

## Bir Çimento Fabrikasında Aydınlatma, Termal Konfor ve Titreşim Maruziyetinin Değerlendirilmesi

Hatice Rumeysa DELİCE<sup>1\*</sup>, Fikret KOÇBULUT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>İstanbul Gelişim Üniversitesi, İstanbul Gelişim Meslek Yüksekokulu, Mülkiyeti Koruma ve Güvenlik Bölümü, 34310, İstanbul

<sup>2</sup>Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-2909-9193>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-3578-029X>

\*Sorumlu yazar: hrkizilgoz@gelisim.edu.tr

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 12.05.2023

Kabul tarihi: 11.01.2024

Online Yayınlanma: 25.06.2024

#### Anahtar Kelimeler:

İş sağlığı ve güvenliği

Aydınlatma

Termal konfor

Titreşim

Çimento fabrikası

### ÖZ

Fiziksel risk etmenleri olarak tanımlanan gürültü, titreşim, aydınlatma, radyasyon, basınç, ısı ve termal konfor; hem işçi sağlığı ve güvenliği (İSG) açısından hem de işletmelerde istenen verimliliğin sağlanabilmesi için ele alınması gereken önemli bir faktördür. İşçilerin çalışma ortamlarından fiziksel risk faktörlerinin tamamen kaldırılması mümkün değildir ancak riski minimize etmek gerekir. Bu çalışmada bir çimento fabrikasında İSG açısından önemli bir konu olan fiziksel risk etmenlerinden; aydınlatma, termal konfor ve titreşim parametrelerinin ölçümleri ve değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışma sonucunda ölçüm yapılan işletmenin aydınlatma düzeyi düşük; termal konfor parametreleri ölçümleri sonucu ortam sıcaklıkları genelde önerilen minimum sıcaklık değerinin altında; bağıl nem ölçüm sonuçları önerilen aralıkta; hava akım hızı ölçüm sonuçları ise genel olarak önerilen değere yakın bulunmuştur. Çalışma sonucunda fabrikalarda alınabilecek çözüm önerilerine değinilmiştir. Çalışma birinci yazarın Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği anabilim dalında hazırlanan Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir.

## Evaluation of Lighting, Thermal Comfort and Vibration Exposure in a Cement Factory

### Research Article

#### Article History:

Received: 12.05.2023

Accepted: 11.01.2024

Published online: 25.06.2024

#### Keywords:

Occupational health and safety

Lighting

Thermal comfort

Vibration

Cement plant

### ABSTRACT

Noise, vibration, lighting, radiation, pressure, heat and thermal comfort defined as physical risk factors; It is an important factor that must be addressed both in terms of worker health and safety (OHS) and in order to achieve the desired efficiency in businesses. It is not possible to completely remove physical risk factors from workers' working environments, but it is necessary to minimize the risk. In this study, physical risk factors, which are an important issue in terms of OHS in a cement factory; Measurements and evaluation of lighting, thermal comfort and vibration parameters were made. As a result of the study, the lighting level of the measured enterprise was low; as a result of thermal comfort parameter measurements, ambient temperatures are generally below the recommended minimum temperature value; relative humidity measurement results are within the recommended range; airflow velocity measurement results were generally found to be close to the recommended value. As a result of the study, solution suggestions that can be taken in factories are mentioned. The study is derived from the first author's Master's thesis, which was prepared in the Department of Occupational Health and Safety at Cumhuriyet University, Institute of Science and Technology.

## 1. Giriş

İş sağlığı ve iş güvenliği, bir bütün olarak iş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenerek çalışanların sağlık ve çalışma ortamlarındaki güvenliklerinin korunmasını sağlamayı ifade eder. İş sağlığı ve güvenliğinde (İSG) çalışanların “sağlık” ve “güvenlikleri” sadece fiziksel ya da bedensel olarak ele alınmaz. Bu nedenle Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) sağlığı; “Kişinin bedensel, ruhsal ve sosyal bakımdan tam iyilik halidir.” şeklinde tanımlamaktadır (Özkılıç, 2005). İşçi sağlığını ise “Bütün mesleklerde, çalışanların fiziksel, ruhsal ve sosyal açıdan tam iyilik halinin takviyesini ve en yüksek düzeylerde sürdürülmesini, iş koşulları ve kullanılan zararlı maddeler nedeniyle çalışanların sağlığına gelebilecek zararların önlenmesini, çalışanın psikolojik ve fizyolojik özelliklerine uygun yerlere yerleştirilmesini gerektirir” şeklinde tanımlamaktadır (Özkılıç, 2005). Bu bağlamda, iş sağlığı ve güvenliği “İşyerlerinde daha iyi çalışma ortamı sağlamak ve olabilecek kazalardan korunmak amacıyla yapılan sistemli ve bilimsel çalışmalardır.” tanımı yapılmaktadır (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2014).

İş sağlığı ve güvenliği kapsamındaki çalışmalar sürecinde dikkat edilmesi gereken hususun en başında, hem çalışanların hem de çevredekilerin sağlık ve güvenliğini korumak için işyerlerinde bulunan sağlık ve güvenlik tehlikelerini kontrol edip gerekli önlemleri almak gelmektedir (Güler ve Akın, 2006).

İşyerlerinde çalışanlar, gürültü, tozlu, yetersiz havalandırmaya sahip yerlerde çalıştıklarında sağlığa zararlı kimyasallar, patlayıcı maddeler gibi olumsuz koşullar sebebiyle birçok tehlike veya risklere maruz kalmaktadırlar. Bu olumsuz koşullardan çalışanı ekonomik ve sosyal açıdan korumak ve aynı zamanda iş yerlerindeki maddi, manevi zararların yanı sıra iş gücü kaybını da önlemek amacıyla iş yerlerinde, iş sağlığı ve güvenliği kapsamında gerekli önlemlerin alınması hususunda bir sistem oluşturulması kanunen bir zorunluluk hâline gelmiştir (Ayhan, 2003).

Türkiye’de son yıllarda iş sağlığı ve güvenliği, yasal düzenlemeler ile önemli bir yer edinmeye başlamıştır. Çalışma alanlarında da iş sağlığı ve güvenliğine yönelik önlemler gelişerek artırılmaktadır. Bunlara ek olarak iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili birçok bilimsel çalışma da yapılmıştır ve giderek bu çalışmaların sayısı artmaktadır (Baran ve Esen, 2016).

