerçekleştirilmektedir. Çok tehlikeli sınıfta yer alan mermer kesme fabrikalarında zaman zaman iş kazalarıyla karşılaşmaktadır. Bu durum, mermer kesme tesislerinin İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) açısından dikkat edilmesi gereken bir iş kolu olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada özel bir şirkete ait mermer fabrikasında fiziksel risk etmenlerinden gürültü, termal konfor, aydınlatma, toz ve titreşim ölçümleri gerçekleştirilerek alınması gereken tedbirler ve öneriler açıklanmıştır. Ölçüm sonuçları mermer kesim fabrikasında sırasıyla gürültü, aydınlatma, termal konfor ve titreşim faktörlerinin önemli olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Fiziksel risk etmenleri, İş sağlığı ve güvenliği, Mermer, Ortam ölçümü.

ABSTRACT

Cutting and polishing processing of blocks transported from marble quarries are carried out in marble factories. Occupational accidents occur from time to time in marble cutting factories that are in the very dangerous class. For this reason, it shows that marble cutting facilities are a business line that requires great attention in terms of Occupational Health and Safety (OHS).

In this study, physical risk factors such as noise, thermal comfort, lighting, dust and vibration were measured in a private marble factory and the precautions to be taken were explained. Measurement results showed that noise, lighting, thermal comfort and vibration factors, respectively, are more important factors which should be considered in the marble cutting factory.

Keywords: Physical risk factors, Occupational health and safety, Marble, Workplace measurement.

Bu çalışmayı FYL 2017/704 nolu proje ile destekleyen İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederiz.

¹ Maden Yük. Müh., Osman DOLMAZ, Cevher Hazırlama, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, osmandolmaz@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-3375-2068

² Doç. Dr., İsmail BENTLİ, Cevher Hazırlama, İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Müh. Bölümü, ismailbentli@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3775-7341

İletişim / Corresponding Author:
e-posta/e-mail:

Doç. Dr. İsmail BENTLİ
ismailbentli@gmail.com

Geliş Tarihi / Received: 27.09.2023
Kabul Tarihi/Accepted: 19.04.2024

GİRİŞ

Mermerin bilimsel ve ticari olmak üzere iki farklı tanımı yapılmaktadır. Bilimsel tanımına göre mermer; kireçtaşı veya dolomitik kireçtaşlarının kontak metamorfizmaya uğramasının ardından yeniden kristalleşmesi ile meydana gelen, içerisinde çoğunlukla CaCO₃ (kalsiyum karbonat) bulunan başkalaşım kayacıdır. Mermerin ticari tanımı ise; blok olarak alınabilen, parlatılıp cila tutan, kesilip belli ölçülere ayrılabilen ve dekoratif amaçla kullanılabilen her türlü doğal taş olarak ifade edilmektedir.¹

Madencilikğin ülke ekonomisi açısından oldukça önemli olduğu bir gerçektir. Maden ihracat değerleri incelendiğinde mermer ihracatının birinci sırada yer aldığı görülmektedir.² Madencilik işletmelerinde ve özelde mermer sanayinde, maliyetlerin en aza indirilmesi amacıyla kaynakların ve işgücünün en iyi şekilde kullanılması gerekmektedir. Bunun sağlanmasının en önemli kriterlerinden birisi de İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) uygulamalarıdır. İSG'nin temel gayesi, bütün iş kollarında çalışanların bedensel, ruhsal ve sosyal yönden tam iyilik hallerinin korunmasını sağlamaktır.

Uygun çalışma koşulları sağlandığında, çalışanların yüksek verimde çalıştıkları herkes tarafından bilinen bir gerçektir. İSG ilke ve prensiplerine uygun olmayan çalışma ortam koşulları iş kazaları ve meslek hastalıklarının gerçekleşmesine neden olmaktadır.³⁻⁴ Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO)'ne göre, çalışma ortamından kaynaklanan iş kazaları nedenleriyle Dünya genelinde yılda yaklaşık 337 milyon iş kazası görülmekte ve günde 6.300 kişi hayatını kaybetmektedir.⁵ Ülkemizde ise madencilikte ölümlü iş kaza sıklığı oldukça yüksektir. Yapılan istatistiki çalışmaya göre ölümlü iş kazası sayıları yüz bin çalışana göre maden, inşaat ve metal/makine sektörü olarak sıralanmaktadır.⁶

Çalışma hayatında çalışanlar fiziksel, kimyasal, biyolojik, psikososyal ve ergonomik risk etmenlerine maruz kalmaktadırlar. Çalıştığı iş koluna bağlı olarak bu risk etmenlerin etkileri değişmektedir. Mermer kesme tesislerinde daha çok fiziksel

risk etmenleri öne çıkmaktadır. Fiziksel risk etmenlerini oluşturan parametrelerin önemli olanları gürültü, aydınlatma, termal konfor, basınç, titreşim ve radyasyon olarak sayılabilir.⁷ Çalışma ortamında İSG bakımından uygun koşulların sağlanması ile iş verimliliği üzerinde olumlu etkiler görülmektedir. Keza fiziksel risk etmenlerine proaktif yaklaşım, iş kazalarını önlediği gibi iş verimini de arttırmaktadır.⁸⁻⁹ Yukarıda sayılan tehlikeleri sırasıyla kaynağından yok etme, azaltma, ikame (proses değişikliği), mühendislik yaklaşımları ve bunlar mümkün olmuyorsa kişisel koruyucu donanım ile en aza indirme temel prensipleri uygulanmalıdır. Bunlara ilave olarak, çalışanların eğitimi ve kişisel koruyucu kullanmanın önemi işletmelerde iş kültürüne dönüştürülmelidir.

6331 sayılı İSG Kanunu ve ilgili mevzuat, işletmelerde ortam ölçümlerini, eğitimleri, denetimleri ve sağlık gözetimlerini zorunlu hale getirmiş ve buna göre risk değerlendirilmesi yapılması veya yenilenmesini istemiştir. Bu çalışmada amaç, bu düzenlemeye uygun olarak ihracat yapan mermer kesme fabrikasında 6 aylık periyotta (Eylül, Ekim, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat) gürültü, termal konfor, aydınlatma, toz, titreşim ölçümleri yapmak ve bu ölçümlere dayanılarak, iş verimliliğinin azalmaması ve sağlığa zarar verilmemesi amacıyla İSG açısından değerlendirmelerde ve önerilerde bulunmaktır.

