

**T. C.  
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SİVAS VOTORANTİM ÇİMENTO FABRİKASININ  
BÖLÜMLERİNİN AYDINLATMA, TERMAL KONFOR ve  
TİTREŞİM MARUZİYETİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Hatice Rumeysa DELİCE  
(201592191136)**

**İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Fikret Koçbulut**

**SİVAS  
ŞUBAT 2017**

**HATİCE RUMEYSA DELİCE'nin hazırladığı ve Sivas Votorantim Çimento Fabrikasının Bölümlerinin Aydınlatma, Termal Konfor ve Titreşim Maruziyeti Açısından Değerlendirilmesi** adlı bu çalışma aşağıdaki jüri **İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı:** **Doç. Dr. Fikret KOÇBULUT** .....  
Cumhuriyet Üniversitesi

**Jüri Üyeleri:** **Yrd. Doç. Dr. İsmail KOÇAK** .....  
Bozok Üniversitesi

**Yrd. Doç. Dr. Yavuz GÜL** .....  
Cumhuriyet Üniversitesi

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

**Prof. Dr. İdris ZORLUTUNA**  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ



Bütün hakları saklıdır.  
Kaynak göstermek koşuluyla alıntı ve gönderme yapılabilir.

© Hatice Rumeysa DELİCE, 2017

## **ETİK**

Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

28.02.2017

Hatice Rumeysa DELİCE

## TEŞEKKÜR

Bilgi ve deneyimlerinden sürekli yararlandığım, tezin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Fikret KOÇBULUT'a çok teşekkür ederim.

Bu tezin saha çalışmalarıyla ilgili her türlü lojistik desteği sağlayan Sivas Votorantim Çimento Fabrikası insan kaynakları müdürü Meftun AKKAŐ METİN ve Maden Mühendisi A Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı Murat TOKDEMİR'e teşekkür ederim.

Çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım İsmail Erdem KIZILGÖZ'e, çok teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca maddi manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan ailem ve tüm dostlarıma çok teşekkür ederim

## ÖZET

### SİVAS VOTORANTİM ÇİMENTO FABRİKASININ BÖLÜMLERİNİN AYDINLATMA, TERMAL KONFOR ve TİTREŞİM MARUZİYETİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Hatice Rumeysa DELİCE**

**Yüksek Lisans Tezi**

**İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. Fikret KOÇBULUT**

**2017, 58+xii sayfa**

Sivas Votorantim Çimento Fabrikası'nda Eylül 2016'da gerçekleştirilen bu çalışmada, fiziksel risk etmenlerinden aydınlatma, termal konfor ve titreşim parametrelerinin ölçümleri iş sağlığı ve güvenliği kapsamında değerlendirilmiştir. Aydınlatma parametrelerinden aydınlık düzeyi ve termal konfor parametrelerinden ortam sıcaklığı, ortam bağıl nemi ve hava akım hızı ölçümleri; laboratuvar, işletme katı, kırıcı giriş, sevkiyat, paketleme, ambar, elektrik bakım, 1 ve 2 numaralı fırın, kömür değirmeni, siklon katı, makine bakım, çimento değirmeni ve yemekhane bölümlerinde yapılmış ve sonuçlar ortalama olarak verilmiştir. Titreşim parametrelerinden bütün vücut titreşim maruziyeti ölçümleri; traktör, kamyon, loder ve kırıcı iş makinelerini kullanan çalışanlarda yapılmıştır. Aydınlik düzeyi ölçüm değerleri,  $4,1\pm 0,6$ - $114\pm 17,1$  lx arasında değişmektedir. Ortam sıcaklığı ölçüm değerleri  $9,2$ - $25,8$  °C arasında, ortam bağıl nem ölçüm değerleri % 39,8-85,6 arasında ve hava akım hızı ölçüm değerleri  $0,07$ - $0,60$  m/sn arasında değişmektedir. Bütün vücut titreşim ölçüm değerleri  $0,002$ - $0,091$  m/s<sup>2</sup> arasında değişmektedir. Ölçüm sonuçları ilgili standartlardaki önerilen değerlerle kıyaslanmıştır.

**Anahtar Kelimeler;** İş sağlığı ve güvenliği, aydınlatma, termal konfor, titreşim, çimento fabrikası

## **ABSTRACT**

### **EVALUATION of DEPARTMENTS in SİVAS VOTORANTİM CEMENT PLANT in TERMS of LIGHTING, THERMAL COMFORT and VIBRATION EXPOSURE**

**Hatice Rumeysa DELİCE**

**Master of Science Thesis, Department of Occupational Health and Safety**

**Supervisor: Assoc. Doç. Dr. Fikret KOÇBULUT**

**2017, 70 pages**

In this study measurements of lighting, thermal comfort and vibration parameters of physical risk factors carried out and evaluated within the scope of occupational health and safety in Sivas Votorantim Cement Plant in September 2016. Illuminance from lighting parameters and ambient temperature, ambient relative humidity and air speed from thermal comfort parameters were carried out measurement in the laboratory, operating floor, crusher entryway, shipment, packaging, warehouse, electrical maintenance, furnace 1 and 2, coal mill, cyclone floor, machine maintenance, cement mill and cafeteria departments and results were given as averages. Whole-body vibration exposure from vibration parameters were carried out by employees using tractors, trucks, loader and crusher. Illuminance measurement values ranged from  $4,1\pm 0,6$ - $114\pm 17,1$  lx. Ambient temperature measurement values were between 9.2-25.8 °C and ambient relative humidity measurement values were between 39.8-85.6 % and air speed measurement values were between 0.07-0.60 m/s. Whole-body vibration measurement values were between 0,002-0,091  $m/s^2$ . The measurement results were compared with the recommended values in the relevant standards.

**Key Words:** Occupational health and safety, lighting, thermal comfort, vibration, cement plant

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>TEŞEKKÜR</b> .....	iii
<b>ÖZET</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	viii
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	x
<b>SİMGELER DİZİNİ</b> .....	xi
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	xii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
1.1 Amaç ve Kapsam.....	2
1.2 Çimento ve Çimento Sanayi.....	2
1.3 İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramı .....	4
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	5
2.1 Aydınlatma .....	5
2.1.1 Aydınlatma parametreleri.....	6
2.1.1.1 Işık akısı.....	6
2.1.1.2 Işık şiddeti.....	6
2.1.1.3 Parıltı.....	7
2.1.1.4 Yansıma .....	7
2.1.1.5 Göz kamaşması .....	7
2.1.1.6 Işığın renk sıcaklığı.....	7
2.1.1.7 Aydınlık düzeyi.....	8
2.1.2 Aydınlatma türleri .....	9
2.1.2.1 Doğal aydınlatma .....	9
2.1.2.2 Yapay aydınlatma .....	9
2.1.3 Yasal mevzuatta aydınlatma.....	10
2.2 Termal Konfor .....	11
2.2.1. Termal konfor parametreleri .....	12
2.2.1.1 Çevresel değişkenler .....	12
2.2.1.2 Kişisel değişkenler .....	15
2.2.2 Termal konfor bölgesi .....	17
2.2.3 Bunalım bölgesi.....	18
2.2.4 Ulusal mevzuatta termal konfor .....	18
2.3 Titreşim .....	19
2.3.1 Titreşim parametreleri .....	19
2.3.2 İnsan titreşimi.....	20
2.3.2.1 El-kol titreşimi .....	20
2.3.2.2 Tüm vücut titreşimi.....	21
2.3.3 Ulusal mevzuatta titreşim.....	22
<b>3. MATERYAL METOD</b> .....	24
3.1 Çalışmanın Yapıldığı Fabrika .....	24
3.2 Fabrikada Ölçümlerin Yapıldığı Bölümler ve Araçlar .....	24
3.3 Kullanılan Cihazlar ve Metodlar .....	31
3.3.1 Aydınlatma ölçümleri.....	31
3.3.2 Termal konfor ölçümleri .....	32
3.3.3 Titreşim ölçümleri .....	32



<b>4. ARAŞTIRMA BULGULAR</b> .....	34
4.1 Aydınlatma Ölçüm Sonuçları .....	34
4.2 Termal Konfor Ölçüm Sonuçları .....	42
4.3 Titreşim Ölçüm Sonuçları .....	48
<b>5. TARTIŞMA SONUÇ</b> .....	51
<b>KAYNAKLAR</b> .....	55

## **ÖZGEÇMİŞ**



## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

<b>Şekil 1.1</b>	Çimento üretim aşamaları. ....	3
<b>Şekil 2.1</b>	Ortalama hava hızından kaynaklanan konforsuzluk durumu. ....	15
<b>Şekil 2.2</b>	Metabolik hızlar. ....	16
<b>Şekil 2.3</b>	Farklı nitelikteki giysilerin yalıtım dereceleri. ....	17
<b>Şekil 2.4</b>	Bunalım eğrisi. ....	18
<b>Şekil 3.1</b>	Sivas Votorantim Çimento Fabrikasının genel görünümü. ....	24
<b>Şekil 3.2</b>	Laboratuvar genel görünümü. ....	25
<b>Şekil 3.3</b>	İşletme katı genel görünümü. ....	25
<b>Şekil 3.4</b>	Kırıcı giriş bölümü genel görünümü. ....	26
<b>Şekil 3.5</b>	Sevkiyat bölümü genel görünümü. ....	26
<b>Şekil 3.6</b>	Paketleme bölümü genel görünümü. ....	26
<b>Şekil 3.7</b>	Ambar bölümü genel görünümü. ....	27
<b>Şekil 3.8</b>	Elektrik bakım bölümü genel görünümü. ....	27
<b>Şekil 3.9</b>	Fırın 1-2 bölümü genel görünümü. ....	28
<b>Şekil 3.10</b>	Kömür değirmeni bölümü genel görünümü. ....	28
<b>Şekil 3.11</b>	Farin değirmeni bölümü genel görünümü. ....	29
<b>Şekil 3.12</b>	Siklon katı bölümünün genel görünümü. ....	29
<b>Şekil 3.13</b>	Makine bakım bölümü genel görünümü. ....	30
<b>Şekil 3.14</b>	Çimento değirmeni giriş bölümü genel görünümü. ....	30
<b>Şekil 3.15</b>	Yemekhane genel görünümü. ....	31
<b>Şekil 3.16</b>	Titreşim ölçümünün yapıldığı araçlar. ....	31
<b>Şekil 3.17</b>	Aydınlatma ölçüm cihazı. ....	32
<b>Şekil 3.18</b>	Termal konfor ölçüm cihazı. ....	32
<b>Şekil 3.19</b>	Koordinat sistemi yönleri. ....	33
<b>Şekil 3.20</b>	Titreşim ölçüm cihazı. ....	33
<b>Şekil 4.1</b>	Laboratuvar bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları. ....	35
<b>Şekil 4.2</b>	İşletme katı bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları. ....	36
<b>Şekil 4.3</b>	Kırıcı giriş bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları. ....	36
<b>Şekil 4.4</b>	Sevkiyat bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları. ....	37
<b>Şekil 4.5</b>	Paketleme bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları. ....	37
<b>Şekil 4.6</b>	Ambar bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları. ....	38
<b>Şekil 4.7</b>	Elektrik bakım bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları. ....	38
<b>Şekil 4.8</b>	Fırın 1-2 bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları. ....	39
<b>Şekil 4.9</b>	Kömür değirmeni bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları. ....	39
<b>Şekil 4.10</b>	Farin değirmeni bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları. ....	40
<b>Şekil 4.11</b>	Siklon katı bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları. ....	40
<b>Şekil 4.12</b>	Makine bakım bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları. ....	41
<b>Şekil 4.13</b>	Çimento değirmeni bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları. ....	41
<b>Şekil 4.14</b>	Yemekhane bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları. ....	42
<b>Şekil 4.15</b>	Ofis işleri için önerilen sıcaklık değerleri ile çalışma şekli ....	43
	açısından uyum gösteren bölümlerin değerlendirilmesi. ....	43
<b>Şekil 4.16</b>	Ayakta hafif işler için önerilen sıcaklık değerleri ile çalışma şekli ....	44
	açısından uyum gösteren bölümlerin değerlendirilmesi. ....	44

<b>Şekil 4.17</b>	Ağır işler için önerilen sıcaklık değerleri ile çalışma şekli .....	44
	açısından uyum gösteren bölümlerin değerlendirilmesi. ....	44
<b>Şekil 4.18</b>	Ortam bağıl nem ölçüm sonuçlarının önerilen değerler.....	46
	ile karşılaştırılması. ....	46
<b>Şekil 4.19</b>	Ofis işleri için önerilen hava akım hızı ölçüm sonuçlarının .....	47
	ilgili bölümler ile karşılaştırılması. ....	47
<b>Şekil 4.20</b>	Ayakta hafif işler için önerilen hava akım hızı ölçüm sonuçlarının .....	47
	ilgili bölümler ile karşılaştırılması. ....	47
<b>Şekil 4.21</b>	Ağır işler için önerilen hava akım hızı ölçüm sonuçlarının .....	48
	ilgili bölümler ile karşılaştırılması. ....	48
<b>Şekil 4.22</b>	Loder aracını kullanan operatörün bütün vücut .....	49
	titreşim ölçüm sonucu. ....	49
<b>Şekil 4.23</b>	Kamyon aracını kullanan operatörlerin bütün vücut.....	49
	titreşim ölçüm sonuçları. ....	49
<b>Şekil 4.24</b>	Kırıcı aracını kullanan operatörlerin bütün vücut .....	50
	titreşim ölçüm sonuçları. ....	50
<b>Şekil 4.25</b>	Traktör aracını kullanan operatörün bütün vücut.....	50
	titreşim ölçüm sonucu. ....	50

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

<b>Çizelge 2.1</b>	Çimento tesislerinde tavsiye edilen aydınlık düzeyi değerleri .....	6
<b>Çizelge 2.2</b>	Bazı ışık kaynaklarının yaymış olduğu ışık akısı miktarları .....	6
<b>Çizelge 2.3</b>	Aydınlanma dağılımında etkili olan yüzeylerin yansım oranları.....	7
<b>Çizelge 2.4</b>	Işığın renk sıcaklığı ile ilişkili K° cinsinden renk sıcaklığı değerleri....	8
<b>Çizelge 2.5</b>	İşyerlerinde bazı alanlarda ve işlerde gerekli aydınlık .....	8
	düze yi değ erleri.....	8
<b>Çizelge 2.6</b>	Termal konforu etkileyen baş lı ca değ iş kenler .....	12
<b>Çizelge 2.7</b>	Hissedilen sıcaklığ a bağı l nemi n etkisi .....	13
<b>Çizelge 2.8</b>	Dış ortamda hava akımının insan vücuduna etkisi .....	14
<b>Çizelge 2.9</b>	Bazı günlük aktiviteler için metabolizma oranları .....	16
<b>Çizelge 2.10</b>	Çeş itli giysi türleri ve yalıtım katsayıları .....	17
<b>Çizelge 2.11</b>	Termal konfor değ erleri.....	17
<b>Çizelge 2.12</b>	El-kol ve bütün vücut titreş im maruziyet değ erleri .....	22
<b>Çizelge 4.1</b>	Aydınlatma ölçüm sonuçları.....	34
<b>Çizelge 4.2</b>	İklimsel konfor değ erleri .....	42
<b>Çizelge 4.3</b>	Ortam sıcaklığı ölçüm sonuçları .....	43
<b>Çizelge 4.4</b>	Ortam bağı l nem ölçüm sonuçları .....	45
<b>Çizelge 4.5</b>	Hava akım hızı ölçüm sonuçları .....	46
<b>Çizelge 4.6</b>	Bütün vücut titreş im ölçüm sonuçları.....	48

## SİMGELER DİZİNİ

<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	Aliminyum Oksit
<b>CaO</b>	Kalsiyum Oksit
<b>cd</b>	Kandela (Candela)
<b>E</b>	Aydınlık Düzeyi
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	Demir Oksit
<b>g/cm<sup>3</sup></b>	gram/santimetreküp
<b>Hz</b>	Hertz
<b>I</b>	Işık Şiddeti
<b>L</b>	Parıltı (Lüminans)
<b>lm</b>	Lümen
<b>lx</b>	Lüks
<b>m/sn</b>	metre/saniye
<b>m<sup>3</sup></b>	metreküp
<b>MgO</b>	Magnezyum Oksit
<b>mm</b>	milimetre
<b>°C</b>	Santigrat derece
<b>°K</b>	Kelvin derece
<b>Sb</b>	Stilb
<b>SiO<sub>2</sub></b>	Silisyum di Oksit
<b>W</b>	Metabolik Hız
<b>W/m<sup>2</sup></b>	Metabolik hız/metrekare
<b>φ</b>	Fi (Işık Akısı)

## KISALTMALAR DİZİNİ

<b>ASHRAE</b>	Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Birliği (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)
<b>CIE</b>	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (International Commission on Illumination)
<b>ÇİTOSAN</b>	Çimento Toprak Sanaayi
<b>ILO</b>	Uluslararası Çalışma Örgütü (International Labour Organization)
<b>ISO</b>	Uluslararası Standartlar Teşkilatı (International Organization for Standardization)
<b>İSG</b>	İş Sağlığı ve Güvenliği
<b>max</b>	Maksimum
<b>Met</b>	Metabolik Oran
<b>min</b>	Minimum
<b>opt</b>	Optimum
<b>Rh</b>	Bağıl Nem (Relative Humidity)
<b>rms</b>	Ortalama Karelerin Karakökü (Root Mean Square)
<b>TS</b>	Türk Standartları
<b>WHO</b>	Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde hem işçi istihdamı hem de ülke ekonomisine katkısından dolayı çimento sektörü, diğer sektörler arasında önemli bir yere sahiptir. Çimento sektörünün yapısal olarak çok tehlikeli işler kategorisinin üst sıralarında yer alması, eğitilmiş ve yetiştirilmiş iş gücünün Türkiye'deki oranının düşük olması çimento sektörünün güvenli çalışma ortamının güvenliğini tehlikeye sokan en büyük etkenlerdendir [1].

Fiziksel çevre, insanın yaşadığı ortamın sıcaklık, soğukluk, titreşim, gürültü, alçaklık, yükseklik ve nem gibi etmenlerin oluşturduğu fiziksel ve kimyasal özellikleri ile iş güvenliği açısından öne çıkar. Aynı şekilde, işyerlerinde de işçilerin sağlığını bozan fiziksel ve kimyasal koşullar vardır ve bunların sürekliliği yanında şiddeti her işyerinde farklılık göstermesine rağmen, çalışanların günlük yaşamlarının büyük bir bölümü işyerlerinde geçtiğinden bu fiziksel etmenlere maruz kalmaları da büyük önem arz eder [2].

Hem işçi sağlığı ve güvenliği (İSG) açısından hem de işletmelerde istenen verimliliğin sağlanabilmesi için çalışma ortamı koşullarının önemi çok fazladır [3]. Çalışanlar, kendilerini rahat hissettikleri koşullarda verimli çalışabilir. Kötü çalışma koşulları olan işyerlerindeki yetersiz havalandırma, aydınlatma, ısıtma gibi fiziksel koşulların uygunsuzluğu, iş güvenliğinin olmaması çalışan bireylerin sağlığını olumsuz yönde etkiler ve verimin düşmesine sebep olur [4]. Bu nedenle, çevre koşullarının fiziksel açıdan çalışanların hayat fonksiyonlarını tehdit etmeyen, sıkıntı ve rahatsızlığa yol açmayan, ısı, havalandırma, gürültü, nem, titreşim aydınlatma vb. konularla ilgili sorunlardan arındırılmış olması gerekir [3].

Çimento sanayiinde çalışan işçiler, 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 [1].

Bu olumsuzlukların yaratacağı tehlikeler, yalnızca işyerinde çalışanlar ile sınırlı değildir. Çoğu zaman bu tehlikeler, çevrede yaşayan toplumun sağlık ve güvenliği açısından da tehlike oluşturur.

İş sağlığı ve güvenliği kapsamındaki çalışmalar sürecinde başlıca dikkat edilmesi gereken hususun en başında, hem işçilerin hem de çevredekilerin sağlık ve güvenliğini korumak için işyerlerinde bulunan sağlık tehlikelerini kontrol edip gerekli önlemleri almak gelmektedir [5].