Çimento sanayinde çalışanlar, çimento üretimi için gerekli olan kireç taşı ve alçı taşı çıkarılan taş ocaklarında iklim koşullarına, kayaların parçalanması sırasında tozlara, çimento üretim aşaması boyunca gürültü, sıcaklık gibi fiziksel risk etmenlerine maruz kalmaktadır (Füzün, 2008).

Bu olumsuzlukların yaratacağı tehlikeler, yalnızca işyerinde çalışanlar ile sınırlı değildir. Çoğu zaman bu tehlikeler, çevrede yaşayan toplumun sağlık ve güvenliğini de tehdit etmektedir.

Aydınlatma, insanoğlunun doğası gereği yaşamsal duyularından biri olan görme olayının gerçekleşmesi için gerekli olan temel unsurlardan biridir (Alparşlan, 2015). İşyerlerinde de her türlü işin hatasız yapılabilmesi ve daha da önemlisi çalışanların göz sağlığının korunabilmesi ve bu sayede kendilerini iyi hissetmesi için uygun bir aydınlatma sistemi çok önemlidir. Optimum şartlarda düzenlenmiş bir

aydınlatma sistemi iyi görmeyi sağlayacağından ürün kalitesinde artış, hata payında azalma, iş süresinde kısalma, güvenli bir çalışma ortamı oluşturma gibi olumlu etkileri de beraberinde getirecektir. Aynı zamanda, çalışanların göz sağlığını koruma amacına da ulaşılmış olacaktır (Koçak, 2007).

Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (International Commission on Illumination-CIE) aydınlatmanın asıl anlamını “Nesnelerin ve çevrenin olduğu gibi görülebilmesini sağlayan ışık uygulaması.” olarak belirtmektedir (Sirel, 1996).

Günümüzde pek çok sanayi işinde görme organı, organizmanın en fazla zorlanan bölümüdür. İş koşullarının doğurduğu yorgunluğun büyük bir kısmının göz zorlanmasından ileri geldiği tahmin edilmektedir. Bu yüzden çalışma ortamları gözü yormayacak şekilde mümkün olduğunca aydınlık olmalıdır; ancak, aşırı şekilde yapılmış aydınlatma, iyi yapılmamış bir aydınlatma kadar gözü yorar ve görmeyi zorlaştırır. Bu nedenle, iyi görme koşullarının sağlanabilmesi için cisimlerin işin niteliğine uygun bir şekilde aydınlatılması gerekir. Bununla birlikte, uygun bir şekilde aydınlatılmamış bir iş yerinde hareket eden nesnelerle, kişilerin kendi davranışları arasındaki koordinasyonu sağlayabilmeleri çok zordur. Dolayısıyla, iyi bir aydınlatmanın yapılmadığı iş yerlerinde, iş kazasının meydana gelme olasılığı, uygun ve iyi aydınlatılmış bir işyerine göre daha fazladır. İyi bir aydınlatma ile insan performansı %15 hatta bazen %40 oranında artabilir (Berk, 1991; Koçak, 2007).

CIE ve Avrupa Standardizasyon Komitesi (European Committee for Standardization-CEN) tarafından asgari aydınlık düzeyi konusunda farklı mekânların aydınlatması için tavsiye aydınlık değerleri oluşturulmuştur. Sanayi ve ofis işlerinde önerilen aydınlık düzeylerine ilişkin seviyeler Tablo 1’de verilmiştir (Kızılgöz, 2017).

**Tablo 1.** Sanayi ve ofis işlerinde önerilen aydınlık düzeyleri değerleri (Kızılgöz, 2017).

Aktivitenin Yapıldığı Yerin Özellikleri	Aydınlık Düzeyi Aralığı (lx)
Etrafı karanlık olan kamusal alanlar	20-50
Kısa süreli ve geçici uğranılan hızlı adapte olunabilecek yerler	50-100
Görevin görsel olarak ara sıra yapıldığı yerler	100-200
Yüksek kontrastlı ve büyük boyutta işlerin yapıldığı yerler	200-500
Orta kontrastlı ve küçük boyutta işlerin yapıldığı yerler	500-1000
Orta kontrast düzeyinde, çok küçük boyutta işlerin yapıldığı yerler	1000-2000
Düşük kontrastlı ve büyük boyutta işlerin uzun süre yapıldığı yerler	2000-5000
Detaylı görsel görevlerin uzun süre yapıldığı yerler	5000-10000

Aydınlatma açısından uygun çalışma koşulları oluşturulurken mümkün merteye gün ışığından faydalanılmalıdır. Gün ışığının sağlanamadığı durumlarda alternatif olarak yapay bir aydınlatma sistemi oluşturulmalıdır. İşyerlerinde aydınlatma düzeni oluşturulurken TS EN 12464-1 (Işık ve aydınlatma-Çalışma yerlerinin aydınlatılması-Bölüm 1: Kapalı çalışma alanları) ve TS EN 12464-2 (Işık ve aydınlatma-Çalışma yerlerinin aydınlatılması-Bölüm 2: Açık çalışma alanları) için verilen standartlar kullanılmalıdır.

İnsanın yaşamına sağlıklı bir şekilde devam edebilmesi için gerekli diğer bir koşul ise vücut sıcaklığının normal bir sıcaklık değerinde tutulmasıdır. Termal konfor, insanların çok soğuk ve çok sıcak

hissetmemesi -yani, insanların bedensel, zihinsel faaliyetlerini sürdürürken ısı derecesinin problem yaratmaması- ve belirli bir rahatlık içinde bulunmalarını ifade eder. İnsanların buldukları ortamlarda hissettikleri sıcaklık, kuru termometre ile ölçülen sıcaklık değil; fizyolojik olarak hissettikleri ısıdır. Bu ısı ise içinde bulunulan ortamdaki kuru termometre sıcaklığı, ortamdaki hava akım hızı, havanın nemi ve radyant ısıdır. Bu faktörlerin etkisi altında duyulan ısıya “efektif ısı” denir. Eğer çalışma ortamında termal konfor şartları yetersiz ise rahatsızlık duyulmaya başlanır; buna bağlı olarak da insanın çalışma kapasitesi ve iş verimi düşer (Altıntaş, 2008).