Mermer Tesislerinde Fiziksel Risk Etmenleri

Mermer kesme fabrikalarında fiziksel, kimyasal, biyolojik, psikososyal ve ergonomik risk etmenlerinden en önemlisi, çalışma şartlarından dolayı fiziksel risklerdir. Fiziksel riskler gürültü, aydınlatma, toz, termal konfor, titreşim, radyasyon ve basınç olarak sıralanabilir.¹⁰ Bu etmenler aşağıda kısaca açıklanmaktadır:

Gürültü, çalışanların sağlığını ve çalışma hayatını olumsuz yönde etkileyen önemli bir sorundur. Mermer fabrikaları çalışanlarının, mesai saatleri içinde en fazla karşılaştıkları fiziksel risk etmenlerinden birisi gürültüdür.

Gürültü istenilmeyen ses olarak da tanımlanmaktadır. Sanayi sektörünün makine teçhizatlarının artış göstermesi gürültü düzeyini artıran faktörlerden olmuştur.¹¹⁻¹² Gürültü, kulağı dolayısıyla vücut dengesini etkilemektedir. Bunun yanında taşikardi, sindirim sistemi yavaşlaması, baş dönmesi, reflekslerde azalma ve böbrek üstü bezlerde hormon artışı gibi olumsuzlarla karşılaşmaktadır. Gürültünün psikolojik olarak çalışanlarda dikkat bozukluğu, algılama zayıflığı getireceği göz önüne alınırsa, iş kazalarını da tetiklemesi kaçınılmazdır.¹³⁻¹⁴ Bu sebeplerden dolayı mermer fabrikaları gürültü açısından dikkate alınması gereken önemli bir sektördür.

İnsanın bulunduğu ortamdaki rahatını ifade eden en önemli terimlerden birisi; sıcaklık, bağıl nem, hava akım hızı ve termal radyasyonu birlikte içeren termal konfordur. Rahat durumun yüksek olduğu ortamda insanın zihinsel ve fiziksel performansı da artmaktadır.¹⁵⁻¹⁶ Mermer fabrikaları, genellikle vardiya usulüyle çalışan tesislerdir. Bundan dolayı termal koşullar, çalışanlar bakımından oldukça önemli bir durumdur. Özellikle yaz aylarında hipertermik, kış aylarında hipotermik koşullar çalışanları olumsuz yönde etkilemektedir. İşletmede kesme ve cilalama sırasında makinelerinin ısınmaması ve tozun bastırılması amacıyla sulu işlem yapılmaktadır. Bu durum özellikle kış aylarında çalışanlar açısından olumsuz koşullar oluşturmaktadır.¹⁷ Çalışılan ortamın aşırı sıcak ve aşırı soğuk olmaması önemli bir durumdur. Aşırı sıcaklıkta çalışan kişilerin vücutlarındaki su kayıpları hemodinamiyi bozmaktadır. Aşırı soğuk da çalışan ise, motivasyonun ve verimin düşmesi ile tesiste hareketli makinelerle kazayla karşı karşıya kalabilmektedir.

Çalışma ortamındaki risk etmenlerinden birisi de aydınlatmadır. Çalışanların yaptıkları işlerin önemli bir bölümü görme duyusu ile yapıldığından, aydınlatma koşullarının sağlanması iş kazalarının önlenmesinde oldukça önemlidir.¹⁸ Meydana gelen iş kazalarının birçoğunun yetersiz aydınlatmanın sonucu olarak ortaya çıktığı ve bu kazaların genellikle çarpma, kayma, düşme

ve kesme şeklinde olduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir.¹⁹⁻²⁰ Tesis içerisinde tehlikelerin belirlenmesi ve bundan kaynaklanan risklerin önlenmesi amacıyla aydınlatma düzeyleri her bölümde uyum içerisinde bulunmalıdır. Bu durum, aydınlatmada göz kamaşmasının olmamasına, ışık kaynağının titreşim yapmamasına, çalışma ortamındaki aydınlatma seviyesinin eşit dağılmasına ve yeterli aydınlatmaya bağlıdır. İş kazalarının önlenmesi, doğru aydınlatma ve tasarıma bağlı olarak, işyerlerinde verimliliği arttırmaktadır.²¹ Gündüz vardiyalarında doğal ışıktan yararlanıldığından yetersiz aydınlatma görülmezken, gece vardiyalarında yapay ışıktan faydalandığından ve ekonomik nedenlerle yetersiz aydınlatma yapıldığında iş kazaları meydana gelebilmektedir. Aydınlatma koşullarının iyileştirilmesi sadece çalışanın rahat iş yapması olarak düşünülmemesi gerekir. İyi aydınlatılmış bir ortamda çalışan kişinin morali yüksek olmakta ve böylece iş yorgunluğunu da en az düzeyde hissetmektedir. Yapılan çalışmalarda aydınlatma şiddetinin artmasıyla iş performansının arttığı, iş konsantrasyonunun ve buna bağlı olarak iş veriminin de yükseldiği belirtilmiştir.^{19, 20, 22, 23}

Mermer fabrikalarında karşılaşılabilecek sorunlardan bir tanesi de tozdur. Toz ile ilgili önlemler alınmadığı takdirde başta solunum sistemi fonksiyonları etkilenmektedir. Bu ise silikozis, mesleki astımlar, kronik obstrüktif akciğer hastalıkları gibi hastalıklara neden olabilmektedir. Mermer tozları, mermer ocaklarından getirilen blok kütlelerinin fabrikada kesilmesi esnasında çıkan tozlardır. Mermer tozlarının genellikle %90'ının 56 mikron altında ve inert toz olduğu bilinmektedir. Bu tozlar içerdikleri silika oranına göre slikosiz rahatsızlığına neden olabilmektedir. Slikosiz hastalığı da ancak nefes alıp verme fonksiyonlarının takibi, akciğer röntgenlerinde görülerek saptanabilmekte ve meslek hastalığı olarak kabul edilmektedir. Hastalık oluşturan tozların; yoğunluğu ve boyutu önemli olmasına karşın çalışanların cinsiyeti ve sağlık durum koşulları da önem arz etmektedir.²⁴⁻²⁶