Türkiye’de son yıllarda iş sağlığı ve güvenliği, kanun, tüzük ve yönetmelikler 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 [6].

### **1.1 Amaç ve Kapsam**

Bu tez çalışması ile Votorantim Çimento Fabrikasında fiziksel risk etmenleri parametrelerinden aydınlatma, termal konfor ve titreşim ölçümleri ile elde edilen sonuçların iş sağlığı ve güvenliği kapsamında değerlendirilmesi yapılarak çalışma ortamında oluşan ve çalışanlar için tehlike oluşturabilecek bu fiziksel risk etmenlerine dikkat çekmek. İş sağlığı ve güvenliği alanında yapılacak çalışmalara katkı sağlamak amaçlanmaktadır.

### **1.2 Çimento ve Çimento Sanayi**

Dünyada ve Türkiye’de inşaat sektörünün en önemli malzemelerinden biri çimentodur. ‘Çimento’ kelimesi, yontulmuş taş kırıntısı anlamındaki Latince ‘*caementum*’ kelimesinden türemiştir. Daha sonra bu kelime bağlayıcı anlamında kullanılmaya başlamıştır [7,8].

Çimento, esas olarak, doğal kalker taşları ve kil karışımının yüksek sıcaklıkta ısıtıldıktan sonra öğütülmesi ile elde edilen hidrolik bir bağlayıcı malzeme olarak tanımlanabilir [9].

Hidrolik bağlayıcı maddeler, su ile reaksiyonu sonucu sert bir kütle oluşturduktan sonra su içerisinde dağılmayan, sertliğini ve mukavemetini muhafaza eden veya artıran bağlayıcı maddelerdir. Diğer bağlayıcı maddeler gibi çimentolar da, CaO, MgO gibi alkalin ögeler ve SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> gibi hidrolik ögelerden oluşur. Alkalin ve hidrolik ögelerin oranları da bağlayıcı maddenin niteliğini belirler [9].

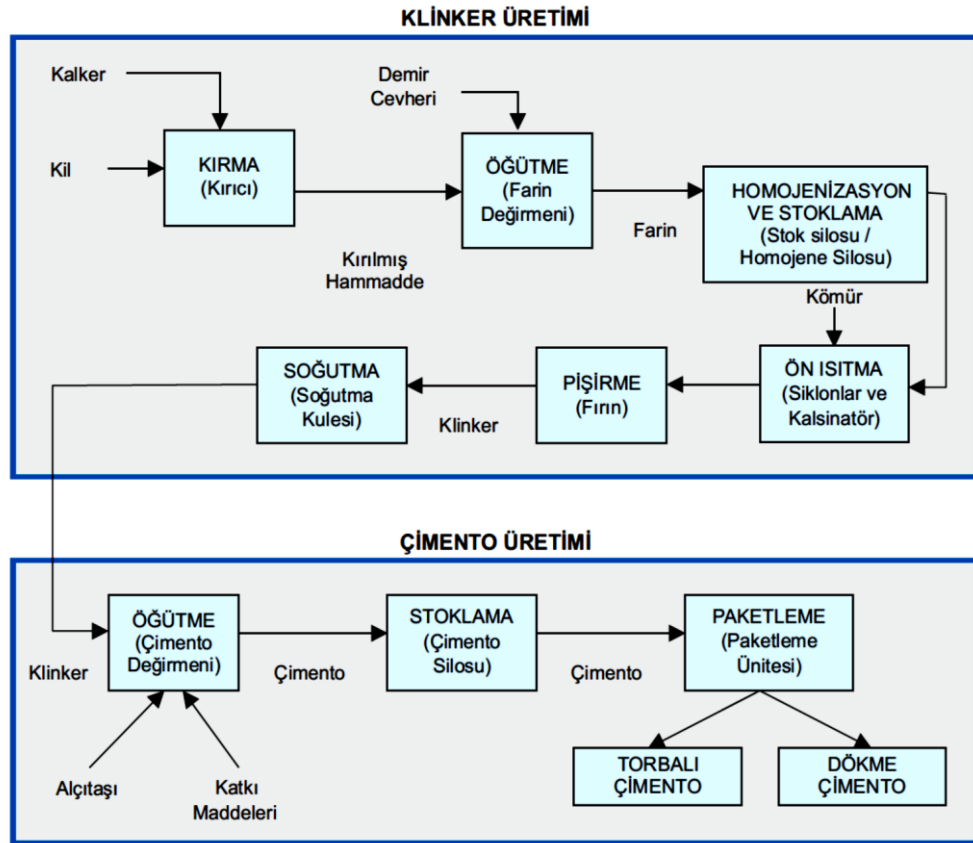
Çimentonun ana hammaddeleri kireçtaşı (kalker), kil ve marn (doğadaki kalker ve kil karışımı kayaç)’tır. Ülkemiz söz konusu hammaddeler (özellikle kalker) açısından



zengin kaynaklara sahiptir. Üretim sürecinde nihai ürün olan çimentodan önce elde edilen bir ara madde olarak değerlendirilebilecek klinker, pişmiş kil ve kalkerlerin birleşiminden oluşan iri taneli malzemedir [10].

Çimento üretimi ana hatları ile iki ana başlıkta toplanabilir.

1. Klinker (yarı mamul) üretimi: Ocaklardan gelen hammaddenin kırıcılarda kırılması ve farin değirmenlerinde öğütülmesi aşamalarından oluşur daha sonra farin değirmenlerinde elde edilen farinin döner fırın ünitesinde ~1350 °C'ye kadar ısıtılarak pişirilmesi aşamasıdır. Pişen ürüne çimentonun ana bileşeni olan klinker denir.
2. Çimento (mamul) üretimi: İstenilen türde çimento tiplerini elde etmek için klinkere katkı maddeleri katılarak, çimento değirmeninde öğütülmesidir. Çimento değirmeninden elde edilen çimentonun satışa sunulmak üzere çimento tipine uygun silolarda stoklanması ve torbalı veya dökme olarak kamyon veya silobaslara yüklenmesi işlerini kapsamaktadır [11]. Çimento üretim prosesi Şekil 1.1'de gösterilmiştir.



Şekil 1.1 Çimento üretim aşamaları [11].

### 1.3 İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramı

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO), sağlığı “Kişinin bedensel, ruhsal ve sosyal bakımdan tam iyilik halidir.” şeklinde tanımlamaktadır. İşçi sağlığını ise “Bütün mesleklerde, çalışanların fiziksel, ruhsal ve sosyal tam iyilik halinin takviyesini ve en yüksek düzeylerde sürdürülmesini iş koşulları ve kullanılan zararlı maddeler nedeniyle çalışanların sağlığına gelebilecek zararların önlenmesini, işçinin psikolojik ve fizyolojik özelliklerine uygun yerlere yerleştirilmesini gerektirir” şeklinde tanımlamaktadır [12]. İş güvenliği, işyerlerinde çalışanların iş kazalarına uğramamaları için güvenli çalışma ortamı sağlamak amacıyla alınması gereken önlemlerdir [13].

İş sağlığı ve iş güvenliği kavramları, bir bütün olarak iş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenerek işçilerin sağlık ve yaşamlarının korunmasını sağlamayı ifade eder. Bu bağlamda, iş sağlığı ve güvenliği “İşyerlerinde daha iyi çalışma ortamı sağlamak ve olabilecek kazalardan korunmak amacıyla yapılan sistemli ve bilimsel çalışmalardır.” tanımı yapılmaktadır [14].

İşyerlerinde çalışanlar, tehlikeli, gürültülü, tozlu, yetersiz havalandırmaya sahip yerlerde çalışmak ve sağlığa zararlı kimyasallar, patlayıcı maddeler gibi olumsuz koşullar sebebiyle birçok tehlike veya risklere maruz kalmaktadırlar. Bu olumsuz koşullardan işçiyi 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 haline gelmiştir [15].

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1 Aydınlatma

Aydınlatma insanoğlunun doğası gereği yaşamsal duyularından biri olan görme olayının gerçekleşmesi için gerekli olan temel unsurlardan biridir [16]. İşyerlerinde de her türlü işin hatasız yapılabilmesi ve daha da önemlisi işçilerin göz sağlığının korunabilmesi ve bu sayede kendilerini iyi hissetmesi için uygun bir aydınlatma sistemi çok önemlidir. Uygun 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 işçilerin göz sağlığını koruma amacına da ulaşılmış olacaktır [17].

Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) aydınlatmanın asıl anlamını “Nesnelerin ve çevrenin olduğu gibi görülebilmesini sağlayan ışık uygulaması.” olarak belirtmektedir [18].

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. Aynı şekilde, iş yerlerinde de uygun aydınlatmanın önemi çok büyüktür. 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 işyerinden daha fazladır. İyi bir aydınlatma ile insan performansı %15 hatta bazen %40 oranında artabilir [17, 19].

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. TS EN 12464-1 standardında çimento üretimi yapılan çalışma yerleri için için gerekli en az aydınlık düzeyleri Çizelge 1.1’de verilmiştir [20].

**Çizelge 2.1** Çimento tesislerinde tavsiye edilen aydınlık düzeyi değerleri [20]

<b>İç Kısım, İş veya Faaliyet Tipi</b>	<b>Aydınlık Düzeyi (lx)</b>
Kurutma	<b>50</b>
Malzemelerin hazırlanması; fırınlama ve karıştırıcılar ile ilgili çalışma	<b>200</b>
Genel makine işi	<b>300</b>
Kaba kalıplar	<b>300</b>

## **2.1.1 Aydınlatma parametreleri**

### **2.1.1.1 Işık akısı**

Bir ışık kaynağı tarafından birim zamanda yayılan ışık miktarına ‘Işık akısı’ denir. Işık akısı  $\phi$  (fi) ile gösterilir ve birimi ‘lümen (lm)’dir [21]. Çizelge 1.1’de bazı ışık kaynaklarının yaymış olduğu ışık akısı miktarları verilmiştir.

**Çizelge 2.2** Bazı ışık kaynaklarının yaymış olduğu ışık akısı miktarları [22]

<b>Işık kaynağı</b>	<b>Lümen (lm)</b>
Bisiklet farı	30
Akkor flamanlı lamba	900
Flüoresan lamba	5000
Yüksek-basınçlı sodyum buharlı lamba	1000
Alçak-basınçlı sodyum buharlı lamba	32000
Yüksek-basınçlı cıva buharlı lamba	58000
Metal halojen lamba	190000

### **2.1.1.2 Işık şiddeti**

Işık şiddeti, belirli bir parçacıktan yayılan ışık miktarını tanımlar. Bu reflektörler gibi doğrudan aydınlatma elemanları için yararlı bir ölçümdür [23]. Simgesi: I, birimi: Kandela (cd)’dir.

### 2.1.1.3 Parıltı

Kendi kendine ışık yayan veya ışık üreticilerden aldığı ışığı yansıtan, dağıtan veya geçiren ışık kaynağının veya gerecinin birim yüzeyinin yayınladığı ışık kuvvetine bunun 'Parıltısı (ışıklılığı-lüminesansı)' denir. 'L' ile gösterilir. Birimi 'Stilb (sb)', 'cd/m<sup>2</sup> (metrekare başına kandela)'dir. Algılanan aydınlık etkisini ışıksal parıltı oluşturmaktadır [17,21].

### 2.1.1.4 Yansımama

Bir yüzeyden yansıyan ışık miktarının yüzeyden yansıyan ışık miktarına oranı % olarak yansımama değerini verir ve yansıyan ışık miktarını ifade eder [24]. Farklı yüzeyler gelen ışığı farklı büyüklüklerde absorbe eder. Koyu renk bir yüzey açık renk bir yüzeye göre daha fazla ışık absorbe eder, yani daha az ışık yansıtır. Aydınlanma dağılımında etkili olan yüzeylerin yansımama oranları (Çizelge 1.2) TS EN 12464 No.lu standartta verilmiştir.

**Çizelge 2.3** Aydınlanma dağılımında etkili olan yüzeylerin yansımama oranları [20]

	<b>Yansımama Oranları*</b>
Tavan	0,6 – 0,9
Duvarlar	0,3 – 0,8
Çalışma yüzeyleri	0,2 – 0,6
Zemin	0,1 – 0,5

\*Yansımama oranları hesaplanırken siyah rengin 0,1 ve beyaz rengin 1 yansımama oranına sahip olduğu varsayılmıştır.

### 2.1.1.5 Göz kamaşması

Göz kamaşması doğrudan (dolaysız) veya yansıyarak (dolaylı) gelen ışıktan kaynaklanabilir. Dolaysız göz kamaşması ('glare') ışık kaynağına direkt bakıldığında oluşur ve yapılan görsel çalışma önemli ölçüde olumsuz olarak etkilenir. Dolaylı göz kamaşması ('flicker') çok güçlü yansıtıcı yüzeylerden ışığın yansımama sonucu oluşur ve yapılan işi olumsuz etkiler. Bu nedenle işyerlerinde göz kamaşmasına neden olacak durumlar azaltılmalıdır. Göz kamaşmasını önlemek için ışık kaynağının önüne perdeleme düzenekleri yerleştirilebilir [25].

### 2.1.1.6 Işığın renk sıcaklığı

Işığın renk sıcaklığı, bir ışık kaynağından yayılan görünür ışıktır. Işığın renk sıcaklığı sıcak, orta ve soğuk olarak üçe ayrılmaktadır. Işığın tayfsal kompozisyonu göz önüne alındığında "sıcak" ışık daha fazla kırmızı ışık bileşenlerinden oluşmaktadır ve birçok insan tarafından huzurlu ve konforlu bulunmaktadır. "Orta" ışık tayfsal

kompozisyonda daha az kırmızı ışık bileşenlerinden oluşmakta ve daha soğuk ve beyaz görünmektedir. “Soğuk” ışık tayfsal kompozisyonda en az kırmızı ışık bileşeni içeren ışıktır ve 1000 lüksün altında çok soğuk ve rahatsız edici gözükmektedir. Işığın renk sıcaklığı seçimi daha çok psikolojik ve estetik bir konudur. TS EN 12464 No.lu standartta ışığın rengi, renk sıcaklığı ile tanımlanmıştır [25].

**Çizelge 2.4** Işığın renk sıcaklığı ile ilişkili K° cinsinden renk sıcaklığı değerleri [20]

<b>Işığın Renk Sıcaklığı</b>	<b>İlişkili Renk Sıcaklığı (K°)</b>
Sıcak (kırmızımsı beyaz)	3300 K° altı
Orta (beyaz)	3300ve 5300 K° arası
Soğuk (mavimsi beyaz)	5300 K° üstü

### 2.1.1.7 Aydınlık düzeyi

Bir yüzeye düşen ışık miktarına ‘aydınlatma şiddeti’ (*illuminance*) denir. Aydınlatma şiddetinin birimi lüks (lümen/m<sup>2</sup>)’dir. Aydınlatma şiddeti açık havada gündüzleri 2.000-100.000 lüks arasında, geceleri ise 50-500 lüks arasında değişmektedir [25]. Sanayi ve ofis işlerinde önerilen aydınlık düzeylerine ilişkin seviyeler Çizelge 2.5’te özetlenmeye çalışılmıştır. Çizelge 2.5’te belirtilen faktörlere göre yeterli ve genel aydınlatmanın genellikle 500 lx ile 1000 lx arasında olduğunu söyleyebiliriz. [26].

**Çizelge 2.5** İşyerlerinde bazı alanlarda ve işlerde gerekli aydınlık düzeyi değerleri [26]

<b>Aktivitenin yapıldığı yerin özellikleri</b>	<b>Aydınlık düzeyi aralığı (lx)</b>
Etrafi 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

## 2.1.2 Aydınlatma türleri

### 2.1.2.1 Doğal aydınlatma

Gün ışığından faydalanılarak yapılan aydınlatma türüdür. Güneşin aydınlatma şiddeti 5000 lüksün üstündedir ve gün ışığının insanlar üzerinde birçok olumlu etkisi bulunmaktadır. Bu şekilde aydınlatma yapılırken; pencere camlarının temizliğine dikkat edilmeli, tepe pencere imkanlarından mümkün olduğunca faydalanılmalı, duvarlar ve tavanlar yansıtma katsayısı büyük açık renklere boyanmalı ve pencerelerin toplam yüzeyi oda tabanının en az onda biri kadar olmalıdır. Doğal aydınlatma bu prensiplere dayalı olarak tasarlanmalıdır [17]. Böylece, işyerlerinde gün ışığından faydalanılarak konforlu ve güvenli bir çalışma ortamı sağlanabilir ve iş verimini artırıcı etkisinden bahsedilebilir [27].

### 2.1.2.2 Yapay aydınlatma

Doğal ışık kaynağının (güneş ışığı) yeterli olmadığı durumlarda ve gece aydınlatmasında, yapay ışık kaynakları kullanılmasıyla yapay aydınlatma sağlanır. İşyerlerinde aydınlatmada doğal aydınlatma kullanmak çok daha önemlidir. Güneşli bir günde açık havada aydınlatma şiddeti 100.000 lüks, gölgede ise 10.000 lüks olmaktadır. Yapay aydınlatma ile ise işyerlerinde genellikle 500 lüks civarı aydınlatma şiddetine ulaşılmaktadır. Gün ışığı yapay aydınlatmaya göre daha iyi renk yansıtma sahiptir. Gün ışığının seviyesi ve tayfsal kompozisyonu da gün içinde değiştiğinden bu dinamik yapının çalışanları canlandırıcı bir etkisi vardır. Ayrıca gün ışığından kaynaklanan doğrudan göz kamaşması yapay ışığa göre daha az rahatsız edicidir. Doğal aydınlatmanın mümkün olmadığı zamanlarda yapay aydınlatma kullanılmalıdır [17]. Yapay aydınlatma doğrudan ve dolaylı aydınlatma olmak üzere yapılabilir.

- Doğrudan aydınlatma

Doğrudan aydınlatma bir yüzeyin bir kaynaktan düz bir hat üzerinde gelen ışık ışınları ile aydınlatılmasıdır. Doğrudan aydınlatma lokal olarak yüksek lüminesans oluşturmakla birlikte ışığın geliş yönünde bulunan nesnelerin arkasında koyu gölgeler oluşturmaktadır. Çok yüksek lüminesans gözde kamaşma ('glare') yaratır, rahatsızlık vericidir. Doğrudan aydınlatma işyerlerinde sadece iki durumda tavsiye edilir: aydınlatma şiddeti "rölatif" kamaşma yaratmayacak kadar yüksek olması ya da yapılan işin gerektirmesi halinde [21,25]. Doğrudan aydınlatma işyerlerinde

özellikle kalite kontrol işleri gibi yüksek düzeyde görünürlük gerektiren işler için kullanılmaktadır [25].

- Dolaylı aydınlatma

Dolaylı aydınlatma ışık akısının en az %90'nını tavana veya duvarlara dağıtan ve bu yüzeylerden geri yansıyan ışık ile yapılan aydınlatmadır. Enerji verimliliği açısından duvarları ve tavanın açık renklere boyanmış olması gerekmektedir. Dolaylı aydınlatmada dağınık ışık oluşmakta ve gölgeler oluşmamaktadır. Genelde yüksek aydınlatma şiddeti yaratarak kamaşma riskini en aza indirir ancak ofislerdeki parlak duvar ve tavanlar ekranlar yüzeyinde yansımaya neden olarak 'rölatif' kamaşma oluşturabilir [21].

### 2.1.3 Yasal mevzuatta aydınlatma

İşyeri bina ve eklentilerinde alınacak sağlık ve güvenlik önlemlerine ilişkin yönetmelikte [28]; "İşveren, çalışanların sağlık ve güvenliğini korumak için; işyeri bina ve eklentilerinde yeterli aydınlatma, havalandırma ve termal konfor şartlarını sağlar." hükmü genel şartlar kısmında belirtilmiş ve aynı yönetmelikte 'aydınlatma' başlığı altında aşağıda belirtilen hükümler yer alır.

