

T. C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇİMENTO SANAYİNDE İŞ HİJYENİ SORUNLARI  
VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

İŞ SAĞLIĞI PROGRAMI  
BİLİM UZMANLIĞI TEZİ

MEHMET BERK

T. C.  
Yükseköğretim Kurulu  
Dokümantasyon Merkezi

DANIŞMAN ÖĞRETİM ÜYESİ  
PROF. DR. NAZMİ BİLİR

YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA JÜRİSİ

PROF. DR. MÜNEVVER BERTAN  
BAŞKAN

PROF. DR. NAZMİ BİLİR  
DANIŞMAN ÜYE

DOÇ. DR. ÇAĞATAY GÜLER  
ÜYE

## İÇİNDEKİLER

1. Giriş ve Amaçlar.....	1-2
2. Genel Bilgiler.....	3
2.1. Çimentonun Tanımı.....	3
2.2. Çimentonun Tarihçesi ve Türkiyedeki Gelişimi.....	3-5
2.3. Çimento Yapımında Kullanılan Ham Maddeler.....	5
2.3.1. Kireç Komponenti.....	6
2.3.2. Kil Komponenti.....	6-7
2.3.3. Ham Maddedeki Diğer Unsurlar.....	7-8
2.4. Çimentonun Çeşitleri.....	9
2.4.1. Sertleşme Süresine Göre Çimentolar.....	9
2.4.2. Kimyasal Bileşimine Göre Çimentolar.....	9
2.5. Çimento Üretim Yöntemleri.....	10
2.5.1. Yaş Üretim Yöntemi.....	10-11
2.5.2. Kuru Üretim Yöntemi.....	11
2.5.3. Yarı-Kuru Üretim Yöntemi.....	11
2.6. Çimento Sanayiinde İş Hijyeni Sorunları.....	12
2.6.1. Toz.....	12-13
2.6.2. Gürültü.....	13-18
2.6.3. Aydınlatma.....	18-21
2.6.4. Termal Konfor.....	21-24
2.7. Çimento Sanayiindeki Hijyen Sorunları ile İlgili, Çalışma Mevzuatı Hükümleri.....	24
2.8. Ulusal ve Uluslararası Müsade Edilebilen Azami Konsantrasyon Değerleri veya Maruziyet Limitleri.....	25-27
3. Materyal ve Yöntem.....	28
3.1. İşyerlerinin Tanımı.....	28
3.2. Ölçüm Metodları ve Kullanılan Araçlar.....	28-35
4. Bulgular ve Tartışma.....	36-46
5. Sonuç ve Öneriler.....	47-49
ÖZET.....	50
TANIMLAR.....	51
KAYNAKLAR.....	52-53
EKLER.....	

## GİRİŞ VE AMAÇLAR

Yapılaşmanın tarihi çok eskilere dayanmaktadır. Dolayısıyla, yapı malzemesi olan bağlayıcılara, yapılarda daima ihtiyaç duyulmuştur. Bu gün halâ bazı yörelerimizde, bağlayıcı yapı malzemesi olarak, killi topraktan hazırlanmış çamur kullanılmaktadır. Bunun yanında Yunanlı tarihçi HERODOT'un yazdığına göre, Mısır piramitlerinin yapımında çimento benzeri bir tür bağlayıcı kullanılmıştır (1, s.1).

Yeryüzünde nüfusun artması, toplulukların oluşması ve bunların sosyal durumlarındaki gelişmeler, kentleşmeyi gündeme getirmiştir. Göçebe ve avcılık sürecini tamamlayıp, yerleşik düzene geçiş, barınak ve mabet inşası ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Dayanıklı yapıların yapılabilmesi için de iyi ve sağlam bağlayıcılara ihtiyaç duyulmuştur. Bu ihtiyacı karşılamak için önceleri, kireçle yapılan harçlar kullanılmaya başlanmıştır.