Madenlerde çalışan makinelerin tasarım aşamalarında, hem statik yükler hem de çalışma sırasındaki titreşimler göz önüne alınarak dinamik yüklere göre tasarlanmaktadır. Kullanım ve çalışma yerlerine bağlı olarak, tasarım aşamasından sonra beklenilmeyen titreşimler de oluşabilmektedir. Bu durumdaki titreşimlerin ortadan kaldırılması için gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir.²⁷ Çalışanlar titreşime el ve kol hizasında maruz kaldıklarında, parmaklarda ters kan dolaşımı ve sinirsel

etkiler meydana gelmekte ve beyaz parmak veya Raynaud sendromu, karpal tünel sendromu, tendinit gibi bir dizi rahatsızlıklar ortaya çıkabilmektedir. Titreşim tüm vücuda iletildiğinde ise bel ve omurga rahatsızlıkları görülmektedir.^{28, 29}

Birçok araştırmada mermer ve yapı kaplama ürünlerinin radyasyon değerlerinin ihmal edilebilir seviyede olduğu bildirildiğinden, radyasyon ölçümü yapmaya gerek duyulmamıştır.³⁰

MATERYAL VE METOT

Ölçümü yapılan fiziksel risk etmenlerinden gürültü, termal konfor, aydınlatma, toz ve titreşim, Elazığ ili organize sanayi bölgesi sınırları içerisinde yer alan ve özel bir şirkete ait mermer kesme ve cilalama tesisinde gerçekleştirilmiştir. Mermer kesme fabrikası genel olarak ST katrak (daireseleli blok kesme makinaları), kafa kesme, kalibre, cilalama, fırınlama, düzeltme (trimming) seleksiyon, kompresör ve arıtma bölümlerinden oluşmaktadır.^{31,32} Tesisin genel akım şeması ve ölçüm alınan noktalar Şekil 1’de gösterilmektedir. Fiziksel risk etmen ölçümleri, Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından akredite olmuş OSB şirketine yaptırılmıştır. Tüm ölçümler gündüz ve akşam vardiyaları olmak üzere günde 16 saat boyunca kesintisiz sürdürülmüştür. Ölçüm parametrelerin mevzuattaki referans aralıkları Tablo 1’de verilmektedir.

Gürültü ölçümleri, mermer fabrikasındaki gürültünün en yoğun olduğu Şekil 1’de gösterilen ST mermer kesme makinesinin yanında (1 ve 2 numaralı bölgelerde) üç çalışan üzerinde, 3M marka EG5 Edge model dozimetre cihazıyla gerçekleştirilmiştir. İşçilerin omuz hizalarına takılan dozimetreler sayesinde maruz kalınan gürültü değerleri her 5 dakikada otomatik olarak ölçülüp kaydedilmiştir.³¹

Termal konfor ölçümler İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik kapsamında değerlendirilmektedir.³³

Mermer fabrikasında çalışanların vardiya boyunca maruz kaldığı termal koşullar, Delta

Ohm marka HD32.2 model termal konfor ölçüm cihazı ile Şekil 1’de 2 numaralı bölgede gerçekleştirilmiştir.³¹ Mermer fabrikasında yerinde ölçümler alınarak, PMV (Predicted Mean Vote) ve PPD (Predicted Percentage Dissatisfied) indeksleri hesaplanmış ve sonuçlarla ilgili değerlendirilmelerde bulunulmuştur. PMV ve PPD indeksleri termal konfor ölçümlerinde sıcaklık, bağıl nem ve basınç ölçümünden sonra hesaplanan değerlerdir. Bu değerleri termal konfor cihazı otomatik olarak hesaplamaktadır. PMV değerleri -2 ve +2 arasında ortam ılık, +2’nin üstüne çıktığında ortam sıcak, -2’nin altına indiğinde ise ortamın soğuk olduğu anlamına gelmektedir.^{31, 34}

Aydınlatma Extech marka SDL 400 model cihaz ile Şekil 1’de 4, 5 ve 6 nolu bölgelerde gece ve gündüz olarak kesintisiz ölçülmüştür.^{31, 33}

Toz ölçümleri, kişisel toz ve iç ortam toz olarak iki farklı şekilde belirlenmiştir. İç ortam toz, tesis içerisinde Şekil 1’de belirtilen 1 nolu bölgede seçilen ortak bir noktada, kişisel toz ise 1 ve 3 nolu bölgede ST mermer kesme makinesi etrafında çalışan üç kişi üzerinde Gilian marka BDX-II model cihaz yardımıyla tespit edilmiştir.³¹ Ölçümler Tozla Mücadele Yönetmeliği kapsamında değerlendirilmektedir.³⁵ Mermer tozları için yönetmelik gereği sınır değer 5 mg/m³ olması gerekmektedir. Bu değer üstündeki tozlar çalışanlar için risk oluşturmaktadır.

Tablo 1. Ölçülen Parametrelerin Referans Aralıkları

Ölçüm Parametresi	Açıklama	Kabul edilen sınır değerleri
Gürültü	En düşük maruziyet eylem değerleri:	$L_{EX,8saat}=80$ dB(A) veya $P_{tepe}=135$ dB(C)
	En yüksek maruziyet eylem değerleri:	$L_{EX,8saat}=85$ dB(A) veya $P_{tepe}=137$ dB(C)
	Maruziyet sınır değerleri:	$L_{EX,8saat}=87$ dB(A) veya $P_{tepe}=140$ dB(C)
Termal Konfor	PMV indeksi	-1 ile 1 arasında
	PPD indeksi	% 0-20
Aydınlatma	Ayrıntıların yakından seçilebilmesi gereken işlerin yapıldığı yerler	300 lüks
Toz mesleki maruziyet sınır değerleri	Kalsiyum Karbonat (Mermer) Solunabilir Toz Miktarı:	5 mg/m ³
	a) El-kol titreşimi için; Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri:	5 m/s ²
Titreşim	Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değeri:	2,5 m/s ²
	b) Bütün vücut titreşimi için; Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri:	1,15 m/s ²
	Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değeri:	0,5 m/s ²