- "İşyerlerinin gün ışığıyla yeter derecede aydınlatılmış olması esastır. İşin konusu veya işyerinin inşa tarzı nedeniyle gün ışığından yeterince yararlanılmayan hallerde yahut gece çalışmalarında, suni ışıkla uygun ve yeterli aydınlatma sağlanır. İşyerlerinin aydınlatılmasında TS EN 12464-1: 2013; TS EN 12464-1.2011: 2012; standartları esas alınır."
- "Çalışma mahalleri ve geçiş yollarındaki aydınlatma sistemleri, çalışanlar için kaza riski oluşturmayacak türde olur ve uygun şekilde yerleştirilir."
- "Aydınlatma sisteminin devre dışı kalmasının çalışanlar için risk oluşturabileceği yerlerde yeterli aydınlatma sağlayacak ayrı bir enerji kaynağına bağlı acil aydınlatma sistemi bulunur."

Yapı işlerinde iş sağlığı ve güvenliği yönetmeliğinde [29]; çalışma yerlerinin, barakaların ve yolların aydınlatılması ile ilgili aşağıdaki hükümler yer alır.

- "Yapı işlerinin gündüz yapılması esastır, çalışma yerleri, barakalar ve yollar mümkün olduğu ölçüde doğal olarak aydınlatılır. Gece çalışmasının gerekli veya zorunlu olduğu çalışmalarda veya gün ışığının yetersiz olduğu durumlarda uygun ve yeterli suni aydınlatma sağlanır, gerekli hallerde



darbeye karşı korumalı taşınabilir aydınlatma araçları kullanılır. Suni ışığın rengi, sinyallerin ve işaretlerin algılanmasını engellemeyecek şekilde seçilir.”

- “Çalışma yerleri, barakalar ve geçiş yollarındaki aydınlatma sistemleri, çalışanlar için kaza riski oluşturmayacak özellikte olur ve uygun şekilde yerleştirilir.”
- “Çalışma yerleri, barakalar ve geçiş yollarındaki aydınlatma sistemindeki herhangi bir arızanın çalışanlar için risk oluşturabileceği yerlerde acil ve yeterli aydınlatmayı sağlayacak yerde aydınlatma sistemi bulundurulur.”

## 2.2 Termal Konfor

İnsanın yaşamına sağlıklı bir şekilde devam edebilmesi için gerekli temel koşul 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 ki 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 ve havanın nemi ve diğer bahsedilen etkenlere bağlı olarak oluşan ısıdır. Bu faktörlerin etkisi altında duyulan ısıya efektif ısı denir.

Eğer çalışma ortamında termal konfor şartları yetersiz ise, sıkıntı hissedilir ve rahatsızlık duyulmaya başlanır, buna bağlı olarak insanın çalışma kapasitesi ve iş verimi düşer [30].

Uluslararası standartlar olan, insan 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. Termal konfor için ‘İş sağlığı ve güvenliği tüzüğü’ taslağında ise ‘işyerlerinde sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı sağlanması için; iç mekan hava sıcaklığı, bağıl nem, hava hızı ve mekanın radyant ısı

değerleri kabul edilebilir sınırlar içinde olacak şekilde kontrol altına alınacaktır. İşyerinde uygun termal konfor şartlarının sağlanmasında kullanılacak sistemler, yapılan işe uygun olacak ve çalışanların sağlık ve güvenliği için herhangi bir tehlike oluşturmayacaktır' ifadesi yer alır [31].

### 2.2.1. Termal konfor parametreleri

Termal konfor insan boyutları, yaşı, cinsiyeti gibi birçok parametreye bağlı olsa bile en genel anlamda termal konforu etkileyen parametreler kişisel ve çevresel değişkenler olarak (Çizelge 2.6) iki grup altında sınıflandırılabilir [32].

**Çizelge 2.6** Termal konforu etkileyen başlıca değişkenler [32]

Termal konforu etkileyen değişkenler	
Çevresel Değişkenler <ul style="list-style-type: none"><li>• Hava sıcaklığı</li><li>• Göreceli nem</li><li>• Hava akım hızı</li><li>• Ortalama ışıma sıcaklığı</li></ul>	Kişisel Değişkenler <ul style="list-style-type: none"><li>• Fiziksel aktivite (metabolizma hızı)</li><li>• Giyinme</li></ul>

#### 2.2.1.1 Çevresel değişkenler

- **Hava sıcaklığı:** Ortamın sıcaklığının ya da soğukluğunun bir ölçüsüdür. Hava sıcaklığının artması veya eksilmesi, çalışan kişilerin işe uyumunu olumsuz etkiler [33]. İşyerlerinde çalışma esnasında 20 °C'den insan vücudunun dayanabileceği maksimum sıcaklık olan 35-40 °C'ye kadar sıcaklık artarken; bıkkınlık, dikkatsizlik, beceri isteyen işlerde %50 oranında verim düşüklüğü, iş kazası sayısının artması, ağır fiziksel işlerde verimin azalması, aşırı yorgunluk, vücutta su ve asit-baz dengesinin bozulması, asabiyet gibi olumsuzluklar ortaya çıkmaya başlar. Bunun yanında işyerlerinde çalışma esnasında düşük sıcaklıklarda ise; algılama ve reaksiyon süresinde azalma gibi olumsuzluklar ortaya çıkmaya başlar. Ancak, düşük sıcaklığın olumsuz etkileri uygun giysi çeşitlenmesi ile arttırılarak giderilebildiği için yüksek sıcaklığın olumsuz etkilerinden daha önemsizdir [30,31].

Endüstride genellikle yüksek sıcaklık problemi vardır. Sıcaklık yönünden işyerleri nemli ve kuru sıcaklık olmak üzere iki grupta incelenir. Nemli sıcaklık grubuna; kağıt, kumaş, konserve ve yeraltı maden işletmeleri gibi işkolları, kuru sıcaklık grubuna ise, demir-çelik, cam ve çimento sanayi gibi işkolları dahil edilebilir. Normal çalışma koşullarında nemin etkisi az olmaktadır.

- **Ortam nemi:** Nem, mevcut ortam ısısı koşullarında, işyeri havasını doymuşluk düzeyine kadar getirecek su buharı değerine göre (%100 nem) yüzde oranı şeklinde ifade edilmektedir. Aynı zamanda nem birim havada bulunan su buharı miktarını ifade etmekte olup, birimi ise  $g/cm^3$ 'tür. Nem, mutlak nem ve bağıl nem olmak üzere iki grupta incelenmektedir [3].

- “Mutlak nem”, havanın birim miktarında belirli bir anda bulunan nem miktarının ifade eder.

- “Bağıl nem”, herhangi bir durumda havadaki mutlak nem değerinin maksimum miktara göre oranını verir. Bağıl nem insanın terlemesi ve terin buharlaşması üzerindeki etkisi nedeniyle önemlidir [34].

Bir işyeri ortamının bağıl nemi değerlendirilirken, sıcaklık, hava akım hızı gibi diğer şartların da ele alınması gerekir. Sıcak ortamlarda yüksek bağıl nem havanın daha sıcak hissedilmesine, soğuk ortamlarda ise daha soğuk hissedilmesine sebep olur. Bağıl nemin hissedilen sıcaklığa etkisi Çizelge 2.7’de verilmiştir. Bu yüzden genel olarak herhangi bir işyerinde bağıl nem %30 ile %80 arasında olmalıdır [33].

**Çizelge 2.7** Hissedilen sıcaklığa bağıl nemin etkisi [35]

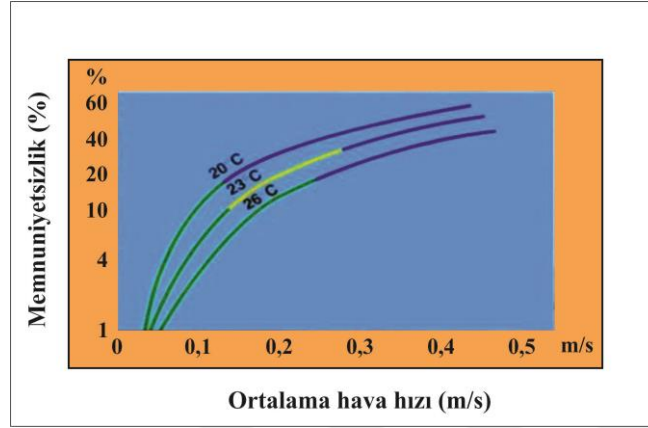
		BAĞIL NEM (%)																		
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
HAVA SICAKLIĞI (°C)	50	45	48	53	58	66	69	76	83	91	99									
	49	44	47	51	55	61	66	72	79	86	94									
	48	43	46	49	53	58	63	68	75	81	88	96								
	47	42	45	48	51	55	60	65	70	76	83	90	98							
	46	41	43	46	49	53	57	62	67	72	78	85	91	99						
	45	41	43	45	48	52	56	62	65	70	76	82	88	96						
	44	40	42	44	46	49	52	57	61	66	71	77	83	89	96					
	43	39	40	42	44	47	50	54	58	62	67	72	77	83	90	97				
	42	38	39	41	43	45	48	51	54	58	62	67	72	78	83	90	96			
	41	37	38	39	41	43	45	48	51	55	59	63	67	72	78	83	89	96		
	40	36	37	38	39	41	43	46	48	51	55	59	63	67	72	77	83	88	95	
	39	35	36	37	38	39	41	43	46	48	51	55	58	62	67	71	76	81	87	93
	38	35	35	36	37	38	40	42	44	47	50	53	56	60	64	68	73	78	83	89
	37	34	34	35	36	37	38	40	42	44	46	49	52	56	59	63	67	72	76	81
	36	33	33	34	34	35	36	38	39	41	43	46	48	51	55	58	62	66	70	74
	35	32	32	33	33	34	35	36	37	39	41	43	45	48	50	53	57	60	64	68
	34	31	31	32	32	32	33	34	35	37	38	40	42	44	46	49	52	55	58	61
	33	31	31	31	31	32	32	33	34	36	37	39	40	42	45	47	49	52	55	58
	32	30	30	30	30	31	31	32	33	34	35	36	38	39	41	43	45	47	50	53
	31	29	29	29	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	38	40	41	43	45	47
30	28	28	28	28	28	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	38	39	41	42	
29	27	27	27	27	28	28	28	29	30	30	31	32	32	33	34	36	37	38	38	
28	26	26	26	27	27	27	27	27	28	28	29	29	30	30	31	32	33	34	34	
27	26	26	26	26	26	27	27	27	27	28	28	28	29	29	30	30	31	31	32	
26	25	25	25	26	26	26	26	26	26	27	27	27	27	27	28	28	28	28	29	
25	25	25	25	25	25	26	26	26	26	26	26	26	26	27	27	27	27	27	27	

- **Hava akım hızı:** Havanın, ortamdaki yer değiştirme hızının m/s olarak ifadesidir [34]. İşyerinde oluşan kirli havanın dışarı atılması ve yerine temiz havanın alınması için ortamda uygun bir havalandırmanın, dolayısıyla uygun bir hava akımının olması gerekmektedir. Ancak bu hava akımı 0,5 m/s değerini aşması durumunda rahatsız edici esintiler meydana gelir. 0,1 m/s düzeyine düştüğünde ise ortam havasız olarak nitelendirilir. Ayrıca fiziksel aktivite de hava hareketini artırır, böylece hava hızı kişinin aktivite seviyesi için hesaba katılmalıdır [30,33]. Sıcaklık ve nemin yanında hava akım hızının da termal konfora etkisi oldukça büyüktür. İşyerlerinde hava akım hızı 0,3-0,5 m/sn olmalıdır. Farklı sıcaklık ve nem değerlerine sahip olan iki farklı ortamda hava akım hızlarının ayarlanması ile aynı termal konfor algısı sağlanabilmektedir. Örneğin; 37 °C sıcaklık, %10 nem ve 3 m/sn hava akım hızı ile 27 °C sıcaklık, %75 nem ve 0.1 m/sn hava akım hızı, sıcaklık duygusu bakımından eşdeğer olabilir. Yani bu iki farklı durumun kişi üzerindeki etkisi aynıdır. [35]. Hava akımının insan vücuduna etkisi Çizelge 2.8’de verilmiştir.

**Çizelge 2.8** Dış ortamda hava akımının insan vücuduna etkisi [35]

		HAVA SICAKLIĞI (°C)																
		0	-1	-2	-3	-4	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55	-60
RÜZGAR HIZI (km/sa)	6	-2	-3	-4	-5	-7	-8	-14	-19	-25	-31	-37	-42	-48	-54	-60	-65	-71
	8	-3	-4	-5	-6	-7	-9	-14	-20	-26	-32	-38	-44	-50	-56	-61	-67	-73
	10	-3	-5	-6	-7	-8	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63	-69	-75
	15	-4	-6	-7	-8	-9	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60	-66	-72	-78
	20	-5	-7	-8	-9	-10	-12	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62	-68	-75	-81
	25	-6	-7	-8	-10	-11	-12	-19	-25	-32	-38	-44	-51	-57	-64	-70	-77	-83
	30	-6	-8	-9	-10	-12	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-65	-72	-78	-85
	35	-7	-8	-10	-11	-12	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66	-73	-80	-86
	40	-7	-9	-10	-11	-13	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68	-74	-81	-88
	45	-8	-9	-10	-12	-13	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69	-75	-82	-89
	50	-8	-10	-11	-12	-14	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-69	-76	-83	-90
	55	-8	-10	-11	-13	-14	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70	-77	-84	-91
	60	-9	-10	-12	-13	-14	-16	-23	-30	-36	-43	-50	-57	-64	-71	-78	-85	-92
	65	-9	-10	-12	-13	-15	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79	-86	-93
	70	-9	-11	-12	-14	-15	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-80	-87	-94
	75	-10	-11	-12	-14	-15	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73	-80	-87	-94
80	-10	-11	-13	-14	-15	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81	-88	-95	
85	-10	-11	-13	-14	-16	-17	-24	-31	-39	-46	-53	-60	-67	-74	-81	-89	-96	
90	-10	-12	-13	-15	-16	-17	-25	-32	-39	-46	-53	-61	-68	-75	-82	-89	-96	
95	-10	-12	-13	-15	-16	-18	-25	-32	-39	-47	-54	-61	-68	-75	-83	-90	-97	
100	-11	-12	-14	-15	-16	-18	-25	-32	-40	-47	-54	-61	-69	-76	-83	-90	-98	
105	-11	-12	-14	-15	-17	-18	-25	-33	-40	-47	-55	-62	-69	-76	-84	-91	-98	
110	-11	-12	-14	-15	-17	-18	-26	-33	-40	-48	-55	-62	-70	-77	-84	-91	-99	

Hava akımı hissi hava sıcaklığına bağlıdır ve düşük hava sıcaklığında yüksek oranda memnuniyetsizlik meydana gelmektedir. Şekil 2.1’de değişik hava sıcaklık değerlerinde hava hızının memnuniyetsizlik oranıyla değişimi görülmektedir.



Şekil 2.1 Ortalama hava hızından kaynaklanan konforsuzluk durumu [36].

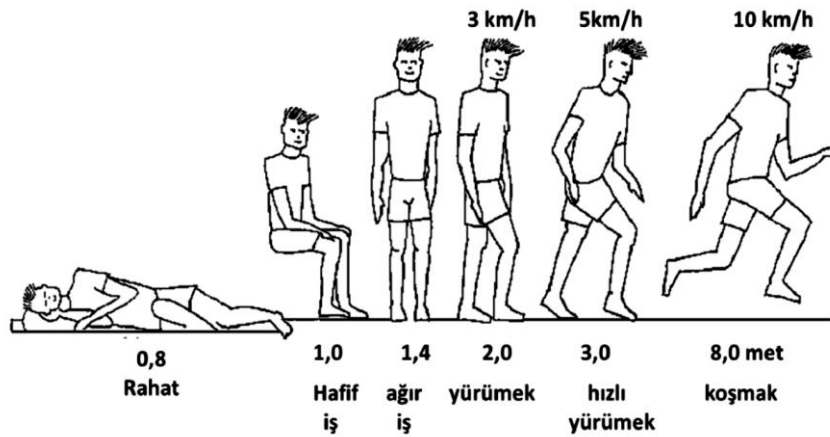
- **Ortalama ışıınım sıcaklığı:** Kişiyi çevreleyen tüm yüzeylerin ortalama sıcaklığıdır [34]. Ortalama ışıınım sıcaklığı ‘glob termometre’ ile ölçülür. Sıcaklık yayılımı, güneş ışığı, fırın ya da ısıtıcı gibi herhangi ısıyı yüksek olan nesneden kaynaklanmaktadır. Bu sıcaklık güneş ışığının temas ettiği herhangi bir ortamda ya da ısı yayan bir objeye yakın olduklarında insanı etkileyecektir. Havayı ısıtır, fakat insanları, mobilya ya da makine gibi katı yüzeyleri daha hızlı bir şekilde ısıtır [30,37].

#### 2.2.1.2 Kişisel değişkenler

- **Metabolizma hızı:** İnsanın metabolik etkinliğini, başka bir deyişle vücudumuzda besinlerin yanması ile açığa çıkan enerjiden kazanılan ısı üretimini ifade eder. Aktivite hızı insanın yaptığı eylem türü ile yani aktivite seviyesi ile doğrudan ilişkilidir. Termal konfor insanın çevresiyle yaptığı ısı alışverişi miktarının bir fonksiyonu olduğuna göre, aktivite düzeyi ısı konforu etkileyen önemli değişkenlerden birisidir [36]. Aktivite met olarak ölçülür. Bir met; kişi sakin bir biçimde otururken oluşturulan ısıdır (1 met = 58.15 W/m<sup>2</sup>). Günlük hareketlerimizde ve bu hareketler esnasında vücudumuzun aldığı değişik pozisyonlara göre vücut sıcaklığı ve metabolizma hızı değişkenlik gösterir. Bu değişkenlikler yani ısı kaybı veya üretimi kişiden kişiye göre değişir bu farklılıkları azaltmak için birim vücut yüzey alanına bağlı değişkenler kullanılmaktadır [34,35]. Bazı işler ve çeşitli aktiviteler için metabolik oranlar Çizelge 2.9 ve Şekil 2.2’de verilmiştir.

**Çizelge 2.9** Bazı günlük aktiviteler için metabolizma oranları [38]

	<b>Metabolik Oran</b> <b>(W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Metabolik Oran</b> <b>(met)</b>
<b>Ofis Aktiviteleri</b>		
Oturarak okuma, yazma	60	1,0
Daktilo, bilgisayarda yazma	65	1,1
Kaldırma / paketleme	120	2,,
<b>Çeşitli İş Aktiviteleri</b>	<b>(W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>(met)</b>
Aşçılık	95-115	1,6–2,0
Ev temizleme	115-200	2,0–3,4
<b>Makine Kullanılarak Yapılan İşler</b>	<b>(W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>(met)</b>
Testere ile yapılan işler	105	1,8
Hafif işler	115-140	2,0–2,4
Ağır işler	235	4,0
Ağır yük kaldırma (50 kg)	235	4,0
Kazma, kırma işleri	235-280	4,0–4,8



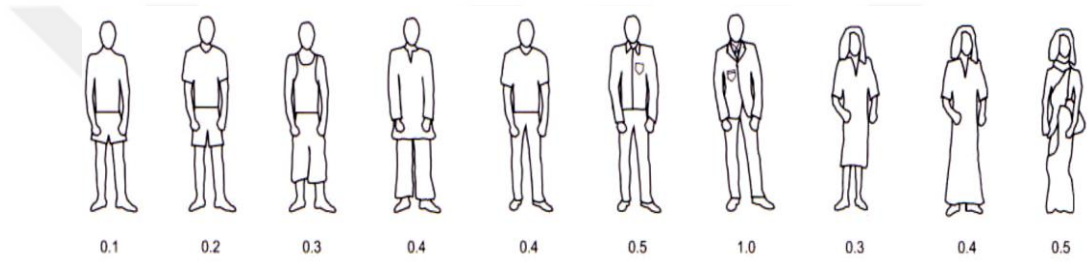
**Şekil 2.2** Metabolik hızlar [39].