İnsan kullanımını için kabul edilecek ve sağlık karşıtı etkilerden sakınmak için tasarlanan iç mekan hava kalitesini ve minimum havalandırma oranlarını belirlemek amacıyla oluşturulan ASHRAE-55 Standardı (İnsan Kullanımı İçin Termal Çevre Koşulları ve Termal Duyarlılık Tahmini) ve konfor için kabul edilir termal çevre koşullarını belirlemeye ek olarak ılımlı termal çevreye maruz kalan insanların konforsuzluk derecelerini belirlemek amacıyla oluşturulan ISO 7730 (İlımlı Termal Çevreler-PMV ve PPD İndislerinin ve Termal Konfor Koşullarının Belirlenmesi) standartlarında termal konfor; ‘termal çevreyle memnuniyeti anlatan koşul’ olarak tanımlanır (Taşyürek, 2007).

Termal konfor, insanın boyutu, yaşı ve cinsiyeti gibi birçok parametreye bağlıdır; ancak, yine de en genel anlamda termal konforu etkileyen parametreler, çevresel -havanın sıcaklığı, göreceli nem, hava akım hızı, ortalama ışınım sıcaklığı- ve kişisel -fiziksel aktivite (metabolizma hızı), giyinme-değişkenler olarak ikiye ayrılabilir (Demir, 2007).

Kinetik enerjinin potansiyel enerjiye ve potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesi olayına, “titreşim” denir. Ayrıca titreşim, mekanik bir sistemdeki salınım hareketlerini ifade eden bir terimdir. İşyeri ortam faktörlerinden fiziksel faktörler arasında yer alan titreşim -vibrasyon-, günümüzde çalışanların iş yeri ortamı koşullarından olumsuz etkilenmesine yol açan önemli bir risk faktörüdür (Güven, 2002). İş yerlerinde titreşim kaynağı olarak araç ve makinelerin salınımlı hareketleri, makinelerin bağlantı noktalarındaki çarpışma ya da sürtünmesiyle oluşan titreşim veya binalarda meydana gelen titreşim, çalışanların sağlık ve güvenliği için risk oluşturan bir unsurdur. Titreşim hareketi, salınımlı bir harekettir. Bu tip hareketler bir denge veya referans nokta etrafında yapılan hareketlerdir ve “harmonik hareket” adını alırlar. Yer değiştirme, cismin durgun pozisyonuna göre o anki pozisyonunu belirtir. Titreşimin insan sağlığını etkilemesi ve iletim derecesi, titreşimin çeşidi, büyüklüğü -dalga boyu-, frekansı, maruziyet süresi ve etkilenen vücut parçasına bağlı olarak değişiklik gösterir. Çalışma sırasında titreşime maruz kalan kişilerde, yine bu faktörlere bağlı olarak kişinin sağlığı üzerinde çok farklı etkileri görülebilir (Akbulut, 1996).

İş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenmesinde; iş veya işe bağlı tehlike ve risklerin tespit edilmesi önemli bir aşamadır. Fiziksel risk faktörlerinin tespiti, değerlendirilmesi ve iyileştirme faaliyetlerinin belirlenmesi işletmelerdeki sağlık ve güvenlik seviyelerini yükselteceği yadsınamaz bir gerçektir. Bir çimento fabrikasında fiziksel risk etmenleri parametrelerinden olan aydınlatma, termal konfor ve titreşim düzeyini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada, aydınlatma ölçüm sonuçları, çalışma yerlerinin aydınlatılması TS EN 12464-1: 2013 ve TS EN 12464-2: 2013 standartlarında

belirtilen aydınlık düzeyi değerleri ile kıyaslanmıştır. Termal konfor ölçüm sonuçları literatür değerleri ve titreşim ölçümleri ise ilgili mevzuat değerleri ile kıyaslanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Ölçüm ve Yöntem

Aydınlatma ölçümleri Şekil 1’de görülen ‘HD450 Extech’ luxmetre cihazı ile yapılmıştır. Ölçüm birimi lüks -lx-tür. Cihaz 400.000 Lux'e kadar ışık şiddeti ölçebilme özelliğine sahiptir.



Şekil 1. Luxmetre genel görünümü.

Ölçümler, işletmenin iş akışı içinde ve çalışma bölgesindeki görüş alanında her ölçüm aşamasında üç farklı ölçüm alınarak yapılmış; sonuçlar, ortalama ve standart sapmaları ile verilmiştir. Ortalama aydınlık düzeyi ölçüm sonuçları, TS EN 12464 No.lu standarttaki ilgili referans değerlerle karşılaştırılmıştır. Her bölümde yapılan ölçümler, incelenen tesisin İSG uzmanının gözlemlerine dayanarak gerçekleştirilmiştir.

Termal konfor ölçümleri, Şekil 2’de görülen iç ortam sıcaklığı, hava hızı ve havadaki nem miktarı ölçümleyebilen ‘Testo 435’ ölçüm cihazı ile yapılmış ve ölçüm sonuçları, m/sn, °C ve Rh -bağıl nem-şeklinde verilmiştir.



Şekil 2. Termal konfor ölçümü cihazının genel görünümü.

Termal konfor ölçümlerinde sensörler mümkün olduğunca çalışma yerine yakın yerleştirilerek işletmenin rutin iş akışı içinde gerçekleştirilmiştir. Ölçüm yapılan her alanda ortam sıcaklığı, ortamın bağıl nemi ve hava akım hızı, üçer defa ölçülerek sonuçlar ortalama değer olarak kaydedilmiştir.

Bütün vücut titreşim ölçümlerinde kullanılan güç aktarıcı -transdüser- titreşimin insan vücuduna temas ettiği noktaya mümkün olan en yakın mesafede koordinat eksenlerine uygun bir şekilde sabitlenerek belirlenen süre boyunca kesintisiz olarak alınmıştır.

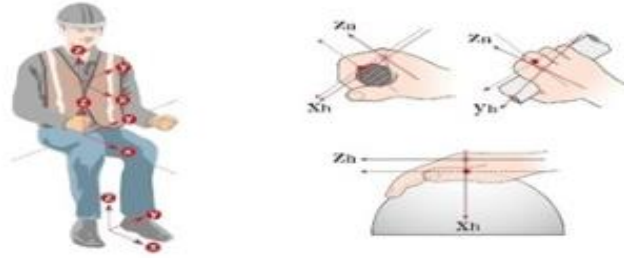
Ölçüm birimleri,

**A(8):** Sekiz saatlik sürede sürekli ivme -rms- eşdeğeri cinsinden tanımlanan günlük titreşim maruziyet değeri;

**Aeq:** Ölçüm süresi boyunca elde edilen tüm Arms değerlerinin ortalama maruziyet değeri;

**Amax:** Ölçüm süresi boyunca elde edilen tüm Arms değerleri arasındaki en büyük Arms değeri;

Koordinat sistemi -titreşim- yönleri: Şekil 3'te gösterilen ve merkezi insan üzerinde olan koordinat sistemine göre X eksenini, sırttan göğüse; Y eksenini, sağdan sola ve Z eksenini, ayaktan -kalçadan- başa doğrudur.