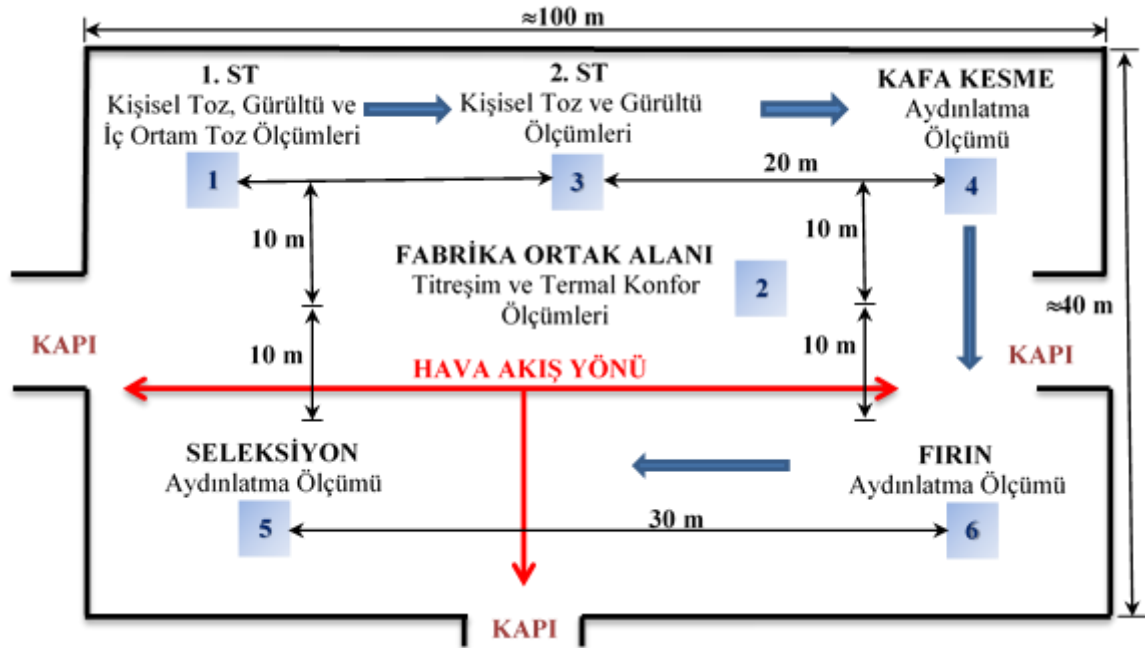
Mermer fabrikasında forklift operatörünün maruz kaldığı titreşim, Şekil 1'deki 2 nolu bölgede Cesva marka VC431 model cihaz yardımıyla belirlenmiştir.³¹ Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik kapsamında sekiz saatlik çalışma için el ve kol titreşim maruziyet sınır değeri 5 m/s², maruziyet eylem değeri ise 2,5 m/s², tüm vücut titreşim maruziyet sınır değeri 1,15 m/s², maruziyet eylem değeri ise 0,5 m/s²'dir.²⁸ Operatör forklift tam doluyken, satışa hazır mermerleri stok alanına taşımaktadır.

Araştırmanın Etik Yönü

Yüksek Lisans tez çalışmasından önce ve makale yazıldıktan sonra, yapılan tüm çalışmalar ve ölçümler şirketin etik bilgisi ve izni dâhilinde gerçekleştirilmiştir. Tez çalışması ve ölçüm yapılan şirket arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Teşekkür/Destekleyen Kuruluş

Bu çalışma, Yüksek Lisans projesi kapsamında İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (Proje No: FYL-2017-704) tarafından desteklenmiştir.

**Şekil 1. Mermer Kesim Tesisi İçerisinde Fiziksel Risk Etmenleri Ölçümü Alınan Yerler**

BULGULAR VE TARTIŞMA

Gürültü Ölçüm Sonuçları

Mermer kesme-cilalama fabrikasında Eylül-Şubat dönemine ait altı ay boyunca devam ettirilen gürültü ölçüm sonuçları Şekil 2a'da gösterilmektedir. Ölçüm sonuçları, ölçüm yapılan tüm aylarda sekiz saatlik gürültü ($L_{EX,8\text{saat}}$) ortalamasının 85-90 dB(A) olduğunu göstermektedir. Anlık gürültü düzeyinin ise ($P_{Tep e}$) ölçüm alınan ayların tümünde zaman zaman 120-140 dB düzeyine çıkması, maruziyet süresinin önemini ortaya koymaktadır. Gürültü sonuçları, ST makinesinin yanında çalışan işçilerde risk oluşturduğunu göstermektedir. Kaynakta önleme ve mühendislik uygulamalarıyla gürültünün giderilmemesi durumunda, kulak tıkacının (KKD) kullanımı zorunludur. Gürültü Yönetmeliğine göre maruziyet sınır değerleri ($P_{Tep e}$) = 140 dB(C) olarak alınırsa, mermer kesme tesisinde gürültü açısından acil önlem alınması gerektiği anlaşılmaktadır.³⁶

Mermer fabrikalarında gürültü sorunu ile ilgili yapılan literatür çalışmaları bakıldığında, tesiste ölçüldüğü gibi çok kısa süreli de olsa maruziyet sınır değerlere ulaşıldığı anlaşılmaktadır.^{37, 38} ST mermer kesme makinaları, mermerin dışında sert litolojik unsurlara (kuvarsit, matriks yapı vd) denk geldiği zaman kesme işlemi zorlaştığı gibi gürültü düzeyi de aşırı artmaktadır.³¹

Termal Konfor Ölçüm Sonuçları

Mermer kesme tesisinde ölçülen termal konfor etmenleri Şekil 2b'de gösterilmektedir. Şekil 2b incelendiğinde aylara göre ortam sıcaklığı ve bağıl nemin önemli oranda değiştiği görülürken, atmosferik basıncın görece sabit kaldığı anlaşılmaktadır. Bağıl nemin kış aylarında havalar soğudukça arttığı ve Şubat ayında tekrar düştüğü belirlenmiştir.