Nihayet, 1844 yılında, bugünkü anlamda sinterleştirilmiş (öğütülmüş çimento hammaddesinin "Farin" döner fırında 1400-1450 derecede ergitilerek, kimyasal yapılaşmasını tamamlaması) ilk Klinker (Sinterleşmiş maddenin hızla soğutulması sonucu elde edilen yeşilimsi-siyah çimento maddesi) üretilmiştir. Bu işlemi, J.B.White firmasının, Swanscobe fabrikasında Johson başarmıştır (1, s.4). Bundan sonra çimento fabrikaları yoğun şekilde kurulup, işletilmeye başlanmıştır.

1844 yılından 1977 yılına kadar geçen sürede üretim gelişmiş, 1977 yılı sonu itibariyle, dünya'daki yıllık çimento üretimi 759 milyon tona ulaşmıştır (25, s.436).

1977 yılında Türkiye'deki çimento üretimi ise, 17.2 milyon ton olup bu miktar 1987 yılında 21.6 milyon ton/yıl'a ulaşmıştır (2, s.10).

Hammaddenin tamamen doğadan alınması, hammadde olarak kullanılan kireç taşı ( $CaCO_3$ ), kil ( $Al_2O_3$ ), alçı taşı ( $CaSO_4$ )'nın jeolojik devirlerdeki oluşumu sırasında, bunların içerisinde veya çevresinde silisyum dioksit ( $SiO_2$ ) de oluşmuştur. Bu maddelerden çimento elde etmek için uygulanan işlem basamaklarında, çalışma ortamına yayılan toz içindeki silisyum dioksit, çalışanların akciğerlerinde silikozis olarak bilinen toz hastalığına neden olmaktadır. Ayrıca, işlem sırasında meydana gelen gürültü, sıcaklık ve aydınlatma yetersizliği gibi faktörler, çimento üretimi yapılan fabrikalarda İş Hijyeni yönünden sorun olarak ortaya çıkmaktadır.

Türkiye'de konu ile ilgili yeterli çalışmanın yapılmadığı yapılan literatür taraması sırasında ortaya çıkmıştır. Yapılan bu çalışma, bundan sonra yapılacak olan çalışmalara bir zemin oluşturacaktır.

Bu araştırmada;

1. Kuru ve yaş yöntemle üretim yapan çimento fabrikalarında, iş yeri ortam şartlarının ölçümlenerek, iş hijyeni yönünden değerlendirilmesi ve karşılaştırılması,

2. Elde edilen ölçüm sonuçlarının, ulusal ve uluslar arası değerler ve standartlarla karşılaştırılması, çalışanların meslek hastalığı ve iş kazası riski altında olup olmadıklarının belirlenmesi,

3. Karşılaştırmalar sonucu elde edilecek verilere göre, daha iyi çalışma ortamının sağlanabilmesi için, alınabilecek teknik önlemler belirlenerek, ilgili kuruluşların yöneticilerine önerilerde bulunulması,

4. Bundan sonra yapılacak çalışmalara yardımcı olunması amaçlanmıştır.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. ÇİMENTONUN TANIMI:

Etrafımızı saran modern betonarme yollar ve binaların yapılmasında vazgeçilmez bir yapı malzemesi olan çimentonun, çeşitli tanımları yapılmıştır. Bu tanımların ortak yönü, çimentonun hidrolik bir bağlayıcı olduğunu belirtmeleridir. Bu tanımlardan birisini burada vermek gerekirse;

**Çimento:** Kalsiyum, silisyum, alüminyum ve demir oksitleri ihtiva eden hammaddelerin teknolojik metodlarla tsinterleşme sıcaklığına kadar ısıtılıp, pişirilmesiyle meydana gelen yarı mamul madde olan klinker'in, tek veya daha fazla cinsteki katkı maddesiyle karıştırılarak öğütülmesi sonunda elde edilen hidrolik bir bağlayıcıdır (2 s.9).

### 2.2. ÇİMENTONUN TARİHÇESİ VE TÜRKİYİ'DEKİ GELİŞİMİ:

Yukarıda tanımı yapılan çimentonun kimyasal işlem sonucu elde edilmesi ve yapı malzemesi olarak kullanılması, diğer bağlayıcılara göre oldukça yenidir. Çimentonun yerine kullanılan önceki bağlayıcıların kullanımı çok eskilere dayanmaktadır.