Şekil 3. Koordinat sistemi -titreşim- yönleri.

Titreşim maruziyetinin belirlenmesinde, merkezi insan üzerinde olan koordinat sistemine göre üç ekseninde ölçüm alan ve yarı sert bir diskin içine yerleştirilmiş olan güç aktarıcı -transdüser- '01 dB Vib008' ivme ölçer cihazı kullanılmıştır. Cihaz, el-kol ve tüm vücut titreşimlerinin ölçümleri için kullanılabilir. Güç aktarıcı -transdüser- 0,001-500 m/s<sup>2</sup> rms peak ölçüm aralığına sahiptir. Titreşim ölçümü için kullanılan cihaz Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Titreşim ölçerin genel görünümü.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Aydınlatma ve termal konfor ölçümleri, laboratuvar, işletme katı, kırıcı giriş, sevkiyat, paketleme, ambar, elektrik bakım, fırın 1-2, kömür değirmeni, farin değirmeni, siklon katı, makine bakım, çimento

değirmeni giriş ve yemekhane bölümleri olmak üzere fabrikanın on dört farklı bölümünde yapılmıştır. Titreşim ölçümleri, fabrikada kullanılan kepçe, kırıcı, kamyon ve lastik tekerlekli yükleyici araçlarını kullanan çalışanlar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Her bir alanda üçer tekrarla yapılan aydınlık düzeyi tespitleri, ölçüm değerlerinin ortalamalarına göre belirlenmiştir (Tablo 2).

**Tablo 2.** Aydınlık düzeyi ölçüm sonuçları ve referans değerleri

ÖlçümNoktası	1.Ölçüm (lx)	2. Ölçüm (lx)	3. Ölçüm (lx)	Ortalama Standart Sapma(lx)	Ölçüm ve Referans No. [1,2]	*Önerilen Değerler (lx)
Laboratuvar	54,2	56,5	55,5	55,4±8,3	5.10.4	500
İşletme Katı	43,7	42,6	43,0	43,1±6,4	5.1.1	100
Kırıcı Giriş	8,4	7,8	8,6	8,3±1,2	5.8.2	200
Sevkiyat	9,9	10,0	10,2	10,0±1,5	5.1.4	150
Paketleme	37,1	35,4	34,9	35,8±5,4	5.4.2	300
Ambar	41,0	40,9	41,1	41,0±6,1	5.4.1	100
Elektrik Bakım	43,4	43,0	43,1	43,2±6,5	5.20.5	500
Fırın 1-2	5,7	6,0	5,9	5,9±0,9	5.1.2	10
KömürDeğirmeni	81,7	80,1	81,5	81,1±12,1	5.8.2	200
Farin Değirmeni	22,0	3,7	22,3	22,0±3,3	5.8.2	200
Siklon Katı	7,8	8,1	7,6	7,8±1,2	5.1.2	150
Makine Bakım	37,8	37,5	38,1	37,8 ± 5,7	5.24.6	300
Çimento Değirmeni	43,0	42,9	43,2	43,0±6,4	5.8.2	200
Yemekhane	117	111	114	114±17,1	5.29.4	200

[1] kapalı alanlarda TS EN 12464 standardına göre aydınlatma sınır değerleri, [2] açık alanlarda TS EN 12464 standardına göre aydınlatma sınır değerleridir. \*Önerilen değerler (TSE, 2013).

Aydınlık düzeyi ölçüm sonuçları TS EN 12464-1 ve TS EN 12464-2 standartlarında verilen referans değerler ile kıyaslanmıştır (Tablo 3 ve 4).

**Tablo 3.** Kapalı çalışma alanları için referans değerleri (TS EN 12464-1)

Referans No	Alan-İş veya Faaliyet Tipi	Ortalama Aydınlatma Şiddeti Değeri (lx)
5.1.1	Dolaşım alanları ve koridorlar	100
5.1.2	Merdivenler, yürüyen merdivenler, yürüyen yaya yolları	150
5.1.4	Yükleme rampaları/peronları	150
5.4.1	Depo ve ambarlar	100
5.4.2	Dağıtım paketleme alanları	300
5.8.2	Malzemelerin hazırlanması; fırınlama ve karıştırıcılar ile ilgili çalışma	200
5.10.4	Hassas ölçme odaları, laboratuvarlar	500
5.20.5	Kumanda odaları	500
5.24.6	Genel taşıt hizmetleri, tamir ve deney	300
5.29.4	Self servis restoran	200

**Tablo 4.** Açık çalışma alanları için referans değerleri (TS EN 12464-2)

Referans No	Alan-İş veya Faaliyet Tipi	Ortalama Aydınlatma Şiddeti Değeri (lx)
5.1.2	Bisikletler, kamyonlar ve kazı makinesi gibi yavaş hareket eden taşıtlar için trafik alanları (en fazla 10 km/h)	10

TS EN 12464-1 ve TS EN 12464-2’de ilgili maddelerinde verilen aydınlık düzeyi referans değerleri; fabrikadaki bölüm, iş veya faaliyet tipi özellikleri dikkate alınarak kullanılmıştır. Yapılan ölçüm sonuçlarında Tablo 3’de görüldüğü gibi ilgili standartların referans değerlerine karşılık gelen ölçüm sonuçları tespit edilmesine rağmen yine ilgili standartların referans değerlerine karşılık gelmeyen ölçüm sonuçlarının da olduğu analiz edilmiştir.

Tablo 2’ye bakıldığında üçer kez yapılan aydınlatma ölçümlerinin standart sapsmalarıyla birlikte ortalamalarının alınarak verildiği görülmektedir. Ayrıca, çizelgede verilen ‘Referans No.’ kıyaslama yaptığımız standarttaki ilgili bölümleri belirtmektedir.