- **Giyinme:** Giysi türü giysilerin ısı yalıtım direncini belirlediğinden ve dolayısıyla insanla çevresi arasındaki ısı transferi miktarını etkilediğinden ısı konfor koşullarının belirlenmesinde bilinmesi gereken kişisel değişkenlerden birisidir [36]. Giysilerin ısı yalıtım direnci genellikle 'clo' birimi ile ifade edilmektedir (1 clo, 0.155 W/m<sup>2</sup>·K'dir). Giyinme için hesaplamalarda giyecek yalıtım değeri kullanılır. Giyecek yalıtım değeri deri ile elbise arasında tutulan hava tabakası ve giyeceğin kendisinin oluşturduğu yalıtım değerini gösterir [34]. Çeşitli giysi türleri için yalıtım katsayıları Çizelge 2.10'da ve Şekil 2.3'te verilmiştir.



**Çizelge 2.10** Çeşitli giysi türleri ve yalıtım katsayıları [38]

Giysi Türleri	Yalıtım Katsayısı (clo)
Pantolon, kısa kollu gömlek	0.57
Pantolon, uzun kollu gömlek	0.61
Pantolon, uzun kollu gömlek, ceket	0.96
Diz uzunluğunda etek, kısa kollu gömlek	0.54
Ayak bileği uzunluğunda etek, uzun kollu gömlek, ceket	1.1
Etek/elbise	0.54–1.10
Şort	0.36
Önlük/tulum	0.72–1.37
Spor kıyafetleri	0.74
Uzun kollu pijama ve uzun pijama altlığı	0.96



**Şekil 2.3** Farklı nitelikteki giysilerin yalıtım dereceleri (clo) [30].

### 2.2.2 Termal konfor bölgesi

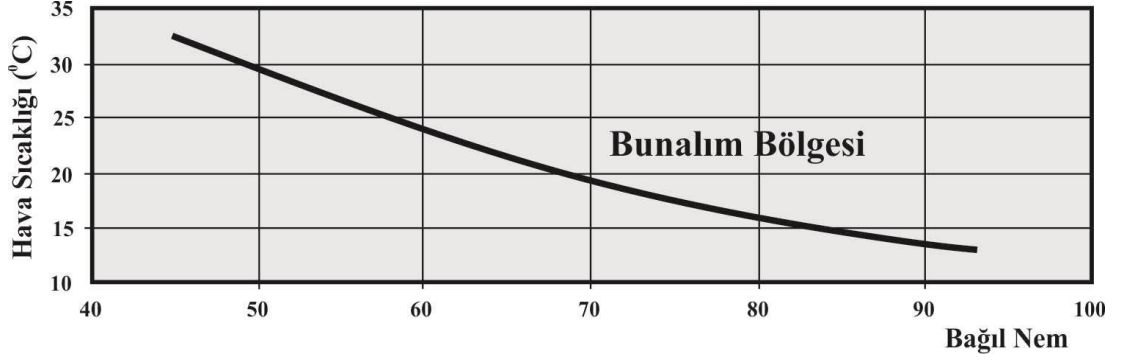
İş görenin, işini sürdürmesi esnasında en rahat durumda olabilmesi için gerekli termal konfor şartlarının alt ve üst sınırlarının sağlandığı bölgedir. Bu bölgeyi yapılan işin niteliği, hava akım hızı, ortamın nem durumu ve sıcaklığı, çalışanın; yaşı, cinsiyeti, beslenmesi, fiziki ve sağlık durumu gibi faktörler etkilemektedir. İşyerlerinde termal konfor şartlarının sağlanması için önerilen değerler Çizelge 2.11’de verilmiştir.

**Çizelge 2.11** Termal konfor değerleri [40]

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

### 2.2.3 Bunalım bölgesi

İnsanların vücutlarından ısı atmalarının zorlaşması sebebiyle, bunalma hissettikleri sıcaklık ve bağıl nem kombinasyonları bölgesidir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Bunalım eğrisi [41].

### 2.2.4 Ulusal mevzuatta termal konfor

İşyeri bina ve eklentilerinde alınacak sağlık ve güvenlik önlemlerine ilişkin yönetmelikte [28]:

- “İşveren, çalışanların sağlık ve güvenliğini korumak için; işyeri bina ve eklentilerinde yeterli aydınlatma, havalandırma ve termal konfor şartlarını sağlar [28].” hükmü yer almaktadır.

‘Ortam sıcaklığı’ başlığı altında [28];

- “İşyerlerinde termal konfor şartlarının çalışanları rahatsız etmeyecek, çalışanların fiziksel ve psikolojik durumlarını olumsuz etkilemeyecek şekilde olması esastır. Çalışılan ortamın sıcaklığının çalışma şekline ve çalışanların harcadıkları güce uygun olması sağlanır. Dinlenme, bekleme, soyunma yerleri, duş ve tuvaletler, yemekhaneler, kantinler ve ilk yardım odaları kullanım amaçlarına göre yeterli sıcaklıkta bulundurulur. Isıtma ve soğutma amacıyla kullanılan araçlar, çalışanı rahatsız etmeyecek ve kaza riski oluşturmayacak şekilde yerleştirilir, bakım ve kontrolleri yapılır. İşyerlerinde termal konfor şartlarının ölçülmesi ve değerlendirilmesinde TS EN 27243 standardından yararlanılabilir.”
- “Yapılan işin niteliğine göre, sürekli olarak çok sıcak veya çok soğuk bir ortamda çalışılması ve bu durumun değiştirilmemesi zorunlu olunan hallerde, çalışanları fazla sıcak veya soğuktan koruyucu tedbirler alınır.”



- “İşyerinin ve yapılan işin özelliğine göre pencerelerin ve çatı aydınlatmalarının, güneş ışığının olumsuz etkilerini önleyecek şekilde olması sağlanır.” hükümleri yer almaktadır.
- İşyeri tabanı, duvarları, tavanı ve çatısının; işyeri, çalışanların fiziksel faaliyetleri, yapılan işlerin niteliği ve termal konfor şartları dikkate alınarak uygun bölümlere ayrılır.
- Yemek yeme yerlerinde, soyunma yerlerinde, duşlarda, lavabolarda, tuvaletlerde ve barınma yerlerinde uygun termal konfor şartlarının sağlanması gereklidir.

### 2.3 Titreşim

Kinetik enerjinin potansiyel enerjiye, potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesi olayına titreşim denir. Ayrıca mekanik bir sistemdeki salınım hareketlerini ifade eden bir terimdir. İşyeri ortam faktörlerinden fiziksel faktörler arasında yer alan titreşim (vibrasyon), günümüzde çalışanların iş yeri ortam koşullarından olumsuz etkilenmesine yol açan önemli bir risk faktörüdür [42]. İşyerlerinde 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 çeşidine, büyüklüğüne (dalga boyuna), frekansına, maruziyet süresine, 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 [43].

#### 2.3.1 Titreşim parametreleri

Birbiri ile bağlantılı dört titreşim parametresi vardır: Frekans, ivme, hız ve yer değiştirme. Tek frekans değeri için bu parametrelerden ikisi biliniyorsa, geri kalan parametreler hesaplanabilir [44]. İvme, hız ve yer değiştirme parametrelerinden herhangi birinin değeri bize titreşim genliğini verir.

- Titreşimin frekansı: Birim zamandaki titreşim sayısına, titreşimin frekansı denir. Birimi: Hertz (Hz)'dir. Titreşim frekansı, vücuda iletilen titreşimin iletim

yolunu ve titreşimin vücuda olan etki derecesini belirler. İnsan vücuduna belirli etkisi olan titreşim frekansı 1-1000 Hz arasında olmalıdır [45].

• Titreşim genliği (büyüklüğü): titreşim sinyalinin büyüklüğüdür. Buna maksimum yer değiştirme de diyebiliriz. Genlik üç şekilde ölçülebilir:

1. Hız, cismin yer değiştirmesinin zamana oranıdır (m/sn).
2. İvme, hızın zamanla değişimini ifade eder (m/sn<sup>2</sup>).
3. Yer değiştirme, hareket eden bir parçacığın konumundaki değişimdir (m) [44].

### **2.3.2 İnsan titreşimi**

İnsan titreşimi, mekanik titreşimin insan vücudu üzerindeki etkisine göre tanımlanır. Etki tüm vücut üzerinde olabileceği gibi, sadece vücudun bir kısmı üzerinde de olabilir. İnsan titreşim çeşitlerinden en önemlisi el-kol titreşimidir. El-kol titreşimi enerji ile çalışan, tutamak kısmı olan zincirli testere, darbeli matkap, taşlama makinesi gibi aletlerden kaynaklanır. Tüm vücut titreşimi ise araçlardan, titreşen zeminlerden veya operatörün üzerinde oturarak çalıştığı büyük makinelerden kaynaklanır [45].

#### **2.3.2.1 El-kol titreşimi**

İnsanda el kol sistemine aktarıldığında, çalışanın sağlık ve güvenliği için risk oluşturan ve özellikle de, damar, kemik, eklem, sinir ve kas bozukluklarına yol açan mekanik titreşimi ifade eder. El-kol titreşimi için 1000 Hz ve daha yüksek frekansların zararlı etkileri vardır [45].

Tarım ve ormancılık alanında (ağaç kabuğu makineleri, fırça testere ve zincir), madencilik, taş ocağı, yol ve yapı işlerinde (kaya delici veya parçalayıcılar, yol ve beton kırıcılar), imalat sanayiinde (metal işleyen darbeli aletler, matkaplar) çalışanlarda mesleki maruziyet görülebilmektedir. Ayrıca, sürekli motosiklet kullananlarda ve insanların evde kullandığı bazı aletlerle (delici çekiç, el matkapları vb.) kişilerde el-kol titreşimine özel olarak maruziyet görülebilmektedir [42].

Elle iletilen titreşime aşırı maruz kalma sonucunda kan damarları, sinirler, kaslar, kemik ve eklemlerde bozukluklar meydana gelebilir. Bu bozukluklar; damar bozuklukları, periferik nörolojik bozukluklar, kemik ve eklem bozuklukları, kas ve diğer bozukluklar olarak sıralanabilir. Elle iletilen titreşime maruziyette görülen

bulgular “El-Kol Titreşimi Sendromu” (Hand-Arm Vibration: HAV sendromu) başlığı altında toplanmaktadır [42].

El-kol titreşimi sendromunun en sık görüldüğü rahatsızlık genellikle soğuğa maruz kalma nedeniyle oluşan parmaklarda beyazlaşma ve solukluk belirtileri olan beyaz parmak (‘*Reynaud*’) hastalığıdır [46].

Titreşime maruz kalan işçilerde en sık görülen semptomlar şunlardır [42];

- Soğuğa maruz kalındığında bir veya birden fazla parmakta beyazlaşma atakları.
- Parmaklarda duyarlılık kaybı, uyuşukluk ve karıncalanma.
- Dokunma hassasiyetinin kaybı.
- Parmaklar veya eklemlerde kemik kistleri.
- Periyodik beyaz parmak atakları arasında ağrı ve soğuk duyarlılığı.
- Germe kuvveti kaybı.

### **2.3.2.2 Tüm vücut titreşimi**

Vücudun tümüne aktarıldığında, çalışanların sağlık ve güvenliği için risk oluşturan, özellikle de, bel bölgesinde rahatsızlık ve omurgada travmaya yol açan mekanik titreşimi ifade eder [25]. Titreşime genellikle vücudun kalça, ayaklar, başın arka tarafı ve sırt kısmından maruz kalınır. Çalışan ayakta ise, enerji ayaklar yoluyla vücuda iletilecektir. Kişi oturur durumda iken, bazı durumlarda enerji, koltuk arkılığı veya sırt arkılığından vücuda iletilirken, esas olarak kalça ve ayaklar yoluyla vücuda geçer [45].

Tüm vücut titreşim kaynakları: traktör ve kamyon kullanımı, dokuma tezgahları, yol yapım, bakım ve onarım makineleri, özellikle çelik konstrüksiyonlu yapılarda titreşime sebep olan makine ve tezgahlar ve benzeri araç gereçlerdir [46].

Tüm vücut titreşimine mesleki maruziyet, bazı endüstriyel proseslerde olabileceği gibi genel olarak ulaşım sektöründe rastlanan bir durumdur. Çimento fabrikalarında da ağır taşıma araçlarını kullanan çalışanlar tüm vücut titreşimine maruz kalırlar. Özellikle eski iş makinelerini kullanan operatörler yeni iş makinelerini kullananlara göre daha fazla titreşime maruz kalırlar [46].

Tüm vücut titreşimine uzun süre maruz kalma sonucunda çalışanlar üzerinde nefes alma zorluğu, sırt, boyun, göğüs, kol ağrıları, baş ağrısı, sindirim bozukluğu,

iştahsızlık, omurgada hasarlar, göz yuvarlağında devamlı titreşimler, uzağı görme netliği kayıpları, genel denge bozuklukları, yorgunluk, parmak uçlarının uyuşması ve karıncalanması gibi etkileri olduğu bilinmektedir [47].

### 2.3.3 Ulusal mevzuatta titreşim

Çalışanların titreşimle ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelikte [48]:

- Bütün vücut titreşimi: Vücudun tümüne aktarıldığında, çalışanın sağlık ve güvenliği için risk oluşturan, özellikle de bel bölgesinde rahatsızlık ve omurgada travmaya yol ačan mekanik titreşim,
- El-kol titreşim: İnsanda el-kol sistemine aktarıldığında, çalışanın sağlık ve güvenliği için risk oluşturan ve özellikle de damar, kemik, eklem, sinir ve kas bozukluklarına yol ačan mekanik titreşim,
- Maruziyet eylem değer: Aşıldığı durumda, çalışanın titreşime maruziyetinden kaynaklanabilecek risklerin kontrol altına alınmasını gerektiren değer,
- Maruziyet sınır değer: Çalışanın bu değer üzerinde bir titreşime kesinlikle maruz kalmaması gereken değer olarak tanımlanmaktadır.

Çalışanların titreşimle ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmeliğinin uygulanması bakımından maruziyet sınır değerleri ve maruziyet eylem değerleri çizelge 2. 12’de verilmiştir [48].

**Çizelge 2.12** El-kol ve bütün vücut titreşim maruziyet değerleri [48]

Titreşim türü	Sekiz saatlik çalışma süresi için	
	Maruziyet eylem değer (m/sn <sup>2</sup> )	Maruziyet sınır değer (m/sn <sup>2</sup> )
El-kol	<b>2,5</b>	<b>5</b>
Bütün vücut	<b>0,5</b>	<b>1,15</b>

Çalışanların titreşimle ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelikte el- kol titreşimi maruziyet değerlendirmesi ve bütün vücut titreşimi maruziyet değerlendirmesi řu şekildedir [48]:

El-kol titreşimi için maruziyet değerlendirmesi; “El-kol titreşiminde maruziyet düzeyinin değerlendirilmesi sekiz saatlik bir referans döneme A(8) normalize edilen

günlük maruziyet değerinin hesaplanmasına dayalı olarak, frekans ağırlıklı ivme değerlerinin karelerinin toplamının (rms) (toplam değer) kare kökü olarak ifade edilen, TS EN ISO 5349-1 ‘Mekanik Titreşim-Kişilerin Maruz Kaldığı Elle İletilen Titreşimin Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi-Bölüm 1: Genel Kurallar’ ile TS EN ISO 5349-2 ‘Mekanik Titreşim-Kişilerin Maruz Kaldığı, Elden Vücuda İletilen Titreşimin Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi-Bölüm 2: İşyerlerinde Ölçme Yapmak için Pratik Kılavuz’ standartlarının en güncel hallerine göre yapılır.

Bütün vücut titreşimi için maruziyet değerlendirilmesi; “Bütün vücut titreşiminde maruziyet düzeyinin değerlendirilmesi, günlük maruziyet değerinin hesaplanmasına dayalı olarak sekiz saatlik dönemde A(8) sürekli ivme eşdeğeri cinsinden tanımlanan en yüksek (rms) değeri olarak hesaplanan, TS EN 1032+A1: 2011 ‘Mekanik Titreşim-Titreşim Emisyon Değerinin Belirlenmesi Amacıyla Hareketli Makinelerin Deneye Tabi Tutulması’ ile TS ISO 2631-1 ‘Mekanik Titreşim ve Şok-Tüm Vücut Titreşime Maruz Kalma Değerlendirilmesi-Bölüm 1: Genel Kurallar’ standartlarına ve bu standartların en güncel hallerine göre yapılır.”

### 3. MATERYAL METOD

#### 3.1 Çalışmanın Yapıldığı Fabrika

Devlet aracılığıyla kurulan ilk fabrika unvanına sahip Sivas Çimento Fabrikası yılda 100.000 ton üretim kapasitesiyle 1943 yılında kurulmuştur. 1981 yılına kadar Sümerbank'a bağlı bir kuruluş olan Sivas Çimento Fabrikası, Türkiye Çimento ve Toprak Sanayi (ÇİTOSAN)'ne bağlı bir işletme haline getirilmiş, 1987 yılına kadar ÇİTOSAN'a bağlı bir müessese olarak kalmıştır. 1992 yılında özelleştirilmesiyle birçok farklı özel şirketin bünyesine katılan fabrika son olarak merkezi Brezilya olan Votorantim grup bünyesine katılmıştır. 1.479.478 m<sup>2</sup> alanda kurulu olan fabrikanın 30.389 m<sup>2</sup>'lik alanını kapalı çalışma sahası oluşturmaktadır. Fabrikada 7 mühendis, 7 teknisyen, 109 işçi ve 10 idari personel olmak üzere toplam 133 kişi çalışmaktadır. Yıllık 614.592.000 kg çimento ve 454.053.600 kg klinker üretim kapasitesine sahiptir.



Şekil 3.1 Sivas Votorantim Çimento Fabrikasının genel görünümü.

#### 3.2 Fabrikada Ölçümlerin Yapıldığı Bölümler ve Araçlar

Aydınlatma ve termal konfor ölçümleri fabrikanın on dört farklı bölümünde yapılmıştır. Bunlar; 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 bölümleridir. Titreşim ölçümleri fabrikada kullanılan kepçe, kırıcı, kamyon ve loder araçlarını kullanan çalışanlar üzerinde gerçekleştirilmiştir.

- ❖ Laboratuvar bölümü: Çimento fabrikasının bu bölümünde; çimento dayanım tayini, sülfatın gravimetrik tayini, kızdırma kaybı tayini, klorür içeriği tayini ve çözünmeyen kalıntının hidroklorik asit ve sodyum karbonatla tayini gibi çimentonun kimyasal analizleri yapılmaktadır. Laboratuvar bölümünün genel görünümü Şekil 3.2’de verilmiştir.



**Şekil 3.2** Laboratuvar genel görünümü.

- ❖ İşletme katı bölümü: İşletme katı (Şekil 3.3) fabrikanın idari işlerinin yürütüldüğü ve idari personelin ofislerinin bulunduğu bölümdür.



**Şekil 3.3** İşletme katı genel görünümü.

- ❖ Kırıcı giriş bölümü: Bu bölümde çimento üretimi için gerekli olan hammaddenin fabrikada mevcut bulunan hammadde öğütme sistemine beslenmeye uygun boyuta ( $0-1,5 \text{ m}^3$  boyutundan  $0-50 \text{ mm}$ 'ye) getirilmesi işlemi gerçekleştirilmektedir. Kırıcı giriş bölümünün genel görünümü Şekil 3.4’te verilmiştir.



**Şekil 3.4** Kırıcı giriş bölümü genel görünümü.

- ❖ Sevkiyat bölümü: Bu bölümde paketlenen ya da silolarda depolanan çimentonun müşteri talebi doğrultusunda araçlara yüklenerek iletilmesi işlemi gerçekleştirilmektedir (Şekil 3.5).



**Şekil 3.5** Sevkiyat bölümü genel görünümü.

- ❖ Paketleme bölümü: Çimento tiplerine göre silolarda depolanan çimentolar piyasadan gelen talepler doğrultusunda dökme ya da torbalı olarak paketleme işleminin yapıldığı bölümdür (Şekil 3.6).



**Şekil 3.6** Paketleme bölümü genel görünümü.



- ❖ Ambar bölümü: Fabrikanın her türlü ihtiyacı için gerekli alet ve edevatın bulunduğu bölümdür. Ambar bölümünün genel görünümü Şekil 3.7’de verilmiştir.