Aslında, çimento (latince zementum) yerine kullanılan kirecin, ilk kez nerede ve nasıl bulunduğu ilişkin kesin bir bilgi yoktur (1, s.1). Ancak, Mısırlılar tarafından M.Ö.2600 yıllarında kullanılmış olan bağlayıcı maddenin saf olmayan bir tür alçıdan (sülfat çimentosu) yapılmış olduğu kabul edilmektedir. Yakılarak elde edilmiş kireç kullanımına ilk kez Elen ve Roma uygarlıklarında rastlanır (1, s.2).

Kireçle ilgili bilgi veren güvenilir ilk yazılı belge, Romalılar döneminden kalmıştır. Roma imparatorlarından AUGUSTUS döneminde (M.Ö.27 den M.S.14 e kadar) yaşamış, ünlü bir mühendis ve mimar olan Marcus POLLIO "De Architectura" adlı kitabında, liman, kaldırım ve bina inşaatlarında, kirecin harç yapımında kullanıldığını yazmıştır (3, s.236).

Yeryüzünde, çağdaş betona benzer ilk yapı malzemesi, kireç harcına, kiremit ve tuğla kırıkları katılarak elde edilmiştir. Bu tür yapı malzemesi, Romalılar zamanında kaldırım taşı ve bina duvarı olarak kullanılmıştır. Zamanla, temin edilmesi zorlaşan tuğla ve kiremit kırıkları yerine, çakıl taşı veya herhangi bir sert taş seçilmiştir. Daha sonraları, suyun etkisine uzun süre dayanabilen harcın hazırlanmasında, bir takım kumların daha iyi sonuç verdikleri bulunmuştur. Ayrıca, bu dönemde bazı volkanik topraklar kullanılarak, tatlı ve tuzlu sulara daha iyi dayanabilen harçlarda hazırlanmıştır. Elenistik çağda, bu tür harç hazırlamak için Santorin adalarından getirilen bir tüf (Volkanlardan püsküren lav, kül ve diğer artıkların birlikte soğuyarak meydana getirdikleri bir tür gözenekli taş) kullanılmıştır. Romalılar ise,

santorin adalarından getirilen tuf yerine, Vezuv yanar dağının eteklerinde bulunan Puzzuoli köyünden getirilen, daha koyu renkteki başka bir malzeme kullanmışlardır (1, s.2).

Roma'daki Pantheon, Colliseum, İmparator II.Konstans'ın (317-361) büyük kilisesi ve Fransa'daki Garda köprüsü gibi, çağların yıpratıcı etkilerine rağmen ayakta kalabilen yapılarda da volkanik tuf'le hazırlanmış harç kullanılmıştır. Yapılarda bu malzemenin kullanılması unutulduğu için orta çağın yapıları, öncekilere göre daha dayanıksız olmuştur. 12. ve 14. yüzyıllarda, harç kalitesinin yükselmesi, kireç taşının daha iyi yakılması ve volkanik tüflerin kullanılmasına bağlıdır (1, s.3).

Harçların hazırlanmasında bir yeniliğe rastlamak için 18.yüzyıla kadar beklemek gerekmiştir. Fırtına tarafından yıkılan ve Manş denizindeki gemi trafiği için önemli olan Eddystone fenerinin yeniden yapılması görevi, 1756 yılında İngiliz mühendis John SMEATON'a verilmiş, bunun üzerine SMEATON, deniz suyuna dayanıklı bir harç bulmak için araştırmalara başlamış ve çok sayıda deney yapmış, nihayet 1774 yılında su'da sertleşebilen bir çeşit kalker bulmuştur. Thames nehri kıyılarında çok bulunan bu kalkerli taşlardan ilk çimento üretilmiş ve İtalya'daki Puzzoloni'nin rengine benzediği için, buna "Romen Cement" demiştir (4, s.56). 1796 yılında J.PARKER da, elde ettiği harcın donduğunda, Puzzoloni ile hazırlanan harç'a benzediği için bu malzemeye Romen çimentosu adını vermiştir (1, s.4).