Termal konforun en önemli parametresi olan ortam sıcaklığının ise tesis içinde Aralık-Ocak-Şubat aylarında 10 °C'in altına düşmektedir. Mermer fabrikalarında su ile kesim yapılmasından dolayı sıcaklığın çok

düştüğü bu aylarda, iş kazalarının meydana gelebilme olasılığı bulunmaktadır.³¹

Mermer kesim tesisinde Eylül-Şubat aylarında hesaplanan PMV ve PPD indeks değişimleri Şekil 2c'de gösterilmektedir. PMV'nin en uygun -1 ile 1 arasında ve PPD'nin % 0-20 arasında olması gerektiği kabul edilirse; sadece Ekim-Kasım döneminin termal şartlar yönünden çalışılabileceği, buna karşılık Aralık ile Ocak aylarında termal şartlar açısından çok soğuk bir dönem olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla fabrikanın bu aylarda çalışanların içümemesi ve iş kazalarının önlenmesi için gerekli tedbirlerin alınması gerektiği açıktır.³¹

PMV indeksinin Ekim ayında pozitif değerlerden Kasım ayında negatif değerlere indiği, yani sıcak ortamdan soğuk ortama geçildiği anlaşılmaktadır. PPD indeksi, PMV indeksinden elde edilmekte ve sıcak ya da soğuk olan ortamda çalışanın duyduğu rahatsızlığı yüzdesel olarak ifade etmektedir. PPD indeksinden, en soğuk ve termal rahatsızlığın en fazla Ocak ayında yaşandığı belirlenmiştir. Ölçümler yaz aylarında alınmadığı için WGBT indeksi için herhangi bir yorum yapılamamıştır. Tesis içerisinde kapıların sürekli açık ve bina izolasyonunun yetersiz olması nedenleriyle, hava sıcaklığı değişimi anlık olarak hissedilebilmektedir. Tesis içerisindeki sıcaklığın mümkün olduğu kadar klima sistemleriyle sabit tutulmaya çalışılması iş verimini ve motivasyonu arttıracaktır. İş yeri fiziksel koşullarını inceleyen literatür çalışmalarında termal konfor şartları açısından benzer sonuçlara ulaşılmıştır.^{16, 17}

Aydınlatma Ölçüm Sonuçları

Eylül-Şubat ayları dönemi boyunca gerçekleştirilen aydınlatma ölçüm sonuçları Şekil 2d'de gösterilmektedir. Aydınlatma sonuçlarına göre, ayrıntıların yakından seçilebilmesi gereken işlerin yapıldığı yerlerde 300 lüks sınır değeri göz önüne alındığında tüm aylarda geceleri yeterince aydınlatma yapılmadığı anlaşılmaktadır. Gündüzleri ise sonbahardan kış aylarına

doğru, özellikle Aralık, Ocak ve Şubat aylarında aydınlanmanın giderek azaldığı ve sınır değerin (300 lüks) altına düştüğü tespit edilmiştir.

Şekil 2d'den görüldüğü gibi, Ocak ayında Fırın Epoksi, Seleksiyon Bandı ve Kafa Kesme3 bölümlerinde, aydınlatmanın gündüzleri 300 lüks olan sınır değerin altına indiği belirlenmiştir. Gece ölçümlerinde ise tüm makine ve bölümlerin 300 lüks sınır değerin altında kaldığı tespit edilmiştir. Sadece Kafa Kesme2 bölümü sınır değere yaklaşıp da sınır değerin üstüne çıkamamıştır. Şubat ayı gece ölçümlerinde Fırın Epoksi bölümünde aydınlatma değeri 41 lüks ölçülmüştür. Bu da en düşük aydınlatma değeri olarak kayda geçmiştir. Mevcut mermer fabrikasında mermer kesim işlemlerinin elmas testereler yardımıyla yapılmasından dolayı yeterli aydınlatma şiddetine ulaşamaması durumunda, iş kazaları kaçınılmaz olacaktır.³¹ Aydınlatma ile ilgili işyerlerindeki ölçümlerde, bu çalışmaya paralel olarak yetersiz ve orantısız aydınlatmanın iş kazalarına sebep olacağı belirtilmiştir.^{20, 23}

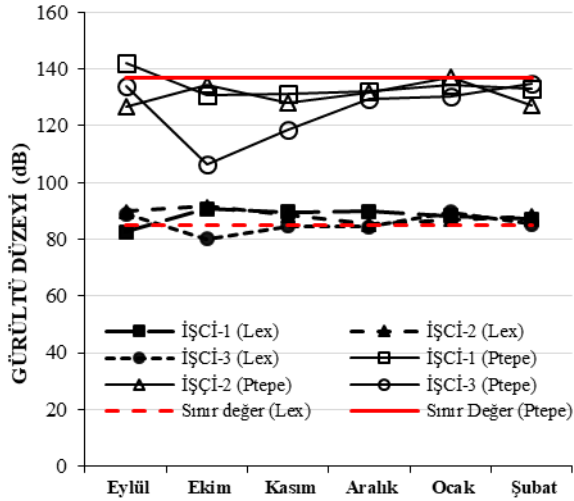
Toz Ölçüm Sonuçları

Eylül-Şubat aylarına ait kişisel ve iç ortam iç toz ölçümleri Şekil 2e'de gösterilmektedir. Şekil 2e'ye göre ölçüm yapılan tüm aylarda, hem kişisel hem de ortam toz ölçümleri sınır değerin (5 mg/m^3) çok altında kalmıştır.³¹ Bu sonuçlar mermer tozunun çalışanlar üzerindeki etkisini araştıran literatür çalışmalarla benzerlik göstermektedir.^{25, 32} Ancak bu sonucun aksine sınır değerin

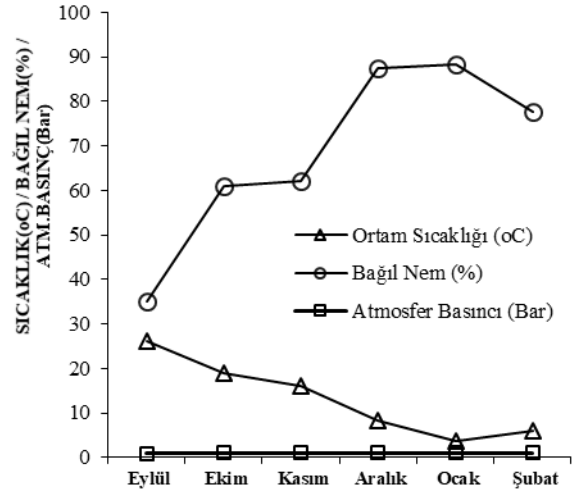
üzerinde toz oluştuğunu bulan ve önlem alınması gerektiğini bildiren araştırma da bulunmaktadır.³⁹ Mermer tesisleri sulu sistemle kesim yaptıklarından dolayı tozlanma görece oluşmamaktadır.