**Şekil 3.7** Ambar bölümü genel görünümü.

- ❖ Elektrik bakım bölümü: Bu bölümde çimento üretimi süreçlerinde yer alan makine, cihaz ve donanımlarının elektrik sistemlerinin bakım ve onarımını yaparak işlevselliklerinin sürdürülmesi sağlanmaktadır. Şekil 3.8’de elektrik bakım bölümünün genel görünümü verilmiştir.



**Şekil 3.8** Elektrik bakım bölümü genel görünümü.

- ❖ 1 ve 2 No.lu fırın (Fırın 1-2) bölümü: Çimento fabrikalarında, çimento hammaddesi farinin, çimento ana bileşeni klinkere dönüştürüldüğü bölümdür (Şekil 3.9).



**Şekil 3.9** Fırın 1-2 bölümü genel görünümü.

- ❖ Kömür değirmeni bölümü: Pişirme işlemi için ihtiyaç duyulan ısı enerjisi genellikle kömürden sağlanmaktadır. Kömürün fırında kullanıma uygun olması için belli kimyasal ve fiziksel özellikleri taşıması gerekir. Bu nedenle; kömürün bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri sağlamasına dikkat edilmelidir. Kömür, kullanılmadan önce kullanıma hazır hale gelmelidir. Yakıt hazırlama diye adlandırılan bu süreçte kömür, değirmenlerde kurutma ve öğütme işlemlerinden geçirilir. Bu işlemlerin yapıldığı bölüm kömür değirmenidir (Şekil 3.10).



**Şekil 3.10** Kömür değirmeni bölümü genel görünümü.

- ❖ Farin değirmeni bölümü: Hammadde öğütmenin amacı uygun kimyasal oranlarda bir hammadde karışımı elde etmektir. Bu karışım fırında istenen yanma şartını karşılayabilmek için ayrıca uygun tane büyüklüğü ve inceliğinde olmalıdır. İşte bu son şartı sağlayabilmek için hammadde

homojenize edildikten sonra tekrar bir öğütme işleminden daha geçirilir. Bu öğütme işlemi farin değirmenlerinde yapılmaktadır (Şekil 3.11).



**Şekil 3.11** Farin değirmeni bölümü genel görünümü.

- ❖ Siklon katı bölümü: Çimento üretimi için gerekli olan hammaddelerin fırına girmeden önce ön ısıtma işleminin yapıldığı bölümdür. Ölçümler bu bölümün sadece bir katında yapılmıştır. Siklon katları görünümü Şekil 3.12’de sunulmuştur.



**Şekil 3.12** Siklon katı bölümünün genel görünümü.

- ❖ Makine bakım bölümü: Fabrikada kullanılan kamyon, traktör vb. araçların bakımının yapıldığı bölümdür. Makine bakım bölümünün genel görünümü Şekil 3.13’te verilmiştir.



**Şekil 3.13** Makine bakım bölümü genel görünümü.

- ❖ Çimento değirmeni giriş bölümü: Döner fırınlardan çıkan klinker döner fırın akışındaki kırıcılarda kırılarak havalı bantlarla stok hollere götürülmektedir. Buradan alınan klinker bazı katkı maddeleri ile (alçı, tras vb.) çimento değirmenine verilmektedir. Bu işlemlerin gerçekleştiği bölüm çimento değirmenidir (Şekil 3.14).



**Şekil 3.14** Çimento değirmeni giriş bölümü genel görünümü.

- ❖ Yemekhane bölümü: Çalışan işçiler ve idari personel için yemeklerin hazırlandığı bölümdür. Yemekhane bölümü genel görünümü Şekil 3.15'te verilmiştir.





**Şekil 3.15** Yemekhane genel görünümü.

Fabrikada titreşim ölçümü kamyon, kırıcı, traktör, loder aracını kullanan operatörlerde yapılmıştır. Bu araçların bazılarının genel görünümleri Şekil 3.16’da verilmiştir.



**Şekil 3.16** Titreşim ölçümünün yapıldığı araçlar.

Ölçüm yapılan fabrika tehlike sınıflandırılmasında; Tesis, işyeri tehlike sınıfına göre, çok tehlikeli işyeri ‘Çimento imalatı (çimento klinkeri, portland, alüminyumlu çimento (boksit çimentosu), cüruf çimento, süper fosfat çimentolar ve benzeri suya dayanıklı çimentolar)’ (ÇSGB, İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfı Tebliği, 18 Nisan 2014) sınıfında yer almaktadır [49].

### **3.3 Kullanılan Cihazlar ve Metodlar**

#### **3.3.1 Aydınlatma ölçümleri**

Ölçümler Şekil 3.17’de gösterilen ‘HD450 Extech’ ışık şiddeti ölçer cihazı ile yapılmıştır. Ölçüm birimi lüks (lx)’tür.

Ölçümler işletmenin iş akışı içerisinde ve çalışma bölgesindeki görüş alanında her ölçüm noktasında üç ölçüm alınarak yapılmış ve sonuçlar ortalama olarak verilmiştir. Ortalama aydınlık düzeyi ölçüm sonuçları TS EN 12464 No.lu standarttaki ilgili referans değerlerle karşılaştırılmıştır.



Şekil 3.17 Aydınlatma ölçüm cihazı.

### 3.3.2 Termal konfor ölçümleri

Termal konfor ölçümlerinde sensörler mümkün olduğunca çalışma yerine yakın yerleştirilerek, işletmenin rutin iş akışı içinde gerçekleştirilmiştir. Ölçüm yapılan her alanda ortam sıcaklığı, ortam bağıl nemi ve hava akım hızı üçer defa ölçülerek sonuçlar ortalama değer olarak kaydedilmiştir. Termal konfor ölçümleri için kullanılan cihaz 'Testo 435' iç ortam sıcaklık, hava hızı ve nem ölçüm cihazıdır (Şekil 3.18). Ölçüm birimleri; m/sn, °C, Rh: Bağıl nem.



Şekil 3.18 Termal konfor ölçüm cihazı.

### 3.3.3 Titreşim ölçümleri

El-kol ve bütün vücut titreşim ölçümlerinde kullanılan güç aktarıcı (transdüser) titreşimin insan vücuduna temas ettiği noktaya mümkün olan en yakın mesafede

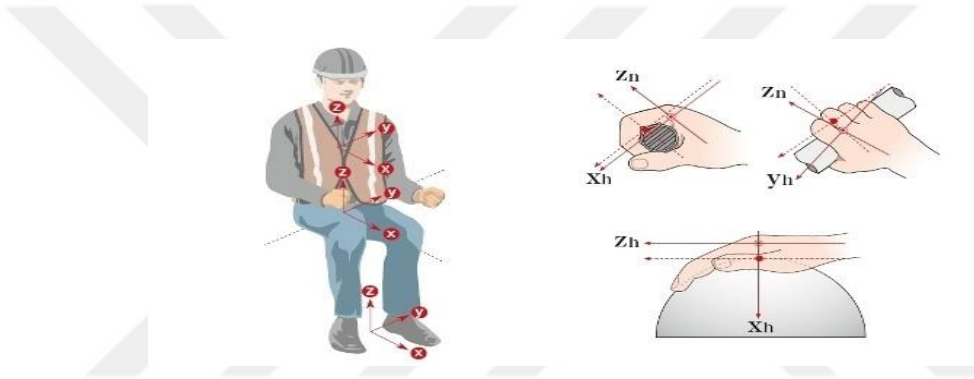
koordinat eksenlerine uygun bir şekilde sabitlenerek belirlenen süre boyunca kesintisiz olarak alınmıştır. Ölçüm birimleri;

A(8): Sekiz saatlik dönemde 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 yönleri (titreşim yönleri): Şekil 3.19’da gösterilen, merkezi insan üzerinde olan koordinat sistemine göre; X eksen: Sırttan göğüse, Y eksen: Sağdan sola, Z eksen: Ayak/kalçadan başa.



Şekil 3.19 Koordinat sistemi yönleri (titreşim yönü) [50].

Titreşim maruziyetinin belirlenmesinde; merkezi insan üzerinde olan koordinat sistemine göre üç eksenle ölçüm alan, yarı sert bir diskin içine yerleştirilmiş olan güç aktarıcı (Transdüser) ‘01 dB Vib008’ ivmeölçer cihazı kullanılmıştır. Cihaz titreşim, el- kol ve tüm vücut titreşim 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 3.20’de verilmiştir.



Şekil 3.20 Titreşim ölçüm cihazı.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULAR

Sivas Votorantim Çimento Fabrikasında aydınlatma, termal konfor ve titreşim ölçümlerinin yapıldığı bu çalışmada; aydınlatma parametrelerinden; aydınlık düzeyi ölçüm sonuçları Çizelge 4.1’de, termal konfor ölçüm parametrelerinden; ortam sıcaklığı ölçüm sonuçları Çizelge 4.3’de, ortam nem ölçüm sonuçları Çizelge 4.4’te, hava akım hızı ölçüm sonuçları Çizelge 4.5’te verilmiştir. Titreşim ölçüm parametrelerinden bütün vücut titreşim maruziyet ölçüm sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir.

##### 4.1 Aydınlatma Ölçüm Sonuçları

Aydınlatma ölçümleri fabrikada 14 farklı bölümde üç tekrarla yapılmış ve sonuçlar TS EN 12464-1: 2013 kapalı alanlarda aydınlatma sınır değerleri ve TS EN 12464-2: 2013 açık alanlarda aydınlatma sınır değerleri için verilen değerler ile kıyaslanmıştır.

**Çizelge 4.1** Aydınlatma ölçüm sonuçları

Ölçüm Noktası	1. Ölçüm (lx)	2. Ölçüm (lx)	3. Ölçüm (lx)	Ortalama Ölçüm (lx)	Referans No. [20,51]	*Önerilen Değerler (lx)
Laboratuvar	54,2	56,5	55,5	<b>55,4±8,3</b>	[1] 5.10.4	<b>500</b>
İşletme Katı	43,7	42,6	43,0	<b>43,1±6,4</b>	[1] 5.1.1	<b>100</b>
Kırcı Giriş	8,4	7,8	8,6	<b>8,3±1,2</b>	[1] 5.8.2	<b>200</b>
Sevkiyat	9,9	10,0	10,2	<b>10,0±1,5</b>	[1] 5.1.4	<b>150</b>
Paketleme	37,1	35,4	34,9	<b>35,8±5,4</b>	[1] 5.4.2	<b>300</b>
Ambar	41,0	40,9	41,1	<b>41,0±6,1</b>	[1] 5.4.1	<b>100</b>
Elektrik Bakım	43,4	43,0	43,1	<b>43,2±6,5</b>	[1] 5.20.5	<b>500</b>
Fırın 1-2	5,7	6,0	5,9	<b>5,9±0,9</b>	[2] 5.1.2	<b>10</b>
Kömür Değirmeni	81,7	80,1	81,5	<b>81,1±12,1</b>	[1] 5.8.2	<b>200</b>
Farin Değirmeni	22,0	3,7	22,3	<b>22,0±3,3</b>	[1] 5.8.2	<b>200</b>
Siklon Katı	7,8	8,1	7,6	<b>7,8±1,2</b>	[1] 5.1.2	<b>150</b>
Makine Bakım	37,8	37,5	38,1	<b>37,8 ± 5,7</b>	[1] 5.24.6	<b>300</b>
Çimento Değirmeni	43,0	42,9	43,2	<b>43,0±6,4</b>	[1] 5.8.2	<b>200</b>
Yemekhane	117	111	114	<b>114±17,1</b>	[1] 5.29.4	<b>200</b>

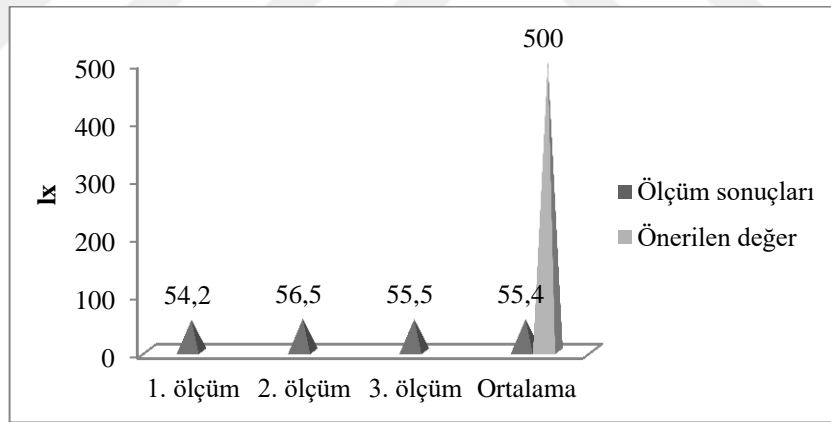
[1] kapalı alanlarda TS EN 12464 standardına göre aydınlatma sınır değerleri, [2] açık alanlarda TS EN 12464 standardına göre aydınlatma sınır değerleridir. \*Önerilen değerler [20,51].



Çizelge 4.1'e bakıldığında aydınlatma ölçümlerinin üçer kez yapılarak sonuçların standart sapmalarıyla birlikte ortalamaları verildiği görülmektedir. Ayrıca çizelgede verilen 'Referans No.' kıyaslama yaptığımız standarttaki ilgili bölümleri belirtmektedir.

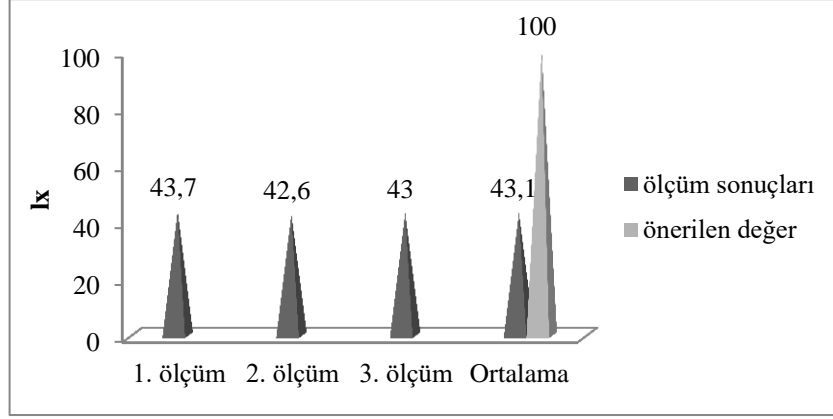
Aydınlık düzeyi değerleri kıyaslamasında kullanılan standartlar (TS EN 12464-1, TS EN 12464-2) çalışma alanlarındaki kişiler için normal görebilen kişilerin görme rahatlığı ve performans ihtiyaçlarını karşılayan aydınlatma kurallarını kapsamaktadır [20, 51]. Kullanılan standartlar birçok kapalı-açık çalışma yeri ve bunların ilişkili alanları için aydınlatma çözümlerini, aydınlatmanın niceliği-niteliği bakımından belirlemekte ve ayrıca uygun aydınlatma için tavsiyeler de vermektedir.

Laboratuvar bölümü için en uygun değer olarak TS EN 12464-1 standardında verilen 5.10.4 referans numaralı kimya, plastik ve kauçuk ile ilgili endüstriyel aktiviteler ve el sanatları için verilen laboratuvar standart değeri baz alınmıştır. Ölçüm sonucumuz, olması gereken sınır değerinin çok altında bulunmuştur. Şekil 3.1'de laboratuvar bölümü sonuçlarının önerilen değerle karşılaştırılması grafiksel olarak verilmiştir.



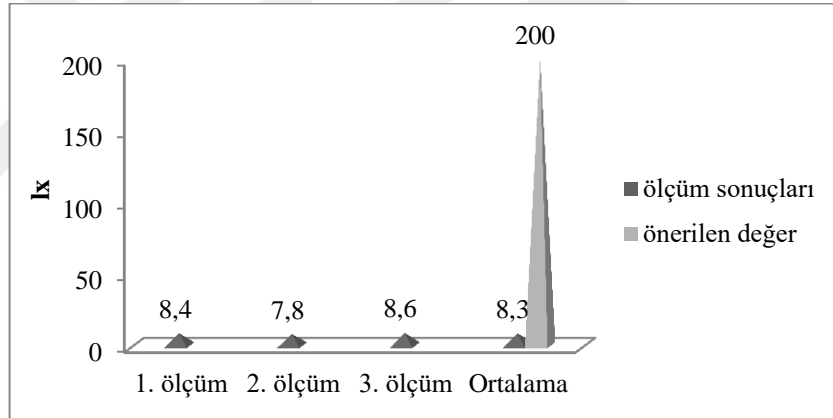
Şekil 4.1 Laboratuvar bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları.

İşletme katı için ölçülen sonuçlar, kullanılan 5.1.1 referans numaralı bina içlerinde dolaşım bölgeleri/koridor ve dolaşım alanları için belirlenen standart değerinden düşük bulunmuştur. İşletme katı ölçüm sonuçları ve referans değerle karşılaştırılması grafiksel olarak Şekil 4.2'de verilmiştir.



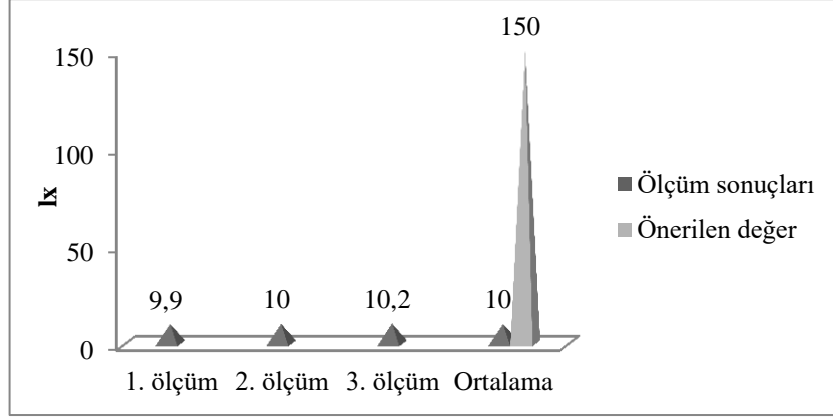
**Şekil 4.2** İşletme katı bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları.

Kırıcı giriş bölümünde ölçülen sonuçlar, malzemelerin hazırlanması, fırınlama ve karıştırıcılar ile ilgili çalışmalar için verilen 5.8.2 referans numaralı kapalı alanlar için kabul edilen TS EN 12464-1 standardındaki değerinin altında bulunmuştur (Şekil 4.3). Bu bölümde aydınlık düzeyi en az 200 lx'e çıkarılmalıdır.



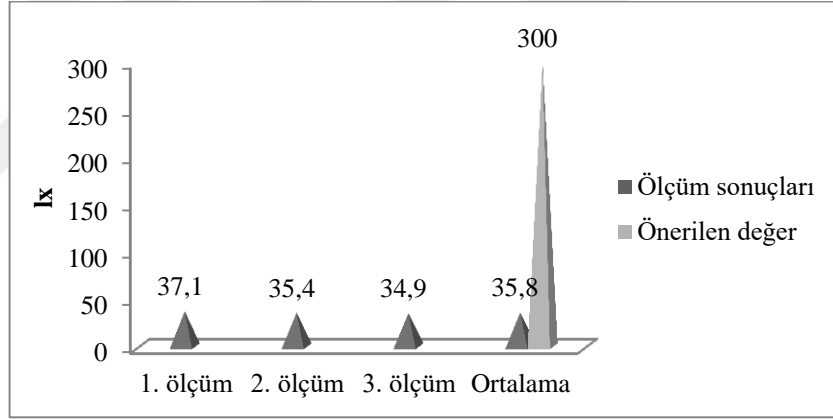
**Şekil 4.3** Kırıcı giriş bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları.

Sevkiyat bölümünde ölçülen sonuçlar, standartta (TS EN 12464-1) yükleme peronları için verilen 5.1.4 referans numaralı değerinin altında bulunmuştur (Şekil 4.4). Bu bölüm için olması gereken en az aydınlık düzeyi 150 lx'tür.