1824 yılında İngiliz Joseph ASPDİN, killi bir kireç taşının kalsinasyonu (Kireç taşının 700-1000 dereceye kadar ısıtılıp CO<sub>2</sub> in uçması sonucu geri kalan sönmemiş kireç (CaO) in 1200 derecede ısıtılıp çimento hammaddesi içindeki diğer maddelerle meydana getirdiği kimyasal reaksiyon kademesi) sonucu elde ettiği çimentonun patentini almış ve yapay çimento üretimini gerçekleştirmiştir. Elde ettiği bu ürün, İngiltere yakınlarındaki Portland adasından çıkarılan yapı taşına benzediği için, buna Portlad adını vermiştir. Bu olay, çimento endüstrisinin başlangıcı olmuştur.

Bu çimentoya, doğal curuf ve diğer çimentolardan ayırmak için, portlad çimentosu denir (3, s.244).

1825 yılında, ilk çimento fabrikası İngiltere'de kurulmuş, 1884 yılında ise RESSOME tarafından, ilk döner fırın işletmeye alınmıştır. 1860-1900 yılları arasında Amerika ve Almanya'da kurulan çimento fabrikalarıyla, çimento endüstrisi gelişmeye başlamıştır (4, s.57).

Türkiye'de ise, çimento sanayisinin başlangıcı, Osmanlı İmparatorluğunun son dönemlerine rastlar. İlk çimento fabrikası ASLAN OSMANLI Şirketi tarafından, 1910 yılında, Darıca'da kurulmuştur. Yıllık üretim kapasitesi 20.000 ton'dur (1, s.5).

1911 yılından 1986 yılına kadar geçen 75 yılda, üretim 20.6 milyon tona ulaşmış, 1989 yılında, yaklaşık 22 milyon ton çimento üretimi gerçekleştirilmiştir (2, s.10).

Bu üretim kamu ve özel sektöre ait 41 adet çimento fabrikasında gerçekleştirilmiştir. Bu fabrikalardan, 4 adedinde yaş, geri kalan 37 tanesinde kuru üretim yöntemi ile çimento üretimi yapılmaktadır (2, s.12).

Türkiye'de çimento üretimi başladıktan sonra, çimentonun niteliklerini belirlemek amacıyla 1938 yılında, Türk çimento normları hakkında bir tüzük yayınlanmıştır (T.C. Resmi Gazete No. 4006, ANKARA, 1938). Daha sonra yetersiz kalan bu tüzük, Türk Standartları Enstitüsü (T.S.E.) tarafından, yeniden ele alınmış, 19 sayılı Standard hazırlanarak yayınlanmıştır (1, s.24).

Yeniden gözden geçirilerek, uyulması zorunlu hale getirilmiş olan çimento ve Puzzolan standartları şunlardır (5, s.233).

Standard No:	Teknik Kurul Kabul Tarihi	Çimentonun Adı
--------------	---------------------------	----------------

**A- Uyulması zorunlu çimento standartları:**

TS 19	Nisan 1985	Portland çimentosu
TS 20	Nisan 1983	Yük.Fırın curuf çimentosu
TS 21	Nisan 1983	Beyaz Portland çimentosu
TS 22	Kasım 1983	Harç Çimentosu
TS 26	Nisan 1983	Traslı çimento
TS 640	Nisan 1975	Uçucu küllü çimento
TS 3441	Kasım 1979	Portland çimento klinkeri
TS 3646	Mayıs 1982	Erken dayanımı yük.çimento

**Uyulması zorunlu olmayan standartlar:**

TS 809	Haziran 1974	Sülfatlı curuf çimentosu
TS 1769	Aralık 1974	Sorel Çimentosu Klinkeri

**B- Puzzolan Standartları:**

TS 25	Nisan 1975	Tras
TS 639	Nisan 1975	Uçucu küller.