Titreşim Ölçüm Sonuçları

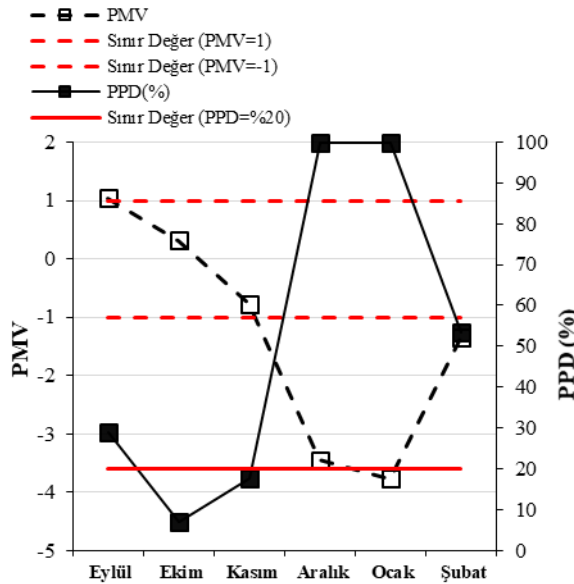
Mermer fabrikalarında kesimi yapılan mermerlerin bir yerden başka bir yere nakliyesi forklift aracılığıyla yapılmaktadır. Forklift operatörü gerek makine arızalarından gerekse zemin bozukluğundan dolayı titreşime maruz kalabilmektedir. Eylül-Şubat aylarına ait fiziksel risk etmenlerinden titreşim ölçüm sonuçları Şekil 2f 'de gösterilmektedir. Forklift operatörünün oturak kısmına yerleştirilen ölçüm cihaz sensörleri, çalışanın maruz kaldığı tüm vücut titreşimini ölçmektedir. Forklift operatörünün maruz kaldığı tüm vücut titreşim ölçümleri x (sırttan göğüse doğru), y (sağ taraftan sol tarafa doğru), z (ayaklardan kafaya doğru) yönündeki üç farklı yöndeki maruziyetler olarak kaydedilmiştir. Şekil 2f 'de görüldüğü gibi, Kasım ve Ocak ayında "tüm vücut titreşimi" ölçüm sonuçları yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni forkliftin tam yükte hareket halindeyken, tesis dışında arızalı ve stabilize yol koşullarında çalışmasından kaynaklanmaktadır. Diğer aylarda ise sınır değer olan $1,15 \text{ m/sn}^2$ yakın değerler bulunmuştur.³¹ Kırmataş fabrikasında yapılan benzer çalışmalarda burada bulunan sonuçlara uygun olarak, bozuk zeminden ve çalışma şartlarından dolayı forklift operatörünün yüksek titreşimlere maruz kaldığı bildirilmiştir.⁴⁰



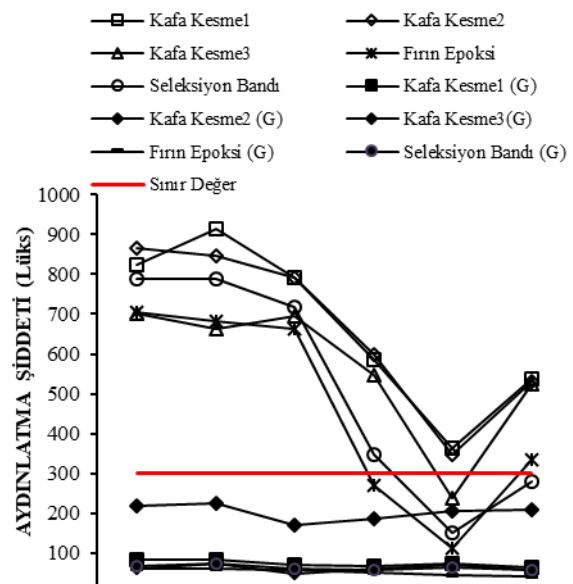
Şekil 2a. Gürültü Değerleri.



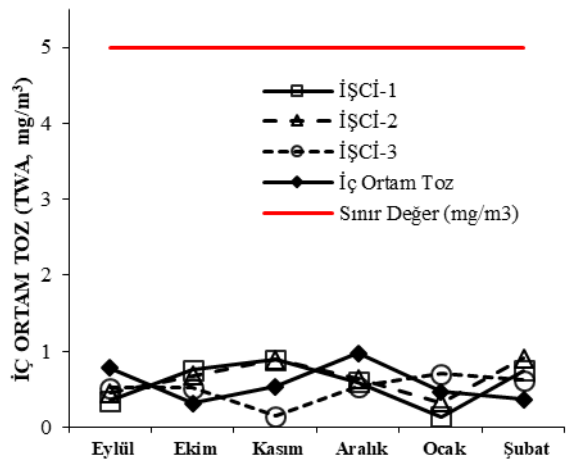
Şekil 2b. Termal Konfor Değişimleri.



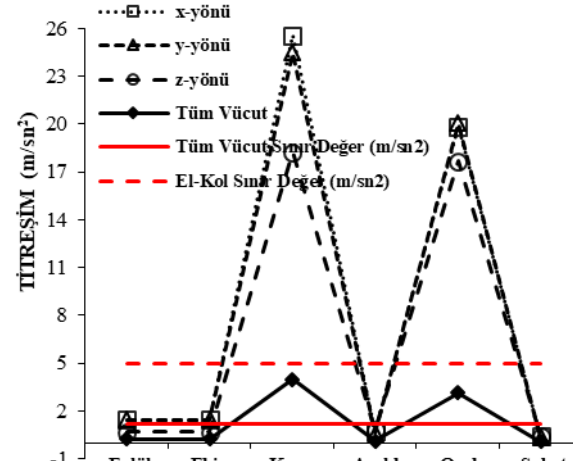
Şekil 2c. PMV - PPD İndeksleri



Şekil 2d. Aydınlatma Sonuçları



Şekil 2e. Kişisel Ortam Tozu Sonuçları



Şekil 2f. Forkliftte Tüm Vücut ve El-Kol Titreşimleri

Şekil 2. Mermer Kesme Fabrikasında Eylül-Şubat Döneminde Ölçülen Parametrelerin Sonuçları