Aydınlık düzeyi değerlerinin kıyaslamasında kullanılan standartlar (TS EN 12464-1, TS EN 12464-2), normal görebilen kişilerin görme rahatlığı ve performans ihtiyaçlarını karşılayan aydınlatma kurallarını kapsamaktadır. Kullanılan standartlar birçok açık veya kapalı çalışma yeri ile bunların ilişkili alanları için aydınlatma çözümlerini, aydınlatmanın niceliği ve niteliği açılarından belirlemektedir ve ayrıca uygun aydınlatma koşulları için tavsiyeler de verilmektedir.

Aydınlatma ölçümü yapılan bölümlerin sonuçlarına bakıldığında -genellikle- referans olarak alınan değerlerden oldukça düşük olduğu görülmektedir (Tablo 2). Örneğin, yemekhane bölümündeki aydınlık düzeyi 200 lx olması gerekirken 114 lx olarak bulunmuştur. Fabrikada termal konfor ölçümleri, aydınlatma ölçümlerinin yapıldığı noktalardan alınmıştır. Termal konfor için ortam sıcaklığı ölçümleri, ortamın bağıl nem ölçümleri ve hava akım hızı ölçümleri yapılmıştır. Her bir parametre için ölçümler üçer kez tekrarlanarak ortalama değer olarak verilmiş ve işin niteliğine göre iş yerlerinde sağlanması gereken termal koşullar için önerilen hava sıcaklığı, bağıl nem ve hava akım hızı değerleriyle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma yapılırken her bölüm için bu bölümlerde çalışma şekli ve iş yükü göz önünde bulundurulmuştur.

İşçi Sağlığı ve İşçi Güvenliği Tüzüğü 20. maddesinde “Çok buğu husule gelen işyerlerinde sıcaklık derecesi 15 santigrat dereceden az ve 30 santigrat dereceden yüksek olmayacaktır.” ibaresi yer almaktadır (İşçi Sağlığı ve Güvenliği Tüzüğü, 1974); ancak, bu tüzük 16.04.2014 tarihinde yürürlükten kaldırıldığı için çalışmamızda termal konfor parametrelerinden sıcaklık, bağıl nem ve hava akım hızı için literatür bilgileri referans olarak kullanılmıştır. Termal konfor ölçümlerinin yorumlanmasında kullanılan değerler Tablo 5’de verilmiştir.



**Tablo 5.** İklimsel konfor değerleri (Hacıosmanoğlu, 2013)

Çalışma Şekli ve İş Yüğü	Hava Sıcaklığı (°C)			Bağıl Nem (%)			Hava Akımı (m/sn)
	min	opt	max	min	opt	max	max
Ofis işi	18	21	24	30	50	70	0,1
Oturarak hafif iş	18	20	24	30	50	70	0,1
Ayakta hafif iş	17	18	22	30	50	70	0,2
Ağır iş	15	17	21	30	50	70	0,4

Tablo 6’da işletmede ölçülen termal konfor değerlerinden ortam sıcaklığına yer verilmiş olup ölçüm sonuçları 9,2 °C-25,8 °C değişen aralıklarda bulunmuştur.

**Tablo 6.** Ortam sıcaklığı ölçüm sonuçları (Eylül, 2016)

Ölçüm Noktası	1. Ölçüm (°C)	2. Ölçüm (°C)	3. Ölçüm (°C)	Ortalama Ölçüm (°C)	*Önerilen Değerler (°C) min-opt-max
	Laboratuvar	25,8	25,7	25,8	25,8
İşletme Katı	24,3	24,2	24,2	24,2	18-21-24
Kırcı Giriş	10,6	10,7	10,2	10,5	17-18-22
Sevkiyat	9,5	9,3	9,7	9,5	17-18-22
Paketleme	9,9	10,0	9,8	9,9	17-18-22
Ambar	10,3	10,5	10,5	10,4	17-18-22
Elektrik Bakım	9,9	10,0	10,1	10,0	17-18-22
Fırın 1-2	11,3	11,3	11,2	11,3	15-17-21
Kömür Değirmeni	14,2	14,7	14,5	14,5	17-18-22
Farin Değirmeni	21,3	21,0	21,2	21,2	17-18-22
Siklon Katı	20,2	21,0	20,3	20,5	15-17-21
Makine Bakım	14,3	14,2	14,3	14,3	15-17-21
Çimento Değirmeni	15,0	14,9	15,1	15,0	17-18-22
Yemekhane	21,6	21,7	21,6	21,6	15-17-21

Laboratuvar ve işletme katı ortam sıcaklığı ölçüm sonuçları ortalaması, ofis işleri için önerilen termal konfor değerlerinden maksimum sıcaklık değerinin üstünde bulunmuştur. Bu bölümler için sıcaklık değeri 18-24 °C arasında olmalıdır.

Ayakta hafif işler için önerilen ortam sıcaklığı değerleri ile ölçümünü yaptığımız bölümlerden, bu niteliğe uygun bölümlerin sonuçları Tablo 6’da verilmiştir. Sonuç olarak kırcı giriş, sevkiyat, paketleme, ambar, elektrik bakımı, kömür değirmeni ve çimento değirmeni bölümlerinin ortalama ölçüm sonuçları önerilen değerlerden minimum sıcaklık değerinin altında, farin değirmeni bölümü sonucu ise önerilen maksimum sıcaklık değerine yakın bulunmuştur.

Ağır işler için önerilen termal konfor şartları ve çalışmamızdaki ölçüm yapılan bölümlerden iş şekli ve iş yükü açısından bu tanıma uygun bölümlerin ortam sıcaklığı ölçüm sonuçları ile karşılaştırılması Tablo 6’da verilmiştir. Karşılaştırma sonucunda Fırın 1-2 ve makine bakım bölümü ölçüm sonuçları, önerilen minimum değerinin altında; siklon katı önerilen maksimum değere yakın ve yemekhane bölümü sıcaklık ölçüm sonucu ortalaması önerilen maksimum değerinin üzerinde bulunmuştur.