**2.3. ÇİMENTO YAPIMINDA KULLANILAN HAMMADDELER:**

Herşeyden önce, çimento hammaddesi ucuz elde edilebilir olmalıdır. Hammaddenin bileşimi kolayca kırılmaya ve öğütülmeye uygun olmalı, pişirme prosedüründe kolay reaksiyon kabiliyetine sahip olmalıdır. Tabii çimento olarak, bütün bileşenleri ihtiva eden yataklar ender olup, çok kere kil veya silis bileşiklerinin ilave edilmesi gerekir. Ayrıca, bazı durumlarda Kalsiyum karbonat ( $CaCO_3$ ) oranı yüksek kireç taşı da katılır (6, s.11).

Çimento yapımında hem tabii mineraller, hem de endüstriyel ürünler kullanılabilir. Kireç, silis, alüminyum oksit ve demir oksit içeren mineraller



çimento yapımında hammadde olarak kullanılır. Kireç yönünden zengin olan minerallere kireç komponenti, kireç içeriği bakımından fakir olan fakat, genelde silisyum, alüminyum oksit ve demir oksit yönünden zengin olan minerallerde kil komponenti denir. Çimento üretiminde bu iki ana komponentin uygun karışımları kullanılır (7, s.1).

### 2.3.1. KİREÇ KOMPONENTİ:

#### Kalker (Kalsiyum Karbonat)

kalsiyum karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), doğada yaygın olarak bulunur. Portland çimentosu yapımı için, kalsiyum karbonatın tüm jeolojik biçimleri uygundur. Kalkerin en saf şekilleri Kalsit ve Aragonittir. Kalker ve tebeşir, kalsiyum karbonatın en yaygın olarak bulunan şekilleridir. Mermer ise, kalsit'in (Saf kalsiyum karbonat) gözle görülür taneli, kristal yapılı bir cinsidir. Kalkerin sertliği, jeolojik yaşına göre tesbit edilir. Jeolojik yaşı ne kadar büyükse kalker o kadar serttir (7, s.1).

#### Tebeşir

Jeolojik çağlardan, tebeşir çağında oluşmuş ve jeolojik bakımdan nispeten yeni olan, tortul taşıdır. Kalkerin aksine çok yumuşak, topraksı bir yapıya sahiptir. Saf cinsleri, % 98-99 kalsiyum karbonat ihtiva eder (7, s.1).

#### Marn

İçinde silis, killi maddeler ve demir oksit bulunan kalkerlere marn denir. Yeryüzünde, geniş alanlarda yaygın olarak bulunduğu için, çimento yapımında hammadde olarak en çok marn kullanılır. Jeolojik bakımdan marn; Kalsiyum karbonat ve killi maddelerin birlikte çökelerek oluşturdukları, tortul taşıdır. Sertliği, kalkerin sertliğinden çok düşüktür. Bu düşüklük, killi maddelerin miktarıyla orantılıdır. Marn'ın bünyesinde killi madde miktarı arttıkça, sertlik düşer. Marn'ın rengi, killi maddelerle ilgili olarak sarıdan, griyaha kadar değişir (7, s.1).

### 2.3.2. KİL KOMPONENTİ:

Çimento üretiminde, ikinci önemli hammadde grubu, kil grubudur. Killerin ana maddesi, Alüminyum silikat hidratlarıdır. Killeri şu mineral gruplarına ayrılır.

#### KAOLİN GRUBU:

Kaolinit  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Dickit " " "

Nakrit " " "

Halloysit " " "

#### MONTMORRİLONİT GRUBU:

Montrmorillonit  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Beidellit	$A_1_2O_3 \ 3SiO_2 \ nH_2O$
Montronit	$(Al, Fe)_2O_3 \ 3SiO_2 \ nH_2O$
Saponit	$2 \ MgO \ 3SiO_2 \ nH_2O$

### ALKALİ İÇEREN KİLLER GRUBU

**İllit:** Değişin miktarlarda  $K_2O-MgO-A_1_2O_3-SiO_2-H_2O$  içerir.

Killerin erime sıcaklıkları 1150 ile 1785 derece arasında değişmektedir. İçlerinde yabancı madde bulunmayan killer, genellikle beyaz renktedir (Kaolin) yabancı maddenin miktar ve cinsine göre kilin rengi sarıdan, gri siyaha kadar değişir (7, s.3).