SONUÇ VE ÖNERİLER

Mermer kesim fabrikasında ölçülen fiziksel risk etmenlerinden, çalışanların etkilenme sırasına göre en fazla gürültü, aydınlatma, termal konfor ve titreşim etmenlerine maruz kaldıkları anlaşılmaktadır. İşletmelerin kendi eksikliklerini görmeleri olası değildir. İşverenin İSG ilke ve prensiplerini yerine getirmede İSG kurullarına büyük görev düşmektedir. İSG profesyonellerinin tesislerde çok iyi gözlem, inceleme gerçekleştirip, gerekli ölçümleri yaptırılmaları gereklidir. Bu mantıktan yola çıkılarak, fiziksel risk etmenleri incelenen mermer kesme fabrikasında belirlenen koruma ve önleme çalışmaları aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Gürültü sonuçlarına göre, mevcut tesiste acil önlem alınması gerektiği anlaşılmaktadır. Oluşan riski öncelikle kaynağından önlemek gereklidir. Mühendislik yaklaşımı açısından, mermer kesme makinesinin çevresi gürültü yalıtımlı malzeme ile kaplanmalıdır. Fabrikada yüksek miktarda gürültü olduğu için tehlike anında çalışanlar birbirleriyle iletişim kuramamaktadır. Mermer kesiminin yapıldığı bölgeye ışıklı ve görsel uyarı ikaz sistemi kurularak, tehlike anında kullanılması sağlanmalıdır. Çalışanlar nitelikli kulak koruyucu ekipmanlar (kulak tıkacı, manşon vb) kullanmalı ve işyeri hekimize uygun görülen zaman aralıklarında, işitme bakımından (odyogram testleri) sağlık gözetimine tabi tutulmalıdır.

Termal konfor ölçümleri sonucunda Kasım ayından sonra tesis içerisinde ki havanın oldukça soğuduğu ve çalışanlar için hipotermik koşullar oluşturduğu anlaşılmıştır. Bu yüzden fabrika genel olarak termal konfor şartlarına uygun değildir. Tesis içerisinde kış aylarında ısıtıcı fanların yerleştirilmesi, çatı ve bina izolasyonunun yapılması, tesis kapılarının değiştirilerek kış aylarında kapanacak şekilde ayarlanması gerekmektedir. Böylece çalışma ortamı sıcaklığı çalışanlara uygun olacağı gibi iş verimliliğini de arttıracaktır.

Beş noktada alından aydınlatma ölçümleri, gündüz dönemlerinde aydınlatmanın çok iyi

olmasına rağmen bulutlu günlerde 300 lüks olan sınır değere yaklaştığını göstermektedir. Daha önemlisi ölçüm yapılan tüm aylarda gece vardiyalarında ışıklandırmanın yetersizliğidir. Işık kaynaklarının noktasal değil tüm tesisi homojen aydınlatacak şekilde tasarlanması ve kullanılması önerilmektedir. Yapay aydınlatmanın kullanıldığı gece vardiyalarında, aydınlatmanın gölge oluşturmaması ve görme keskinliğini sağlaması gereklidir. Yetersiz aydınlatma düşme, yaralanma ya da testerenin el kesmesi gibi iş kazalarına neden olabilmektedir. Gece vardiyalarında elektrik kesintilerinin olacağı varsayılarak yedek şarjlı aydınlatma sistemlerinin kurulması ve acil çıkış tabelalarının elektriğin kesilmesi halinde 24 saat aydınlatma sağlayacak şekilde tasarlanması gereklidir. Ayrıca aydınlatma sistemleri tasarlanırken çalışanların yaş durumları da göz önünde bulundurulmalıdır. Yeterli aydınlatma hem iş kalitesini hem de iş verimini arttırmaktadır.

Titreşim değerlerine göre, forklift aracının güvenli kullanımı, periyodik bakımı ve kontrolü, çalışma alanının iyileştirilmesi, uyarı lambası ve sesli işaretinin işlevsel hale getirilmesi ve güvenli çalışma eğitimlerinin aksatılmaması gereklidir.

Mermer tozlarının solunum fonksiyonları üzerinde oluşturabileceği silikozis, KOAH, pnömokonyozlar gibi olumsuz etkilerinden dolayı her ne kadar toz ölçüm sonuçları normal çıkarsa da proaktif bakışı elden bırakmamak gereklidir. Tozlanmanın daha fazla olduğu bahar ve yaz aylarında toz ölçümleri yapılmalı, çalışanların maske kullanmaları takip edilmeli ve daha modern mermer kesme sistemlerine geçilmelidir.

Fiziksel risk ölçüm sonuçlarına göre, mermer kesme ve cilalama tesisinde Risk Değerlendirilmesi yenilenmeli veya güncellenmeli ve bu çalışmada elde edilen ölçüm sonuçları dikkate alınarak, işverence sorunlar giderilmelidir. Böylece ölçüm sonuçlarının normal referans aralığında tutulması sağlanmalıdır.

Ülkemizde, İSG açısından yeterli ve gerekli mevzuat bulunurken, işletmelerde eksiklikler yeterince yerine getirilememektedir. Bu duruma bir de kamu

erklerinin teftişlerdeki yetersizliği eklenince kazaların azaltılması mümkün olmamaktadır.