**Tablo 7. Ortam bağıl nem ölçüm sonuçları (Eylül, 2016)**

Ölçüm Noktası	1. Ölçüm (%)	2. Ölçüm (%)	3. Ölçüm (%)	Ortalama ölçüm (%)	*Önerilen Değerler min-opt-max
Laboratuvar	40,0	39,6	39,7	39,7	30-50-70
İşletme Katı	44,2	44,0	44,3	44,3	30-50-70
Kırıcı Giriş	62,7	63,0	62,9	62,9	30-50-70
Sevkiyat	61,4	61,7	61,4	61,4	30-50-70
Paketleme	72,4	73,0	72,8	72,8	30-50-70
Ambar	82,5	83,0	82,7	82,7	30-50-70
Elektrik Bakım	86,0	85,7	85,0	85,0	30-50-70
Fırın 1-2	73,7	73,4	73,6	73,6	30-50-70
Kömür Değirmeni	68,3	69,1	68,9	68,9	30-50-70
Farin Değirmeni	44,3	44,0	44,3	44,3	30-50-70
Siklon Katı	45,3	45,0	45,4	45,4	30-50-70
Makine Bakım	66,3	66,8	66,4	66,4	30-50-70
Çimento Değirmeni	67,0	67,2	67,0	67,0	30-50-70
Yemekhane	62,4	63,0	62,8	62,8	30-50-70

Tablo 7'ye bakıldığında termal konfor parametrelerinden ortam nem sonuçlarının (%) 39,8-85,6 arasında değişen değerlerde bulunduğu görülmektedir. İş yerlerinde sağlanması gereken hava koşulları için önerilen bağıl nem değerleri minimum %30, optimum %50 ve maksimum %70 aralığındadır.

Buna göre laboratuvar ölçüm sonucu, önerilen minimum değere yakın; kırıcı giriş, sevkiyat, kömür değirmeni, çimento değirmeni, yemekhane ve makine bakım bölümleri için bulunan sonuçlar, önerilen maksimum bağıl nem sonucunun altında; ambar, paketleme, elektrik bakım, fırın 1-2 bölümlerinin ölçüm sonuçları, önerilen maksimum değer üstünde; farin değirmeni, siklon katı ve işletme katı bölümlerinin bağıl nem sonucu ise önerilen optimum değere yakın bulunmuştur.

Termal konfor ölçümü parametrelerinden biri olan hava akım hızı için ise her bölüm için üç tekrarlı ölçüm alınmıştır. Tablo 8'de hava akım hızı ölçüm sonuçları verilmiştir. Ölçümlerin ortalama değerleri 0,05-0,60 m/sn aralığında bulunmuştur. Çalışmamızda, çalışma şekli ve iş yükü bakımından benzer olan bölümlerden işletme katı ortalama ölçüm sonucu, ofis işleri için önerilen hava akım hızı değerinden çok düşük bulunmuştur. Laboratuvar bölümü ölçüm sonucu ise önerilen değer üzerinde bulunmuştur (Tablo 8). Ayakta yapılan hafif işler için önerilen hava akım hızı ile yapılan işin benzerliği düşünülerek ilgili bölümlerdeki hava akım hızı ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi sonucu; kırıcı giriş, sevkiyat, ambar, elektrik bakım ve çimento değirmeni giriş bölümleri önerilen değere yakın; paketleme, kömür değirmeni ve farin değirmeni bölümlerinin ölçüm sonuçları ise önerilen değer çok üstünde bulunmuştur (Tablo 8). Çalışma şekli ve iş yükü açısından ağır işler için önerilen hava akım hızı 0,4 m/sn'dir. Fırın 1-2, siklon katı, makine bakım ve yemekhane bölümlerinde yaptığımız hava akım hızı ölçüm sonuçları ve önerilen değerle karşılaştırıldığında fırın 1-2 bölümünde hava akım hızı önerilen değer üzerinde; siklon katı bölümü önerilen değere yakın; makine bakım ve yemekhane bölümü önerilen değer çok altında bulunmuştur.

**Tablo 8.** Hava akım hızı ölçüm sonuçları (Eylül, 2016)

Ölçüm Noktası	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm	Ortalama Ölçüm	*Önerilen Değerler
	(m/sn)	(m/sn)	(m/sn)	(m/sn)	(m/sn)
Laboratuvar	0,12	0,16	0,14	0,14	0,1
İşletme Katı	0,07	0,08	0,07	0,07	0,1
Kırıcı Giriş	0,27	0,31	0,29	0,29	0,2
Sevkiyat	0,22	0,25	0,24	0,24	0,2
Paketleme	0,41	0,38	0,40	0,40	0,2
Ambar	0,24	0,20	0,18	0,21	0,2
Elektrik Bakım	0,21	0,24	0,20	0,22	0,2
Fırın 1-2	0,61	0,58	0,60	0,60	0,4
Kömür Değirmeni	0,51	0,49	0,50	0,50	0,2
Farin Değirmeni	1,07	1,08	1,08	1,08	0,2
Siklon Katı	0,30	0,31	0,35	0,32	0,4
Makine Bakım	0,11	0,14	0,17	0,14	0,4
Çimento Değirmeni	0,32	0,28	0,29	0,30	0,2
Yemekhane	0,04	0,05	0,05	0,05	0,4

Hava akım hızı tek başına termal konfor şartlarını belirlemede yeterli değildir. Hava sıcaklığı arttıkça hava akım hızının artırılması serinlik hissi verir. Bunun yanında hava akım hızının ortamdaki kirli hava yerine temiz havanın girmesinde ve ortam kirleticilerinin uzaklaştırılmasında etkilidir. Bunun için uygun bir havalandırma -yani, uygun bir hava akım hızı- çok önemlidir.

Fabrikada titreşim ölçümleri, sadece bütün vücut titreşimini gerektiren loder, kamyon, kırıcı ve traktör araçlarını kullanan çalışanlar üzerinde yapılmıştır. Bütün vücut titreşimi sonuçları, titreşim yönetmeliğinde sekiz saatlik çalışma süresi için verilen etkin maruziyet ve sınır maruziyet değerleri ile karşılaştırılmıştır. Tablo 9’da titreşim oluşturan araç kullanıcılarında sekiz saatlik çalışma süresi boyunca maruz kalınan bütün vücut titreşim ölçüm sonuçları verilmiştir. Tablo 9’da belirtilen tüm vücut titreşimi ölçüm sonuçlarına bakıldığında titreşim maruziyetine en çok lastik tekerlekli yükleyici operatörü; en az titreşim maruziyetine ise kırıcı operatörü maruz kalmıştır.