### 2.3.3. HAMMADDENİN DİĞER UNSURLARI

#### Alçı Taşı

Kristal suyu olmayan saf alçı taşına anhidrit denir. Bu çeşit alçı taşına doğada, Karstenit adı verilir. Normal olarak alçı taşı, Monoklin şeklinde kristalize olmuş durumda, ikinci ve üçüncü jeolojik devirde meydana gelmiş oluşumlarda görülür (1, s.37).

#### Silis

Kristal suyu olmayan silis, doğada pirojen veya hidrotermal şekilde meydana gelmiştir. Her iki oluşumun sonunda, her zaman Kuvars meydana gelir. Pirojen; silis olarak kristal suyundan yoksundur.

Ergitilmiş silisi, yavaş yavaş soğutmak ve bu arada kitlenin sürekli olarak dengede kalmasına dikkat etmek şartıyla, 1713 derecede, sıvı silisin donmaya başlamasıyla birlikte alfa Kristobalit kristallerin oluştuğu görülür. Kristobalit, doğada beyaz ve bulanık, küçük kristaller şeklinde bulunur. Soğutma işlemine devam edilmesi halinde 870 derecede, alfa kuvars, 573 derecede stabil beta kuvars kristalleri oluşur. Son olarakta 470 derecede doğada renksiz veya bulanık, beyaz cam gibi parlayan, altı köşeli pullar halinde trasit, lav veya bazalt kayalardaki gözeneklerde bulunan alfa tridimit oluşur. Beta kuvars dışındaki bütün silis varyantları dengesizdir. Kristobalit, tridimit ve kuvars'dan başka, silisin amorf, lifli bir görünüşü olan dördüncü bir varyantı daha vardır.

Opal taşı, çakmak taşı, akik taşı, agat; Silis içindeki kristal suyunun miktarına bağlı olarak meydana gelmişlerdir (1, s.42).

#### Demir Oksit

Doğadaki demirin, oksijenle birleşmesi sonunda veya demir sülfür (Pirit) ün kavrulması sonucunda elde edilir (1, s.43).

#### Yüksek Fırın Curufu

Demir cevherinden, demirin elde edilmesi işleminin yapıldığı fırınlara, yüksek fırın denir. Bu fırın, demir cevheri, kok kömürü ve kireç taşıyla yüklenir, sonra fırın ateşlenir, kokun yanmasından meydana gelen sıcaklık, hem

demir cevherinin erimesine, hem de kireç taşının yanarak karbon dioksit çıkarılmasına neden olur. Çıkan karbon dioksit, demirin pik'e dönüşmesine, kireç taşından geriye kalan, kalsiyum oksitte, eriyen demirin akarak fırının altında toplanmasına yardımcı olur. Daha sonra, pik demirden ayrılan bu kireç taşı artığına yüksek fırın curufu denir. Bu curuf yüksek fırın çimentosu üretiminde kullanılır (25, s.1157, vol.1).

#### **Magnezyum Oksit**

Klinker içinde verilen limitler dahilinde kalmalıdır. Fazla olduğunda, klinker içinde periklas halinde bulunduğundan, su ile birleştiğinde genişleşerek betonda çatlamalara neden olur (7, s.4).

#### **Alkaliler**

Potasyum oksit ( $K_2O$ ) ve sodyum oksit ( $Na_2O$ ), esas olarak kil ve marnlı maddelerde bulunur. Bu bileşikler, feldispat, mika ve illit tanecikleri arasında dağınık olarak bulunurlar. Alkaliler genel olarak, çimento içinde bazı maddelerle birleşerek genişlemeye neden olurlar (7, s.5).