KAYNAKLAR

1. Karaman, M.E. ve Kibici, Y. (2008). "Temel Jeoloji Prensipleri". Ankara: Belen Yayıncılık.
2. MTA. (2020). "Madencilik İhracat Rakamları". Erişim adresi: <https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/turkiyede-madencilik/2020-yili-maden-dis-ticaret.pdf> (Erişim tarihi: 26.09.2023).
3. Koçali, K. (2022). "Bölgesel Kalkınma Alanlarının İş Sağlığı ve Güvenliği Performans Analizi". İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 14 (3), 381-405.
4. Camkurt, M. (2007). "İş Yeri Çalışma Sistemi ve İşyeri Fiziksel Faktörlerinin İş Kazaları Üzerindeki Etkisi". TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi, 20 (6), 80-106.
5. ILO. (2022). "National Study on the System for Recording and Notification of Occupational Accidents and Diseases in the Republic of Moldova". Erişim adresi: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_208214.pdf (Erişim tarihi: 26.09.2023).
6. Bayraktar, B, Uyguçgil, H. ve Konuk, A. (2018). "Türkiye Madencilik Sektöründe İş Kazalarının İstatistiksel Analizi". Madencilik, 57 (Özel sayı), 85-90.
7. Bugay Çağrı, G. ve Sabir, E. C. (2023). "İş Güvenliğinde Fiziksel Risk Etmenlerinin Tespitinde İş Etüdü Tekniğinin Kullanımı-Bir Tekstil İşletmesi Örneği". Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6 (1), 369-382.
8. Ersoy, M. (2015). "A Proposal on Occupational Accident Risk Analysis: A Case Study of a Marble Factory". Human and Ecological Risk Assessment, 21, 2099-2125.
9. Hayta, A.B. (2007). "Çalışma Ortamı Koşullarının İşletme Verimliliği Üzerine Etkisi". Gazi Üniversitesi Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi, 1, 21-41.
10. Başak, S.S. ve Başak, S. (2018). "Diş Hekimlerini Etkileyebilecek Fiziksel Risk Etmenleri". Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 7 (1), 184-192.
11. Çınar, İ. and Şensöğüt, C. (2013). "Evaluation of Noise Measurements Performed in Mining Sites for Environmental Aspects". International Journal of Environmental Research, 7 (2), 383-386.
12. İSGİP. (2011). "Çalışma Yaşamında Sağlık Gözetimi Rehberi". Ankara: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İSGGM.
13. Çalış, S. (2022). "İş Sağlığı ve Güvenliğinde Ölçüm Gürültü". Ankara: İksad Yayınevi.
14. Toprak, R. ve Aktürk, N. (2004). "Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerindeki Olumsuz Etkileri". Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 61 (1), 49-58.
15. Olesen, B.W. (1982). "Thermal Comfort". Bruel and Kjaer Technical Review, 2, 3-43.
16. Arıtan, A.E. (2019). "Investigation of Thermal Comfort Conditions in a Travertine Processing Plant By Using Thermal Comfort Indices". International Journal of Environmental Science and Technology, 16, 5285-5288.
17. Arıtan, E, Şensöğüt, C. ve Tümer, M. (2017). "Doğaltaş İşleme Tesisinde Termal Konfor Analizi". MCBÜ Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi, 23 (1), 1-10.
18. Karacan, E. (2018). "İş Kazaları ve Meslek Hastalıklarının Önlenmesinde Ergonomik Koşulların Etkisi". Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 11 (56), 792-798.
19. Gökcan, A, Oluk, F. ve Demir, G. (2022). "Gece Çalışmalarında Kullanılan Aydınlatma Kaynaklarının İş Sağlığı ve Güvenliği Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi: Metal Sektörü Örneği". Afet ve Risk Dergisi, 5 (2), 121-134.
20. Bayrakdar, G. (2016). İşyerlerinde Aydınlatma Koşullarının İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden Değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.
21. Özsungur, F. ve Öztıp, H. (2019). "Kurumlarda Faaliyet Alanlarının Aydınlatılması ve Çalışanlar Üzerindeki Etkisi". Verimlilik Dergisi, 2, 185-204.
22. Hu, S, He, M, Liu, G, Lu, M, Liang, P. and Liu, F. (2021). "Correlation Between the Visual Evoked Potential and Subjective Perception at Different Illumination Levels Based on Entropy Analysis". Building and Environment, 194, 107715.
23. Zeyrek, S, Kürkcü, E.A. ve Cakar, İ. (2014). "İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları Rehberi". Ankara: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Yayınları.
24. Mishra, P, Jacob, S.E, Basu, D, Panigrahi, M.K. and Govindara, V. (2014). "Bilateral Spontaneous Pneumothorax in Chronic Silicosis: A Case Report". Hindawi, Article ID 561861.
25. Sezgi, C, Abakay, Ö, Önder, H, Şen, H.S, Abakay, A, Kaya, H, Ayhan, M. ve Tanrıkulu, A.Ç. (2012). "Mermer Fabrikası İşçilerinde Solunum Fonksiyonları ve Radyolojik Bulgular". Journal of Clinical and Experimental Investigations, 3 (2), 250-254.
26. Corrin, B. and Nicholson, A.G. (2011). "Pathology of the Lungs". USA: Elsevier.
27. Karaçay, T. ve Aktürk, N. (2002). "Bir Römorkun Tasarımında Gelişigüzel Titreşimlerin Etkisi". Gazi Üniversitesi Müh-Mim Fak Dergisi, 17 (1), 11-31.
28. Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik. (2013). Resmi Gazete 22/08/2013, 28743.
29. Çalış, Ç. (2022). "İş Sağlığı ve Güvenliğinde Titreşim Maruziyet Ölçümü". Ankara: İksad Yayınevi.
30. Baykara, O, Doğru, M. and Karatepe, Ş. (2007). "Assessment of Natural Radioactivity and its Significant Hazards of Different Kinds of Marbles in Elazığ (Turkey)". Natural and Applied Sciences Physics, 2 (4), 256-264.
31. Dolmaz, O. (2018). Mermer Kesme ve Cilalama Tesisinde İş Sağlığı ve Güvenliği Tedbirleri ve Örnek Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
32. Çınar, İ. ve Şensöğüt, C. (2017). "Mermer Fabrikalarında Toz Koşullarının Değerlendirilmesi". MCBÜ Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi, 23 (1), 40-48.
33. İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik. (2013). Resmi Gazete 17/07/2013, 28710.
34. Yıldırım, H.A. ve Altınsoy, H. (2015). "TS EN ISO 7730 ve TS EN ISO 27243 Standartlarına Göre Termal Konfor Standartı". Çalışma Dünyası Dergisi, 2, 7-17.
35. Tozla Mücadele Yönetmeliği. (2013). Resmi Gazete 05/11/2013, 28812.

36. Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına dair Yönetmelik. (2013). Resmi Gazete 28/07/2013, 28721.
37. 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.
38. Çınar, İ. ve Şensöğüt, C. (2015). "Mermer Hazırlama Tesislerinde Oluşan Gürültünün İşçiler Üzerindeki Maruziyet Değerlerinin Belirlenmesi". 21-22 Aralık, Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu (335-343). Adana.

39. El-Gammal, M.I, Ibrahim, M.S, Badr, S.A, Asker, S.A. and El-Galad, N.M. (2011). "Health Risk Assessment of Marble Dust at Marble Workshops". *Nature and Science*, 9 (11), 144-154.
40. Zeyrek, S. (2009). Titreşim. Uzmanlık Tezi. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.