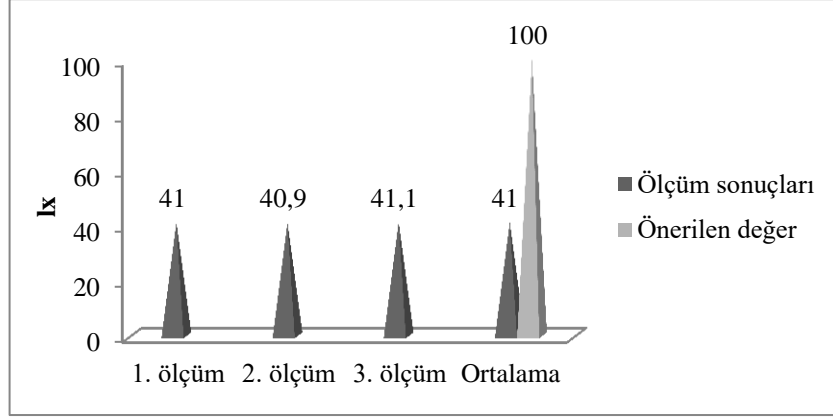
**Şekil 4.4** Sevkiyat bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları.

Paketleme bölümünde ölçülen değer TS EN 12464-1 standardında 5.4.2 referans numaralı paketleme işleri için verilen sınır değerden oldukça düşük bulunmuştur. Şekil 4.5'te sonuçlar ve önerilen değer verilmiştir bu bölüm için olması gereken aydınlık düzeyi 300 lx'tür.



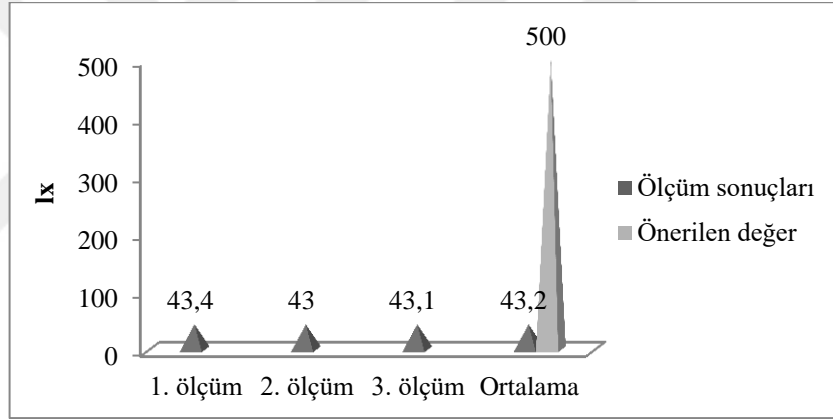
**Şekil 4.5** Paketleme bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları.

Ambar bölümünde bulunan değer TS EN 12464-1 standardında verilen ekipman muhafaza ve depolama alanları için verilen standart değerinin altında bulunmuştur. Sürekli kullanılıyorsa en az aydınlık düzeyi 200 lx olmalıdır. Şekil 4.6'da olması gereken en az aydınlık düzeyinin 100 lx olması gerektiği görülmektedir.



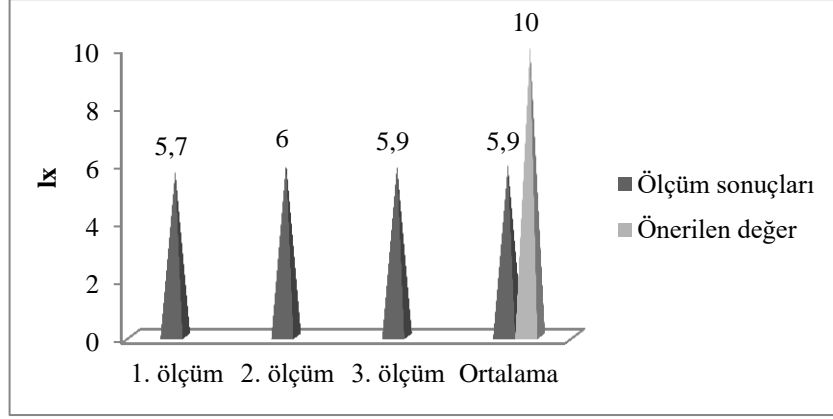
**Şekil 4.6** Ambar bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları.

Elektrik bakım bölümü için TS EN 12464-1 standardında baz aldığımız kumanda odaları için verilen 5.20.5 referans numaralı standart değerinden bulduğumuz ölçüm sonucu Şekil 4.7'deki grafikten de görüldüğü gibi oldukça düşüktür.



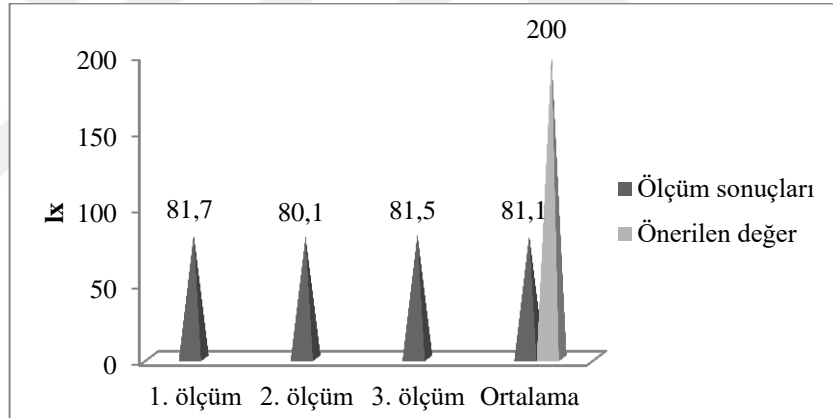
**Şekil 4.7** Elektrik bakım bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları.

Fırın 1-2 bölümünde ölçülen aydınlatma sonucu TS EN 12464-2 standardında verilen 5.1.2 referans numaralı sınır değerinin altında bulunmuştur Şekil 4.8'de bulunan ölçüm sonuçları ve olması gereken en az aydınlık düzeyi verilmiştir. Bu bölüm için aydınlık düzeyi 10 lx'e çıkarılmalıdır.



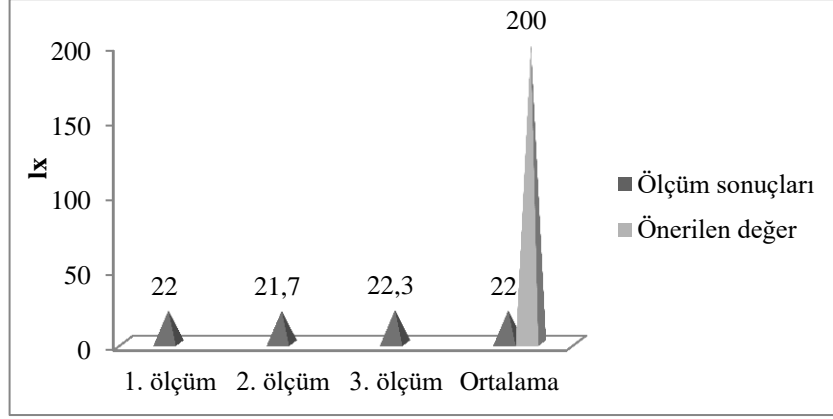
**Şekil 4.8** Fırın 1-2 bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları.

Kömür ve farin değirmeni için bulunan sonuçlar TS EN 12464-1 standardında Çimento, beton, tuğla ürünleri ile ilgili endüstriyel aktiviteler ve el sanatları tablosunda, mikser ve fırınlarda çalışmak üzere malzeme hazırlığı için verilen 5.8.2 referans numaralı aydınlatma sınır değerinin altında bulunmuştur (Şekil 4.9).



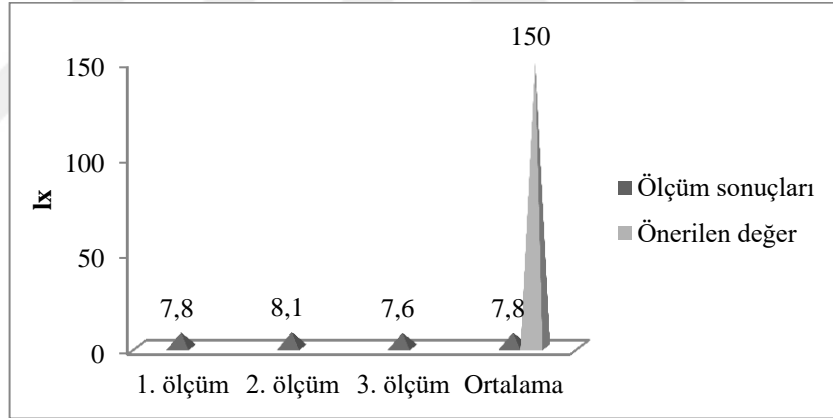
**Şekil 4.9** Kömür değirmeni bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları.

Farin değirmeni bölümü için önerilen en az aydınlık düzeyi 200 lx (Şekil 4.10) olmalıdır.



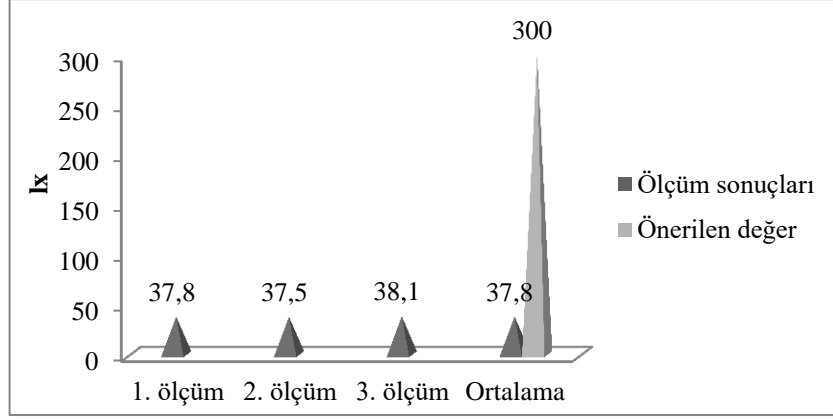
**Şekil 4.10** Farin değirmeni bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları.

Siklon katı için ölçüm katlar arasında geçişi sağlayan merdivenlerde yapılmıştır. Bulunan değer TS EN 12464-1’de merdivenler, yürüyen merdivenler, yürüyen yaya yolları için verilen 5.1.2 referans numaralı standart değerinden çok düşük bulunmuştur. Ölçüm sonuçları ve ortalama değer in önerilen değerle karşılaştırılması grafiksel olarak Şekil 4.11’de verilmiştir.



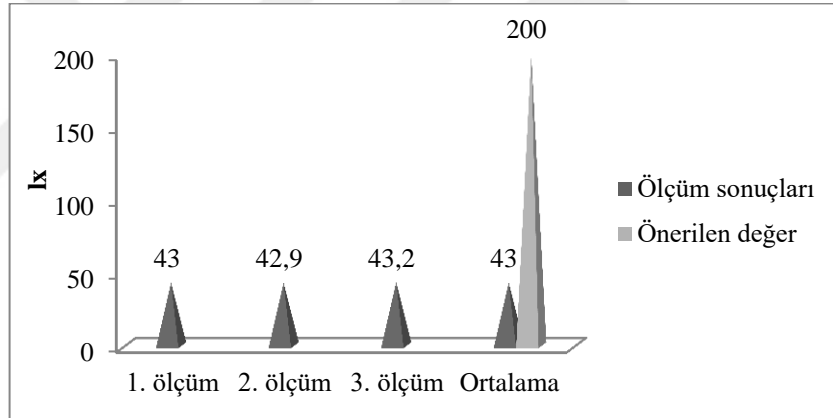
**Şekil 4.11** Siklon katı bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları.

Makine Bakım bölümü için bulunan aydınlatma değeri TS EN 12464-1 standardında genel servis bakım ve onarım işlemleri için verilen 5.24.6 referans numaralı değerin çok altında bulunmuştur (Şekil 4.12) Bu bölüm için aydınlık düzeyi en az 300 lx olmalıdır. Bu alanda ayrıca yerel aydınlatmada gereklidir.



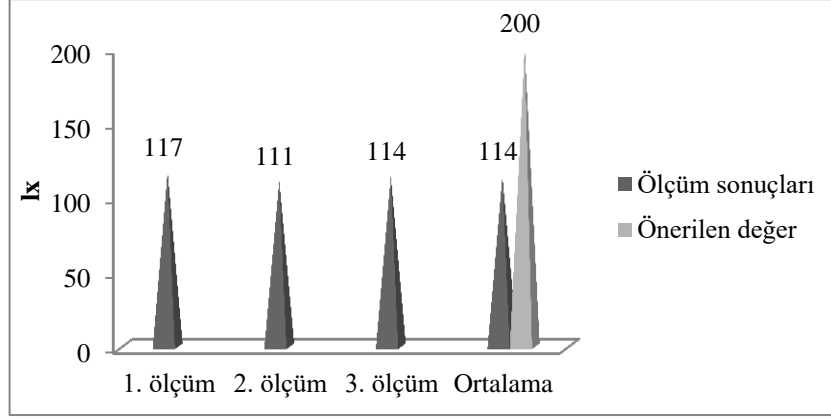
**Şekil 4.12** Makine bakım bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları.

Çimento değirmeni kısmında TS EN 12464-1 standardında verilen 5.8.2 referans numaralı aydınlatma sınır değerinin çok altında bulunmuştur. Şekil 4.13'te bulunan ölçüm sonuçları ile bu sonuçların ortalaması ve olması gereken en az aydınlık düzeyi grafik olarak sunulmuştur.



**Şekil 4.13** Çimento değirmeni bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları.

Yemekhane bölümünde aydınlatma ölçüm sonuçları TS EN 12464-1 standardı 5.29.4 referans numaralı self servis ve restoranlar için verilen değer in altında bulunmuştur (Şekil 4.14).



Şekil 4.14 Yemekhane bölümü aydınlatma ölçüm sonuçları.

#### 4.2 Termal Konfor Ölçüm Sonuçları

Fabrikada termal konfor ölçümleri aydınlatma ölçümlerinin yapıldığı bölümlerde yapılmıştır. Termal konfor için ortam sıcaklığı ölçümleri, ortam 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. Karşılaştırılma yapılırken her bölüm için bu bölümlerde çalışma şekli ve iş yükü göz önünde bulundurulmuştur.

İşçi sağlığı ve işçi güvenliği tüzüğü 20. maddesinde “Çok buğu husule gelen işyerlerinde sıcaklık derecesi 15 santigrat dereceden az ve 30 santigrat dereceden yüksek olmayacaktır” ibaresi yer almaktadır [52]. 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 Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 İklimsel konfor değerleri [40]

Çalışma Şekli ve İş Yükü	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



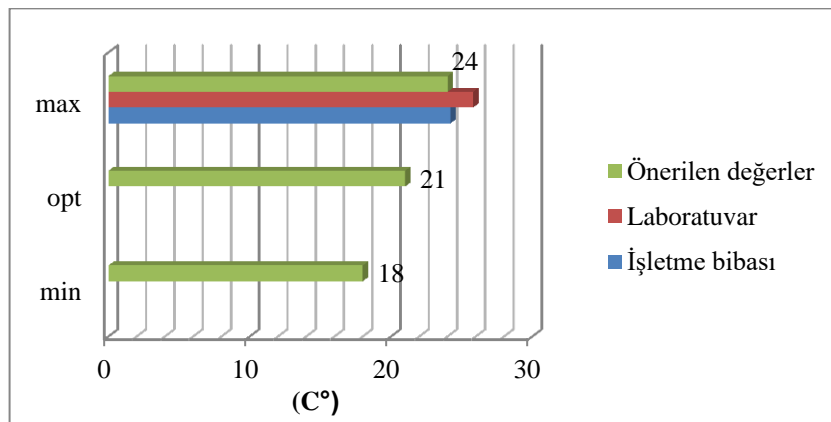
**Çizelge 4.3** Ortam sıcaklığı ölçüm sonuçları (Eylül, 2016)

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	<b>25,8</b>	<b>18-21-24</b>
İşletme Katı	24,3	24,2	24,2	<b>24,2</b>	<b>18-21-24</b>
Kırıcı Giriş	10,6	10,7	10,2	<b>10,5</b>	<b>17-18-22</b>
Sevkiyat	9,5	9,3	9,7	<b>9,5</b>	<b>17-18-22</b>
Paketleme	9,9	10	9,8	<b>9,9</b>	<b>17-18-22</b>
Ambar	10,3	10,5	10,5	<b>10,4</b>	<b>17-18-22</b>
Elektrik Bakım	9,9	10,0	10,1	<b>10,0</b>	<b>17-18-22</b>
Fırın 1-2	11,3	11,3	11,2	<b>11,3</b>	<b>15-17-21</b>
Kömür Değirmeni	14,2	14,7	14,5	<b>14,5</b>	<b>17-18-22</b>
Farin Değirmeni	21,3	21,0	21,2	<b>21,2</b>	<b>17-18-22</b>
Siklon Katı	20,2	21,0	20,3	<b>20,5</b>	<b>15-17-21</b>
Makine Bakım	14,3	14,2	14,3	<b>14,3</b>	<b>15-17-21</b>
Çimento Değirmeni	15,0	14,9	15,1	<b>15,0</b>	<b>17-18-22</b>
Yemekhane	21,6	21,7	21,6	<b>21,6</b>	<b>15-17-21</b>

\*Önerilen değerler [40].

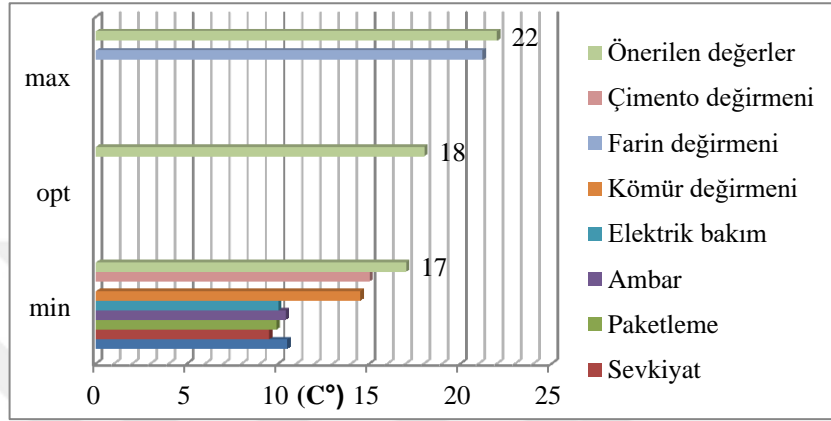
Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi termal konfor ölçümlerinden ortam sıcaklığı ölçüm sonuçları 9,2 °C-25,8 °C değişen aralıklarda bulunmuştur.

Laboratuvar ve işletme katı ortam sıcaklığı ölçüm sonuçları ortalaması ofis işleri için önerilen termal konfor değerlerinden maksimum sıcaklık değerinin üstünde bulunmuştur. Şekil 4.15’te laboratuvar ve işletme katı ölçüm sonuçlarının ortalaması ve önerilen değerlerle karşılaştırılması verilmiştir. Bu bölümler için sıcaklık değeri 18-24 °C arasında olmalıdır.



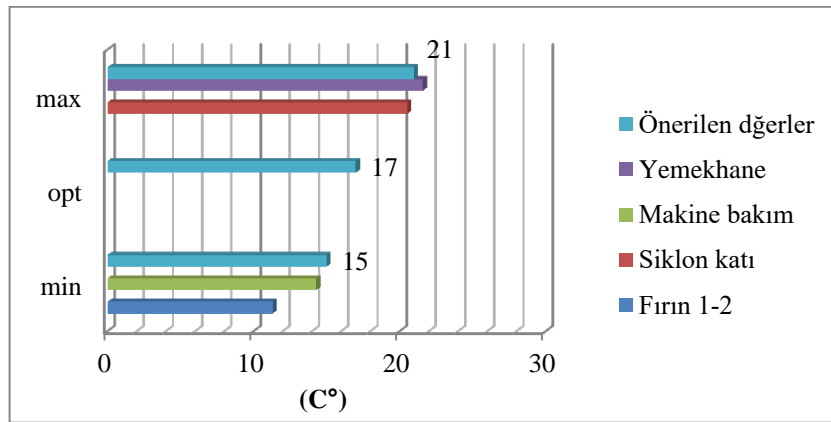
**Şekil 4.15** Ofis işleri için önerilen sıcaklık değerleri ile çalışma şekli açısından uyum gösteren bölümlerin değerlendirilmesi.