**Tablo 9.** Bütün vücut titreşim ölçüm sonuçları (Eylül, 2016)

Ölçüm Birimi	Ölçüm Personeli	Ax (eq)	Ay (eq)	Az (eq)	A (8)	Sınır değerler
		(m/sn <sup>2</sup> )	(m/sn <sup>2</sup> )	(m/sn <sup>2</sup> )	(m/sn <sup>2</sup> )	(m/sn <sup>2</sup> )
Lastik tekerlekli yükleyici	Çalışan 1	0,63	0,48	0,70	0,091	0.51/1.152
Kamyon	Çalışan 2	0,24	0,31	0,41	0,044	0.51/1.152
Kamyon	Çalışan 3	0,31	0,37	0,66	0,069	0.51/1.152
Kırıcı ünitesi	Çalışan 4	0,33	0,19	0,83	0,047	0.51/1.152
Kırıcı ünitesi	Çalışan 5	0,015	0,016	0,018	0,002	0.51/1.152
Kırıcı ünitesi	Çalışan 6	0,018	0,022	0,023	0,003	0.51/1.152
Traktör	Çalışan 7	0,38	0,47	0,36	0,055	0.51/1.152

<sup>1</sup>Maruziyet Eylem Değeri, <sup>2</sup>Maruziyet Sınır Değeri (ÇSGB, 2013).

Fabrikada lastik tekerlekli yükleyici aracını kullanan Çalışan 1’in sekiz saatlik çalışma sonucunda maruz kaldığı titreşim düzeyi 0,091 m/sn<sup>2</sup>’dir. Ölçüm sonucu yasal mevzuatta belirlenen titreşim maruziyet sınır ve etkin değerinin çok altındadır (Tablo 9).

Kamyon aracını kullanan Çalışan 2 ve Çalışan 3'ün sekiz saatlik çalışma sonucu maruz kaldıkları titreşim düzeyleri sırasıyla 0,044 m/sn<sup>2</sup> ve 0,069 m/sn<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Ölçülen değerler maruziyet sınır ve eylem değerinin altındadır. Kırıcı aracını kullanan üç çalışanda yapılan ölçüm sonuçlarına göre sekiz saatlik çalışma sonucunda ölçülen değerler Çalışan 5 için 0,002 m/sn<sup>2</sup>, Çalışan 6 için 0,003 m/sn<sup>2</sup> ve Çalışan;4 için 0,047 m/sn<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Bu değerler mevzuatta kabul gören etkin maruziyet ve sınır maruziyet değerlerinin oldukça altındadır. Traktör aracını kullanan çalışan Çalışan 7'de yapılan bütün vücut titreşim sonucu 0,055 m/sn<sup>2</sup>'dir (Tablo 9). Bu değer ilgili mevzuatta kabul edilen maruziyet eylem ve sınır değerlerin altındadır.

Yapılan bu çalışmada, bir çimento fabrikasında; aydınlatma, termal konfor ve titreşim fiziksel etkenlerinin İş Sağlığı ve Güvenliği açısından uygunluğunun araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda aydınlatma etkeninden aydınlatma şiddeti, termal konfor etkenlerinden ortam sıcaklığı, havadaki nem miktarı ve hava akım hızı, titreşim etkenlerinden ise el-kol ve tüm vücut titreşim ölçümleri yapılmıştır. Çalışmanın yapıldığı fabrikada ölçümü yapılan parametreler ile ilgili daha önce bir ölçüm verisine ulaşılamamıştır. Yapılan ölçümler, ilgi mevzuatlarda yer verilen standartlarla ve literatür bulgularıyla kıyaslanmıştır (TSE 2013; Hacıosmanoğlu 2013; Eylül 2016; ÇSGB 2013).

#### 4. Sonuç

Fabrikada aydınlatma düzeyleri ölçüm yapılan her bölümde önerilen değerlerden düşük bulunmuştur.

Bu doğrultuda aşağıda belirtilen önlemlerin alınması tavsiye edilir:

- Aydınlatma projesi hazırlanmalıdır. Proje tasarımında fabrikadaki ışık kaynakları ve yüzeylerin etkisi dikkate alınmalıdır. İSG yanında çevre de dikkate alınarak sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlayacak aydınlatma kaynaklarının kullanılması önerilir.
- Fabrikadaki ortalama aydınlık düzeyi yetersiz olarak ölçülen alanlar, karşılaştırma yapılan ilgili standartlardaki (TS EN 12464-1: 2013, TS EN 12464-2: 2013) önerilen aydınlık değerlerinden az olmaması gerekmektedir. Ortalama aydınlık düzeyi değerinin iyileştirilmesi ve ilgili standarttaki (TS EN 12464) tavsiye edilen aydınlık düzeyi değerine ulaşması için uygun olan yerlerde aydınlatma armatürlerinin sayısı arttırılmalı; bu bölümler toz ve kire karşı izole edilmelidir.
- Aydınlık düzeyini arttırmak için ışık şiddeti daha yüksek ampuller kullanılmalı ve şeffaflığı kaybolmuş ampuller değiştirilmelidir.

Fabrikada yapılan termal konfor parametreleri ölçümleri sonucu ortam sıcaklıkları genelde önerilen minimum sıcaklık değerinin altında; bağıl nem ölçüm sonuçları önerilen aralıkta; hava akım hızı ölçüm sonuçları ise genel olarak önerilen değere yakın bulunmuştur. Çalışanların termal konfor ortamından nasıl etkilendiğini daha doğru değerlendirebilmek için ölçüm parametrelerinin birlikte ele alınması

gerekmektedir. Genel olarak fabrikanın çalışma alanları termal konfor sağlayacak şekilde dizayn edilmemiştir.