Şekil 4.16’da ayakta hafif işler için önerilen ortam sıcaklığı değerleri ile ölçümünü yaptığımız bölümlerden, bu niteliğe uygun bölümlerin sonuçlarının değerlendirilmesi grafiksel olarak verilmiştir. Sonuç olarak kırıcı giriş, sevkiyat, paketlenme, ambar, elektrik bakım, 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.



**Şekil 4.16** Ayakta hafif işler için önerilen sıcaklık değerleri ile çalışma şekli açısından uyum gösteren bölümlerin değerlendirilmesi.

Ağır işler için önerilen termal konfor şartları ve çalışmamızda ki ölçüm yapılan bölümlerden iş şekli ve iş yükü açısından bu tanıma uygun bölümlerin ortam sıcaklığı ölçüm sonuçları ile karşılaştırılması Şekil 4.17’de 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.



**Şekil 4.17** Ağır işler için önerilen sıcaklık değerleri ile çalışma şekli açısından uyum gösteren bölümlerin değerlendirilmesi.

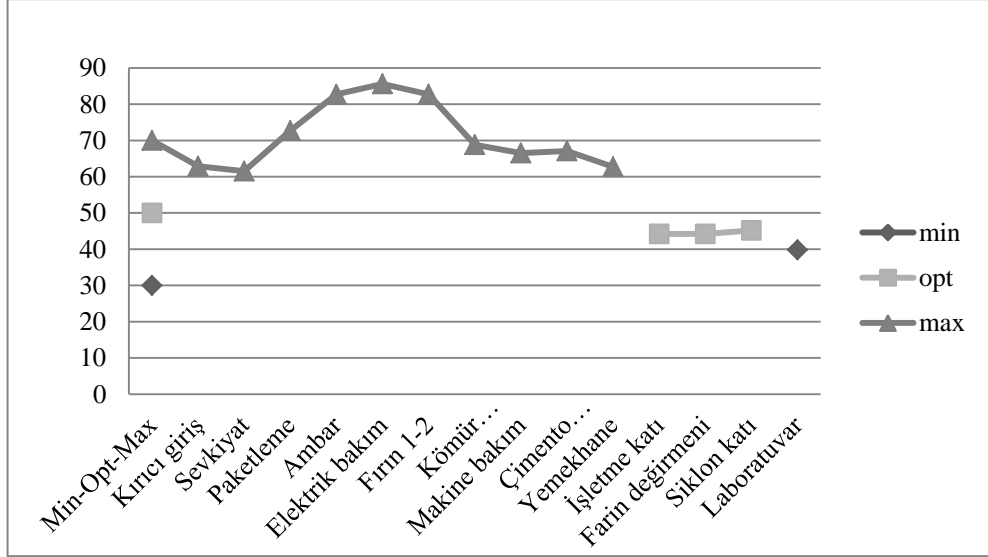
**Çizelge 4.4** Ortam bağıl nem ölçüm sonuçları (Eylül, 2016)

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

\*Önerilen değerler [40].

Çizelge 4.4'e 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.

Çalışmamızda bulunan ortam bağıl nem sonuçlarının, önerilen bağıl nem sonuçları ile kıyaslanması Şekil 4.18'de verilmiştir. 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.



Şekil 4.18 Ortam bağıl nem ölçüm sonuçlarının önerilen değerler ile karşılaştırılması.

Çizelge 4.5 Hava akım hızı ölçüm sonuçları (Eylül, 2016).

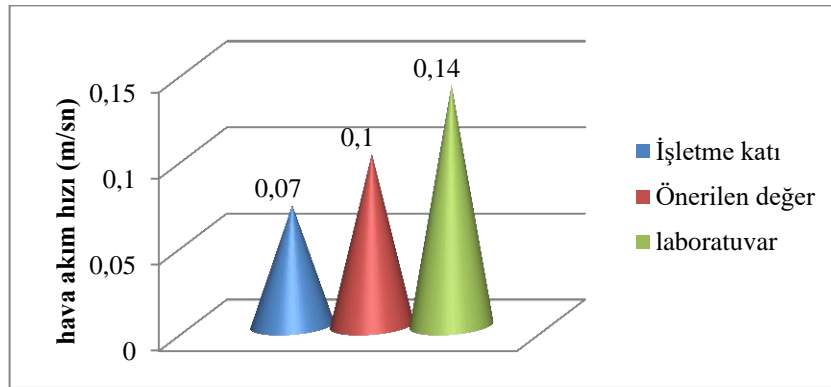
Ölçüm Noktası	1. Ölçüm (m/sn)	2. Ölçüm (m/sn)	3. Ölçüm (m/sn)	Ortalama Ölçüm (m/sn)	*Önerilen Değerler (m/sn)
Laboratuvar	0,12	0,16	0,14	<b>0,14</b>	<b>0,1</b>
İşletme Katı	0,07	0,08	0,07	<b>0,07</b>	<b>0,1</b>
Kırıcı Giriş	0,27	0,31	0,29	<b>0,29</b>	<b>0,2</b>
Sevkiyat	0,22	0,25	0,24	<b>0,24</b>	<b>0,2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

\*Önerilen değerler [40].

Çizelge 4.5'te termal konfor ölçümü parametrelerinden biri olan hava akım hızı her bölüm için üç tekrarla yapılmıştır. Ölçümlerin ortalama değerleri 0,05-0,60 m/sn aralığında bulunmuştur.

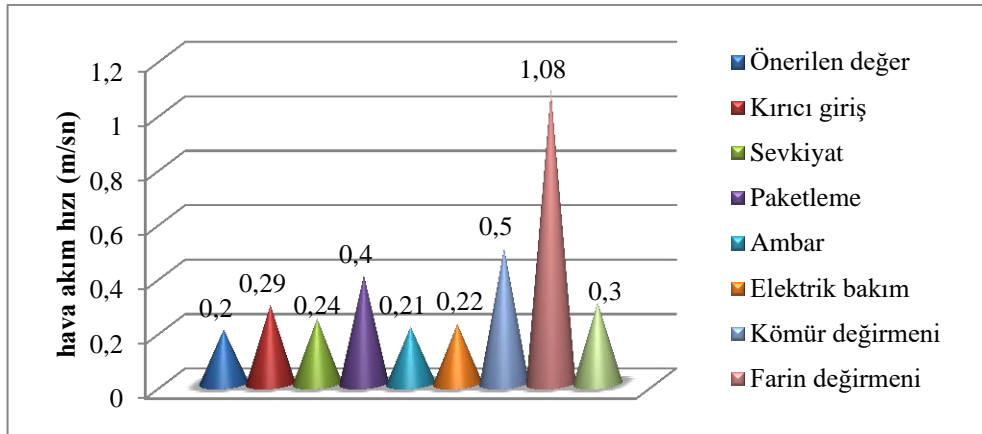
Ofis işleri için önerilen hava akım hızı ve çalışmamızda çalışma şekli ve iş yükü bakımından benzer olan bölümlerden işletme katı ortalama ölçüm sonucu önerilen

değerden çok düşük bulunmuştur. Laboratuvar bölümü ölçüm sonucu ise önerilen değer üzerinde bulunmuştur (Şekil 4.19).



Şekil 4.19 Ofis işleri için önerilen hava akım hızı ölçüm sonuçlarının ilgili bölümler ile karşılaştırılması.

Şekil 4.20'de ayakta yapılan hafif işler için önerilen hava akım hızı ile yapılan işin benzerliği düşünülerek ilgili bölümlerdeki hava akım hızı ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi grafiksel olarak verilmiştir. Sonuç olarak; kırıcı giriş, sevkiyat, ambar, elektrik bakım ve çimento değirmeni giriş bölümleri önerilen değere yakın, paketlenme, kömür değirmeni ve farin değirmeni bölümlerinin ölçüm sonuçları ise önerilen değer çok üstünde bulunmuştur.

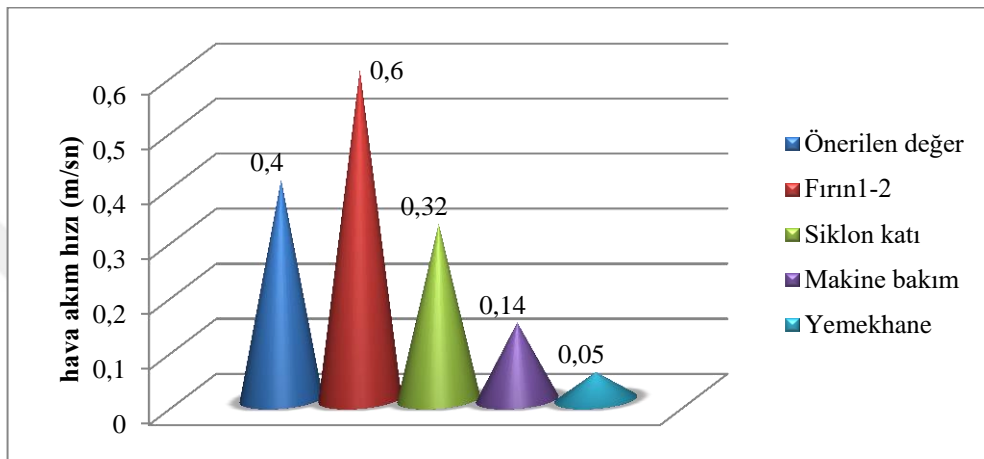


Şekil 4.20 Ayakta hafif işler için önerilen hava akım hızı ölçüm sonuçlarının ilgili bölümler ile karşılaştırılması.

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 karşılaştırılması Şekil 4.21'de verilmiştir. Ölçüm sonuçlarına göre fırın 1-2 bölümünde hava akım hızı

önerilen değerin üzerinde, siklon katı bölümü önerilen değere yakın, makine bakım ve yemekhane bölümü önerilen değerin çok altında bulunmuştur.

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.



**Şekil 4.21** Ağır işler için önerilen hava akım hızı ölçüm sonuçlarının ilgili bölümler ile karşılaştırılması.

### 4.3 Titreşim Ölçüm Sonuçları

Sivas Votorantim Çimento Fabrikasında titreşim ölçümleri sadece bütün vücut titreşimi için yapılmıştır. Bütün vücut titreşimi sonuçları, titreşim yönetmeliğinde sekiz saatlik çalışma süresi için verilen maruziyet etkin ve maruziyet sınır değerler ile karşılaştırılmıştır.

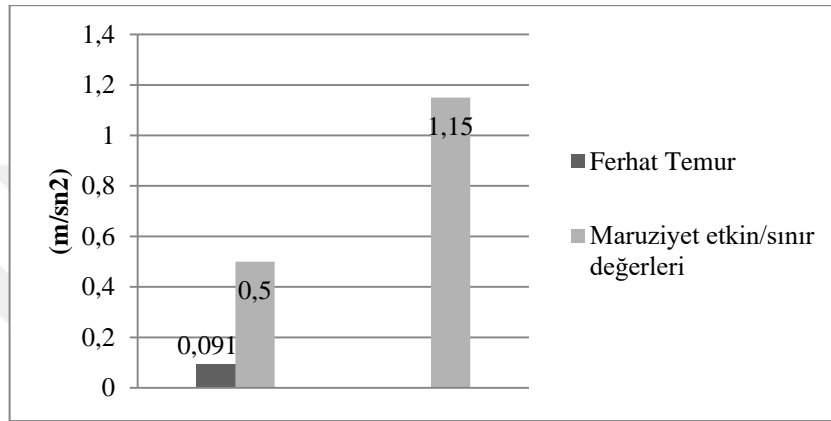
**Çizelge 4.6** Bütün vücut titreşim ölçüm sonuçları (Eylül, 2016)

Ölçüm Birimi	Ölçüm Personeli	Ax (eq) (m/sn <sup>2</sup> )	Ay (eq) (m/sn <sup>2</sup> )	Az (eq) (m/sn <sup>2</sup> )	A(8) (m/sn <sup>2</sup> )	Sınır değerler (m/sn <sup>2</sup> )
Loder	Ferhat Temur	0,63	0,48	0,70	<b>0,091</b>	<b>0.5<sup>1</sup>/1.15<sup>2</sup></b>
Kamyon	İdris Büyükdeveci	0,24	0,31	0,41	<b>0,044</b>	<b>0.5<sup>1</sup>/1.15<sup>2</sup></b>
Kamyon	Zülfikar Yılmaz	0,31	0,37	0,66	<b>0,069</b>	<b>0.5<sup>1</sup>/1.15<sup>2</sup></b>
Kırıcı	Ali Dönmez	0,33	0,19	0,83	<b>0,047</b>	<b>0.5<sup>1</sup>/1.15<sup>2</sup></b>
Kırıcı	Ömer Balta	0,015	0,016	0,018	<b>0,002</b>	<b>0.5<sup>1</sup>/1.15<sup>2</sup></b>
Kırıcı	Halis Kılıç	0,018	0,022	0,023	<b>0,003</b>	<b>0.5<sup>1</sup>/1.15<sup>2</sup></b>
Traktör	Abdulvahap Yıldırım	0,38	0,47	0,36	<b>0,055</b>	<b>0.5<sup>1</sup>/1.15<sup>2</sup></b>

<sup>1</sup>Maruziyet Eylem Değeri, <sup>2</sup>Maruziyet Sınır Değeri [48].

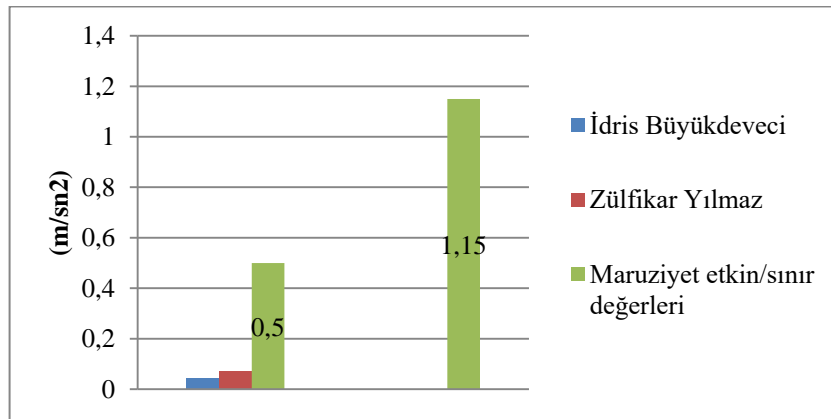
Çizelge 4.6’da titreşim oluşturan araç kullanıcılarında sekiz saatlik çalışma süresi boyunca maruz kalınan bütün vücut titreşim ölçüm sonuçları verilmiştir. Titreşime en az maruz kalan çalışan, kırıcı aracını kullanan Halis Kılıç, en fazla maruz kalan çalışan ise loder aracını kullanan Ferhat Temur olarak bulunmuştur.

Fabrikada loder aracını kullanan Ferhat Temur’un sekiz saatlik çalışma sonucunda maruz kaldığı titreşim düzeyi  $0,091 \text{ m/sn}^2$ ’dir. Ölçüm sonucu yasal mevzuatta belirlenen titreşim maruziyet sınır ve etkin değerinin çok altındadır (Şekil 4.22).



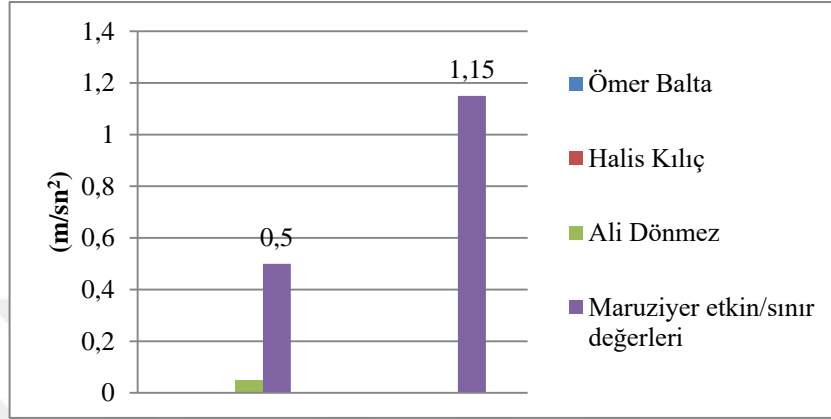
**Şekil 4.22** Loder aracını kullanan operatörün bütün vücut titreşim ölçüm sonucu.

Kamyon aracını kullanan İdris Büyükdeveci ve Zülfikar Yılmaz’ın sekiz saatlik çalışma sonucu maruz kaldıkları titreşim düzeyleri sırasıyla  $0,044 \text{ m/sn}^2$  ve  $0,069 \text{ m/sn}^2$  olarak bulunmuştur. Ölçülen değerler maruziyet sınır ve eylem değerinin altındadır. Bulunan değerlerin titreşim yönetmeliğinde verilen maruziyet eylem ve maruziyet sınır değerleri ile kıyaslanması Şekil 4.23’te verilmiştir.



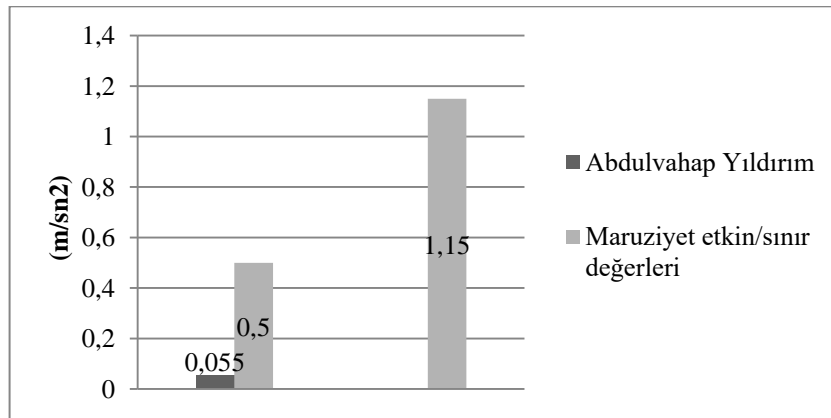
**Şekil 4.23** Kamyon aracını kullanan operatörlerin bütün vücut titreşim ölçüm sonuçları.

Kırıcı kullanan üç çalışmada yapılan ölçüm sonuçlarına göre sekiz saatlik çalışma sonucunda ölçülen değerler Ömer Balta 0,002 m/sn<sup>2</sup>, Halis Kılıç 0,003 m/sn<sup>2</sup> ve Ali Dönmez 0,047 m/sn<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Bu değerler mevzuatta kabul gören maruziyet etkin ve maruziyet sınır değerlerinin oldukça altında bulunmuştur (Şekil 4.24).



**Şekil 4.24** Kırıcı aracını kullanan operatörlerin bütün vücut titreşim ölçüm sonuçları.

Traktör kullanan çalışan Abdulvahap Yıldırım'da yapılan bütün vücut titreşim sonucu 0,055 m/sn<sup>2</sup>'dir. Şekil 4.25'te bulunan sonuç ile mevzuatta kabul edilen maruziyet eylem ve sınır değerler ile karşılaştırılması verilmiştir.



**Şekil 4.25** Traktör aracını kullanan operatörün bütün vücut titreşim ölçüm sonucu.



## 5. TARTIŞMA SONUÇ

Sivas Votorantim Çimento Fabrikasında gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada;

Aydınlık düzeyi fabrikanın on dört farklı bölümünde ölçülmüştür. Sonuçlar 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 standardında verilen en az aydınlık düzeyleri ile karşılaştırılmıştır. Buna göre;

En az aydınlık düzeyinin 500 lx olması gereken elektrik bakım ve laboratuvar bölümlerinde bulunan aydınlık düzeyi ölçüm sonuçları sırasıyla 43,2 lx ve 55,4 lx olarak bulunmuştur. İşletme katı bölümünde ölçülen aydınlık düzeyi 43,1 lx ve ambar bölümünde ölçülen aydınlık düzeyi 41 lx'tür ve bu bölümler için standartta verilen en az aydınlık düzeyi 100 lx değerinin altında bulunmuştur. Standartta önerilen en az aydınlık düzeyinin 200 lx olması gerektiği bölümler kırıcı giriş, kömür değirmeni, farin değirmeni, çimento değirmeni ve yemekhane bölümleridir ancak, bu bölümler için ölçülen değerler önerilen değerlerin oldukça altında bulunmuştur. Sevkiyat ve siklon katı bölümlerinde olması gereken aydınlık düzeyi 150 lx'tür ölçüm sonuçları sırasıyla 10 lx ve 7,8 lx olarak bulunmuştur. Fırın 1-2 bölümünün aydınlatma düzeyi ölçüm sonucu 5,9 lx olarak bulunmuştur. Bu bölüm için önerilen değer 10 lx'tür. Makine bakım ve paketleme bölümü sonuçları sırasıyla 37,8 lx ve 35,8 lx bulunmuş ve bu bölümler için olması gereken en az aydınlık düzeyi 300 lx'tür.

Çalışmamızda termal konfor parametrelerinden ortam sıcaklığı, ortam bağıl nemi ve hava akım hızı ölçümleri on dört farklı bölümde yapılmıştır. Bölümler çalışma şekli ve iş yükü bakımından literatürde önerildiği gibi ofis işleri, ayakta hafif işler ve ağır işler olarak gruplara ayrılarak ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi yapılmıştır. Buna göre;

Ortam sıcaklık ölçüm sonuçları: Çalışma şekli ve iş yükü bakımından ofis işleri olarak değerlendirdiğimiz laboratuvar ve işletme katı bölümleri için ölçülen değerler, önerilen değerlerden yüksek bulunmuştur. Olması gereken sıcaklık değerleri min. 18 °C, opt. 20 °C ve max. 24 °C'dir. Kırıcı giriş, sevkiyat, paketleme, ambar, elektrik

bakım, kömür değirmeni, farin değirmeni ve çimento değirmeni bölümleri için bulunan sonuçlar ayakta yapılan hafif işler kategorisinde değerlendirilmiştir. Bu bölümler için önerilen ortam sıcaklığı değerleri min. 17 °C, opt. 18 °C ve max. 22 °C'dir. Sonuç olarak; farin değirmeni ortam sıcaklığı maksimum değere yakın, bu kategoride değerlendirilen diğer bölümler ise önerilen minimum sıcaklık değerinin altında bulunmuştur. Ağır işler sınıfında değerlendirdiğimiz fırın 1-2, makine bakım, siklon katı ve yemekhane bölümleri için min. 15 °C, opt. 17 °C ve max. 21 °C olarak önerilen değerler doğrultusunda, yemekhane bölümü ortam sıcaklığı maksimum değerden yüksek, siklon katı sıcaklık ölçüm sonucu maksimum değere yakın, makine bakım ve fırın 1-2 bölümlerinin ölçüm sonuçları ise önerilen minimum değerden düşük bulunmuştur.

Ortam bağıl nem ölçüm sonuçları: Bağıl nem sonuçları (%) 39,8-85,6 arasında değişen değerlerde bulunmuştur. İş yerlerinde sağlanması gereken termal konfor koşulları için önerilen değerlerde, bağıl nem değerleri min. %30 opt. %50 ve max. %70 aralığındadır yaptığımız ölçüm sonuçlarını incelediğimizde paketleme, ambar, elektrik bakım, ve fırın 1-2 bölümleri ölçüm sonuçlarının önerilen maksimum bağıl nem sonucunun üzerinde olduğu, kırıcı giriş, sevkiyat, kömür değirmeni, makine bakım, çimento değirmeni ve yemekhane bölümleri ölçüm sonuçlarının, önerilen maksimum bağıl neme yakın olduğu, işletme binası, farin değirmeni ve siklon katı sonuçlarının önerilen optimum değere yakın olduğu, laboratuvar bölümü sonucunun ise önerilen minimum değere yakın olduğu bulunmuştur.

Hava akım hızı ölçüm sonuçları: Ofis işleri için önerilen hava akım hızı değeri 0,1 m/sn'dir. Bu grupta değerlendirdiğimiz bölümlerden laboratuvar bölümü ölçüm sonucu önerilen değerden fazla, işletme katı bölümü sonucu ise düşük bulunmuştur. Ayakta hafif işler sınıfında değerlendirdiğimiz; kırıcı giriş, sevkiyat, ambar, elektrik bakım, bölümlerinde hava akım hızı ölçüm sonuçları, önerilen değer olan 0,2 m/sn değerine yakın, paketleme, çimento değirmeni ve kömür değirmeni bölümlerinin ölçüm sonucu önerilen değerden yüksek, farin değirmeni bölümünde ise hava akım hızı önerilen değerden düşük bulunmuştur. Ağır işler için önerilen hava akım hızı 0,4 m/sn'dir. Bu alanda değerlendirilen bölümlerden fırın 1-2 bölümü ölçüm sonucu önerilen değer üzerinde, yemekhane ve makine bakım bölümleri hava akım hızı değerleri, önerilen değerden oldukça düşük ve siklon katı ölçüm sonucu ise önerilen değere yakın bulunmuştur.

Çalışmamızda titreşim parametrelerinden bütün vücut titreşim ölçümleri fabrikada loder, kamyon, kırıcı ve traktör araçlarını kullanan çalışanlarda yapılmıştır. Sonuçlar titreşim yönetmeliğinde belirtilen maruziyet eylem ve maruziyet sınır değerleri ile kıyaslanmıştır. Buna göre;

Fabrikada kullanılan loder aracının kullanıcısı Ferhat Temur'un sekiz saatlik çalışma sonucunda maruz kaldığı titreşim maruziyeti  $0,091 \text{ m/sn}^2$  olarak bulunmuştur. Ölçüm sonucu yasal mevzuatta belirlenen titreşime maruziyet sınır ve eylem değerinin çok altındadır. Kamyon aracını kullanan İdris Büyükdeveci ve Zülfikar Yılmaz'ın sekiz saatlik çalışma sonucu maruz kaldıkları titreşim maruziyet düzeyleri sırasıyla  $0,044 \text{ m/sn}^2$  ve  $0,069 \text{ m/sn}^2$  olarak bulunmuştur. Ölçülen değerler maruziyet sınır ve eylem değerinin altında kalmaktadır. Kırıcı aracını kullanan üç çalışanda yapılan ölçüm sonuçlarına göre sekiz saatlik çalışma sonucunda ölçülen değerler mevzuatta kabul gören maruziyet eylem ve sınır değerlerinin oldukça altında bulunmuştur. Traktör kullanan çalışan Abdulvahap Yıldırım'da yapılan bütün vücut titreşim maruziyet ölçüm sonucu  $0,055 \text{ m/sn}^2$ 'dir. Bu değer sınır değerlerin altındadır.

Fabrikada aydınlatma düzeyleri ölçüm yapılan her bölümde önerilen değerlerden düşük bulunmuştur. Bu konuda şöyle önlemler alınabilir;

Bunun için öncelikle iyi bir aydınlatma projesi hazırlanmalıdır. Fabrikadaki ortalama aydınlık düzeyi yetersiz olan alanlar, karşılaştırma yapılan ilgili standartlardaki (TS EN 12464-1: 2013, TS EN 12464-2: 2013) değerlerden 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 artırılmalı, toza ve kire karşı izole edilmelidir. Aydınlık düzeyini arttırmak için ışık şiddeti daha yüksek ampuller kullanılmalı ve eskiyen 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 mümkün fakat tüm çalışanlar için uygun koşulları yaratmak çok zordur. Fabrikada ağır, hafif ve idari işlerin yapıldığı ortamlarda termal konfor şartları her bir bölüm için ayrı ayrı ve titizlikle değerlendirilmelidir. Fabrikada termal problemleri çözmek için idari kontroller ve düzenlemeler ile önlemler alınarak daha uygun hale getirilebilir. Termal konfor şartlarını iyileştirme yöntemlerinden ortam sıcaklığının optimum düzeyde olması için iklimlendirme (klima) cihaz, ısıtıcı cihaz sistemleri yeterli olmalı ve cihazların bakım ve temizliği düzenli yapılmalıdır. Yeterli temiz havanın çalışma ortamına alınmamasından kaynaklanan rahatsızlıkların önlenmesi için kapalı çalışma ortamlarının düzenli havalandırılması da sağlanmalıdır. Fabrikada ki ortam bağıl nem miktarını optimum düzeyde tutmak için gerekli yerlere fazla nemi ortamdaki uzaklaştıran iklimlendirme sistemleri kullanılmalıdır. Hava akım hızı uygun olmayan bölümlerde iyi tasarlanmış bir havalandırma sistemiyle uygun hava akımı oluşturulmalıdır. Ölçüm ve değerlendirmesi yapılan termal konfor parametreleri ile birlikte, çalışanın rutin iş aktivitesi, bireysel özellikleri (fiziki ve ruhi yapı, 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 yapılması, eski olan makine ve ekipmanların oluşturacağı titreşimi azaltacaktır. Ağır taşıma araçlarından kaynaklanan titreşimin önüne çalışma sırasında personelin kendi içerisinde rotasyon yapılması suretiyle geçilebilir. Titreşimden korunmanın temel hedefi, titreşimi kaynağında azaltmaya yönelik olmalıdır. Genellikle makina dizaynı sırasında titreşimi azaltacak zeminler yapmak ve titreşimi az olan makinalar satın almak. Kullanılan makinaların bakımlarını zamanında yapmak, vuran ve titreşen kısımlara izolasyon uygulamaktır.

İncelemenin yapıldığı Sivas Votorantim Çimento Fabrikasının yeni tesisi kurulmaktadır. Yeni fabrika 2017 yılı sonuna doğru faaliyete geçecektir. Yeni fabrikanın kurulumu süresince ve faaliyete geçmeden önce aydınlatma sisteminin, termal konfor şartlarının ve titreşim maruziyetinin çalışanlar üzerindeki olabilecek etkileri yeniden tartışılarak, gerekli işlemler planlanmalı ve uygulanmalıdır.

## KAYNAKLAR

- [1] **Füzün, M.** (2008). 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). 207s, İzmir.
- [2] **Akbulut, T.** (1994). İşçi sağlığı prensip ve uygulamaları. *Sistem yayıncılık AŞ. İstanbul*, 2, 25-48.
- [3] **Hayta, A. B.,** (2007). Çalışma ortamı koşullarının işletme verimliliği üzerine etkisi. *Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 21-41.
- [4] **Göral, R.** (2006). Büro yönetimi mesleki ve teknik yayınlar serisi, 2.
- [5] **Güler, Ç., Akın, L.** (2006), Halk Sağlığı Temel Bilgiler. *Hacettepe Üniversitesi Yayını*, 602-627.
- [6] **Baran, Y., Esen Y.** (2016). İş sağlığı ve güvenliği açısından yüksekte çalışma. 8. *Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Fakültesi*, 2-3 Haziran, İstanbul.
- [7] **Url-1** <<http://www.akcansa.com.tr/>>, alındığı tarih:15.10.2016.
- [8] **Özınan, İ.E.** (2010). Silex ve tras katkılı harç ve beton karışımlarının mekanik ve fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi). 87s, İstanbul.
- [9] **Url-2** <<http://www.tcma.org.tr/>>, alındığı tarih: 18.10.2016.
- [10] **Url-3**<<http://www.marbleport.com/>>, alındığı tarih: 25.10.2016.
- [11] **Anonim** (2006). Çimento fabrikalarında iş sağlığı ve güvenliği denetim projesi genel değerlendirme raporu. *T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı*, Ankara.
- [12] **Anonim** (2003) Global Strategy on occupational safety and health, *Conclusions Adopted by the International Labour Conference at its 91st Session*, 2003. <[www.ilo.org/public/english/protection/safework/globstrat\\_e.pdf](http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/globstrat_e.pdf)> Erişim Tarihi: 12.10.2016.
- [13] **Anonim** (2014). Mesleki gelişim, iş güvenliği ve işçi sağlığı. *T.C Milli Eğitim Bakanlığı*.(<[http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf)>) Erişim Tarihi: 17.10.2016.
- [14] **Url-4** <<http://www.kaliteofisi.com/>>, alındığı tarih: 28.10.2016.
- [15] **Ayhan, A.** (2003). Çalışma hayatımız bakımından işyerlerinde işçi sağlığı ve işçi güvenliği kurullarının oluşturulması ve önemi. *Kamu İş Dergisi*, 2 (7), 81.

- [16] **Alpaslan, Ş.** (2015). Kentsel yaşamda aydınlatmanın önemi ve aydınlatma problemlerinin tespiti. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi). 147s, İstanbul.
- [17] **Koçak, G.** (2007). Gemi makineleri işletmesinde ergonomik analiz. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi). 131s, İstanbul.
- [18] **Sirel, Ş.** (1996). Aydınlatma tasarımında temel kurallar. *Yapı Fiziği Uzmanlık Enstitüsü Kitapçığı*.
- [19] **Berk, M.** (1991).Çimento sanayiinde iş hijyeni sorunları ve çözüm önerileri. *T.C. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi). 64s, Ankara.
- [20] **Anonim** (2013). TS EN 12464-1: Işık ve aydınlatma-Çalışma yerlerinin aydınlatılması-Bölüm 1: Kapalı çalışma alanları. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [21] **Yetiş, E.** (2010). İlaç endüstrisinde aydınlatma tasarımı. *T.C Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi). 80s, Sakarya.
- [22] **Onur, B.** (2012). İşçi sağlığı ve iş güvenliği açısından aydınlatma. *T.C Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi). 60s, Sakarya.
- [23] **Anonim** (2014). Daylight, energy and indoor climate basic book (3<sup>th</sup> edition), **Andersen P.A., Duer, K., Foldbjerg, P., Roy, N., Christoffersen, J., Asmussen, T.F., Andersen, K., Plesner, K., Rasmussen, C.P., Hansen, F., Velux**, 150 p.
- [24] **Anonim.** (2013). The Lighting Handbook (4<sup>th</sup> edition). *Zumtobel*, 308 p, Dornbirn.
- [25] **Url-5** <<http://www.isgum.gov.tr/>>, alındığı tarih: 25.10.2016.
- [26] **Anonim** (2016). Lighting Ergonomics – General: OSH Answers, *Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS)*, Aralık. (<http://www.ccohs.ca/>)
- [27] **Kazanasmaz, T.Z., Günaydın, M., Binol, S.** (2009). Bürolarda günışığı aydınlık değerlerinin öngörülmesi. *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Sempozyum Bildirisi*. 811-822, İzmir.
- [28] **Anonim** (2013). İşyeri bina ve eklentilerinde alınacak sağlık ve güvenlik önlemlerine ilişkin yönetmelik. *Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, T.C. Resmi Gazete*. Resmi Gazete Sayı: 28710.
- [29] **Anonim** (2013). Yapı işlerinde iş sağlığı ve güvenliği yönetmeliği, *Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, T.C. Resmi Gazete*, Resmi Gazete Sayı: 28786.
- [30] **Altıntaş, E.** (2008). Termal konfor duyarlılık ölçeğine göre ilköğretim dersliklerinin termal konfor açısından değerlendirilmesi. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi). 109s, Trabzon.

- [31] **Taşyürek, M.** (2007). Termal konfor-işyeri çalışma ortamında olağanüstü sıcaklıklar. ([www.isguvenligi.net](http://www.isguvenligi.net)). Erişim Tarihi: 18.11.2016.
- [32] **Demir, C.** (2015). Şanlıurfa'daki hastanelerde fiziksel ortam faktörleri düzeyi ve çalışan sağlığına etkileri. *T.C. Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi, (Uzmanlık Tezi)*. 106s, Şanlıurfa.
- [33] **Şişman, U.** (2010). Ofis binalarında iklimlendirme sistem seçimi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek Lisans Tezi)*. 131s, Sakarya.
- [34] **Güler Ç.** (2004). Sağlık boyutuyla ergonomi-hekim ve mühendisler için. *Palme Yayınları* 1. Baskı, Ankara
- [35] **İmancı, C.** (2014). Döküm atölyelerinde termal konfor şartlarının incelenmesi. *T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, (İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi/Araştırma)*. Ankara.
- [36] **Bedir, K.** (2012). Radyant ısıtma ve soğutma sistemlerinin ısı konfor ve enerji verimliliğinin sayısal analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek Lisans Tezi). 219s, İstanbul.
- [37] **Anonim** (2005). ISO 7730:2005, Ergonomics of the thermal environment-assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgment scales, Switzerland.
- [38] **Anonim** (2002). TS EN 27243: Sıcak ortamlar-Wbgt (yaş-hazne küre sıcaklığı) indeksine göre ısının çalışan üzerindeki baskısının tahmini. *Türk Standartları Enstitüsü, Ankara*.
- [39] **Salur, H.** (2016). Avlulu yapılarda termal konfor analizi: kayseri köşk medrese örneği. *T.C. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek Lisans Tezi)*. 123s, Kayseri.
- [40] **Hacıosmanoğlu, S.** (2013). 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, (İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi/Araştırma)*. 115s, Ankara.
- [41] **Url-6** <<http://prosafety.com.tr/hizmetlerimiz/is-sagligi-ve-guvenligi-olcumleri>>, alındığı tarih: 27.11.2016.
- [42] **Güven, R.** (2002). Titreşimli cihaz kullananlarda titreşimin el-kol üzerindeki sağlık etkileri. *T.C. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi)*. 124s, Ankara.
- [43] **Akbulut, T.** (1996). İşçi sağlığı prensip ve uygulamaları. *Sistem Yayıncılık*. 5. Baskı, İstanbul.
- [44] **South, T.** (2013). Managing noise and vibration at work, *routledge*.
- [45] **Zeyrek, S.** (2009). Titreşim. *T.C. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, (İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi)*. Ankara.

- [46] **Anonim** (2001). TS EN ISO 5349-1: Mekanik titreşim-kişilerin maruz kaldığı elle iletilen titreşimin ölçülmesi ve değerlendirilmesi-Bölüm 1: Genel kurallar (ISO 5349-1:2001). *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [46] **Karahan, V.** (2016). Çimento üretim prosesinde risk analizi ve değerlendirmesi. *T.C. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi). 124s, Elazığ.
- [47] **Aydemir, Y.** (2008). OHSAS/TS 18001 iş sağlığı ve iş güvenliği uygulamalarının çalışma yaşamı kalitesine etkisi. *T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi). 225s, İzmir.
- [48] **Anonim** (2013).Çalışanların titreşimle ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik, *Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, T.C. Resmi Gazete*, Resmi Gazete Sayı: 28743.
- [49] **Anonim** (2012). İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği, *Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, T.C. Resmi Gazete*, Resmi Gazete Sayı: 28509.
- [50] **Url-7** <<http://www.kipdasmuhendislik.com/hizmetlerimiz/titresim-olcumu-el-kol-tum-vucut-ig.html>> , alındığı tarih: 27.11.2016.
- [51] **Anonim** (2013) TS EN 12464-2: Işık ve aydınlatma-Çalışma yerlerinin aydınlatılması-Bölüm 2: Açık çalışma alanları, *Türk Standardı Enstitüsü*.
- [52] **Anonim** (1973) İşçi sağlığı ve güvenliği tüzüğü. *Bakanlar Kurulu, T.C Resmi Gazete*, Resmi Gazete Sayı: 14765. (Yürürlükten kaldırılmıştır).





## ÖZGEÇMİŞ

### **Kişisel bilgiler**

Adı Soyadı Hatice Rumeysa DELİCE  
Doğum Yeri ve Tarihi Yıldızeli, 05.01.1988  
Medeni Hali Bekar  
Yabancı Dil İngilizce  
İletişim Adresi Cumhuriyet Üniversitesi Lojmanları, SİVAS  
E-posta Adresi delicerumi@gmail.com

### **Eğitim ve Akademik Durumu**

Lise Sultan Murat Lisesi, 2005  
Lisans Giresun Üniversitesi, 2012 Kimya Bölümü  
Yüksek Lisans Giresun Üniversitesi, 2016 Kimya Bölümü  
Cumhuriyet Üniversitesi, 2017 İş Sağlığı ve Güvenliği