- Fabrikanın termal konfor şartlarını, çalışanın çoğunluğunu rahat hissettirecek şekilde düzenlemek mümkündür; fakat, tüm çalışanlar için uygun koşulları yaratmak çok zordur.
- Ağır, hafif ve idari işlerin yapıldığı ortamlarda termal konfor şartları her bir bölüm için ayrı ayrı ve titizlikle değerlendirilmelidir.
- Termal problemleri çözmek için idari kontroller artırılmalı ve teknik birtakım önlemler alınarak çözüm odaklı düzenlemeler yapılmalıdır.
- Termal konfor şartlarını iyileştirmek ve ortam sıcaklığının optimum düzeyde olmasını sağlamak için iklimlendirme -klima- cihazı, ısıtıcı cihaz sistemleri temin edilmeli ve bu cihazların bakım ve temizliği düzenli yapılmalıdır.
- Yeterli temiz havanın çalışma ortamına alınmamasından kaynaklanan rahatsızlıkların önlenmesi için kapalı çalışma ortamlarının düzenli havalandırılması da sağlanmalıdır.
- Fabrikadaki ortamın bağıl nem miktarını optimum düzeyde tutmak için gerekli yerlere fazla nemi azaltan iklimlendirme sistemleri kullanılmalıdır.
- Hava akım hızı uygun olmayan bölümlerde iyi tasarlanmış havalandırma sistemleriyle uygun hava akımı oluşturmalıdır.
- Ölçüm ve değerlendirmesi yapılan termal konfor parametreleri ile birlikte, çalışanların rutin iş aktiviteleri, bireysel özellikleri -fiziki yapı, ruh durumu, sağlık ve beslenme vb. ve iş kıyafetleri termal ortamı değerlendirmede dikkate alınmalıdır.
- Bulunan titreşim sonuçları yasal mevzuatta geçerli olan maruziyet sınır ve etkin değerlerinin çok altındadır; ama uzun süreli maruziyet sonucu sorun yaşanmaması için çalışma ortamındaki titreşimin kaynağı olan makinelerin bakımları düzenli olarak yapılmalı; eski olan makine ve ekipmanların oluşturacağı titreşimler uygun değerlerde tutulmalıdır.
- Ağır taşıma araçlarından kaynaklanan titreşimin giderilebilmesi için rotasyon yapılmalıdır.
- Titreşimden korunmanın temel hedefi, titreşimi kaynağında azaltmaya yönelik olmalıdır. Genellikle makine dizaynı sırasında titreşimi azaltacak zeminler yapılmalı ve titreşimi az olan makineler satın alınmalıdır.
- Kullanılan makinelerin bakımları zamanında yapılmalı; vuran ve titreşen kısımlar için izolasyon uygulanmalıdır.

## **Çıkar Çatışması Beyanı**

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Tüm yazarlar çalışmaya eşit katkıda bulunmuştur.

## **Kaynakça**

Akbulut T. İşçi sağlığı prensip ve uygulamaları. 5. Baskı. İstanbul. Sistem Yayıncılık; 1996.

Alpaslan Ş. Kentsel yaşamda aydınlatmanın önemi ve aydınlatma problemlerinin tespiti. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Türkiye, 2015.

Altıntaş E. Termal konfor duyarlılık ölçeğine göre ilköğretim dersliklerinin termal konfor açısından değerlendirilmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, Türkiye, 2008.

Ayhan A. Çalışma hayatımız bakımından işyerlerinde işçi sağlığı ve işçi güvenliği kurullarının oluşturulması ve önemi. Kamu İş Dergisi 2003; 2(7): 81.

Baran Y., Esen Y. İş sağlığı ve güvenliği açısından yüksekte çalışma. 8. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, İstanbul, 2-3 Haziran 2016, sayfa no: 205-212.

Berk M. Çimento sanayiinde iş hijyeni sorunları ve çözüm önerileri. T.C. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, sayfa no: 64, Ankara, Türkiye, 1991.

Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, (2013, 22 Ağustos) Resmi Gazete (Sayı: 28743). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/08/20130822-2.htm> (Erişim Tarihi: 18.10.2016).

Demir C. Şanlıurfa'daki hastanelerde fiziksel ortam faktörleri düzeyi ve çalışan sağlığına etkileri T.C. Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Uzmanlık Tezi, sayfa no: 106, Şanlıurfa, Türkiye, 2015.

Füzün M. Ohsas 18001 İş sağlığı ve güvenliği yönetim standardı ve çimento sektöründen bir firmada risk değerlendirilmesi. T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, sayfa no:207, İzmir, Türkiye, 2008.

Güler Ç., Akın L. Halk sağlığı temel bilgileri. Ankara, Hacettepe Üniversitesi Yayını, 2006.

Güven R. Titreşimli cihaz kullananlarda titreşimin el-kol üzerindeki sağlık etkileri. T.C. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, sayfa no: 124, Ankara, Türkiye, 2002.

Hacıosmanoğlu S. Türkiye`de antropometrik verilere göre kalıpcılık ve plastik enjeksiyon sektöründe ergonomik işyeri tasarımı. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü Uzmanlık Tezi, sayfa no:115, Ankara, Türkiye, 2013.

İşçi Sağlığı ve Güvenliği Tüzüğü (1974, 11 Ocak). Resmi Gazete (Sayı: 14765). <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/14765.pdf> (Erişim Tarihi: 27.11.2016). (Yürürlükten kaldırılmıştır).

Koçak G. Gemi makineleri işletmesinde ergonomik analiz. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, sayfa no:131, İstanbul, Türkiye, 2007.

- Kurşun T., Kızılgöz İE. MDF (Orta Yoğunlukta Lif Levha) fabrikasında aydınlatma faktörünün incelenmesi. Mühendislik ve Yer Bilimleri Dergisi. 2017; 2(2): 11-21.
- Özınan İE. Silex ve tras katkılı harç ve beton karışımlarının mekanik ve fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, sayfa no:87, İstanbul, Türkiye, 2010.
- Özkılıç Ö. İş sağlığı ve güvenliği, yönetim sistemleri ve risk değerlendirme metodolojileri. TİSK Yayınları, Ankara, 2005.
- Sirel Ş. Aydınlatma tasarımında temel kurallar. Yapı Fiziği Uzmanlık Enstitüsü Kitapçığı. <https://sazisirel.com/booklets/booklet-07.pdf> (Erişim Tarihi: 18.11.2016). 1996.
- Taşyürek M. Termal konfor-işyeri çalışma ortamında olağanüstü sıcaklıklar. <http://www.kipdasmuhendislik.com/hizmetlerimiz/titresim-olcumu-el-kol-tum-vucut-isg.html> (Erişim Tarihi: 20.10.2016). 2007.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. Mesleki Gelişim, İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı. [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf) (Erişim Tarihi: 20.07.2022). 2014.
- TS EN 197-1. Genel Çimentolar - Bileşim, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri, 2011.
- TS EN 12464-1, 12464-2: Işık ve aydınlatma-Çalışma yerlerinin aydınlatılması- Bölüm 1: Kapalı çalışma alanları, Bölüm 2: Açık çalışma alanları, Türk Standardı Enstitüsü, 2013.