#### **Kükürt**

Hemen hemen, bütün çimento hammaddelerinin içinde, sülfür (pirit ve markosit) olarak bulunur. Yüksek kükürt miktarı, baca gazlarında kükürt dioksit ( $SO_2$ )'i artırdığından, ön ısıtıcılarda tıkanmalara ve döner fırında sülfat kemerlerine neden olur (7, s.8).

#### **Klorürler**

Döner fırınlarda alkalilerle reaksiyona girerler. Bunlar fırın gazlarıyla sürüklenerek ön ısıtıcılarda biriken alkali klorürleri oluştururlar. Klorürler, çeliğin paslanmasını hızlandırdığı için, çimento içinde % 0,1 den fazla bulunması istenmez (7, s.9).

#### **Florürler**

Hammade içinde % 0,03-0,080 arasında bulunur, klorüre nazaran zor uçarlık gösterdiği için, fırın sisteminde zararlı devreler yaratmaz (7, s.9).

Portland çimentosu yapımında kullanılan değişik kalker, marn ve killerin kimyasal analizleri şöyledir (5, s.2).

% Madde	Kalker	Marn	Kil
$SiO_2$	3.76 - 6.75	21.32 - 33.20	52.30 - 67.29
$Al_2O_3$	0.71 - 2.00	4.14 - 10.87	8.97 - 24.70
CaO	49.80 - 52.46	27.30 - 39.32	0.80 - 7.27
$Fe_2O_3$	0.36 - 1.47	1.64 - 4.90	4.28 - 8.20
MgO	0.30 - 1.48	0.75 - 1.95	0.10 - 1.97
$K_2O$	0.16 - 0.18	0.06 - 0.20	-----
$Na_2O$	0.22 - 0.28	0.08 - 0.33	0.80 - 2.50
$SO_3$	0.01 - 0.21	0.37 - 0.70	0.32 - 3.80

## 2.4. ÇİMENTO ÇEŞİTLERİ

Çimentolar, sertleşme (Priz alma) süresine ve kimyasal bileşimine göre iki sınıfa ayrılırlar.

### 2.4.1. SERTLEŞME SÜRESİNE GÖRE ÇİMENTO ÇEŞİTLERİ

**Dökme Çimento:** Sertleşme süresi 5 dakikadır.

**Çabuk Priz Alan Çimento:** Sertleşme süresi 5 ile 20 dakikadır.

**Normal Priz Alan Çimento:** Sertleşme süresi 20 dakika ile 3 saat arasındadır.

**Ağır Priz Alan Çimento:** Sertleşme süresi 3 ile 12 saattir.

Çimentonun, priz alma süresini, ortamın sıcak veya soğuk olması da etkiler. Sıcak ortam süreyi kısaltırken, soğuk ortam sertleşme süresini uzatır. Ayrıca, klinkerin pişirilme süresi ve katkı maddeleriyle priz süresi uzatılıp, kısaltılabilmektedir.

Priz süresini kısaltan faktörler: Klinkerin hafif pişirilmesi, yüksek kil miktarı, yakıcı alkaliler, soda ve klinkerin çok ince öğütülmesidir.

Piz süresini uzatan faktörler: Klinkerin fazla pişirilmesi, yüksek silis asit miktarı, sodyum klorür, baryum klorür, magnezyum klorür, kaba öğütme, Jips, demirli bakır sülfat ve sert su'dur.

### 2.4.2. KİMYASAL BİLEŞİMİNE GÖRE ÇİMENTO ÇEŞİTLERİ

#### Portland Çimentosu

Kireç taşı ve kilden veya bileşimleri, bunların arasında olan marn'dan üretilir. Hammadde karışımı, sinterleşme (Ergime) sıcaklığında pişirilip ince toz halinde öğütülerek elde edilir.

#### Tabii Çimento

Doğada uygun bileşimde bulunan marnın, sinterleşme sıcaklığında pişirilerek, öğütülmesiyle elde edilir.

#### Yüksek Fırın (Curuf) Çimentosu

Bu çimentonun iki türü vardır:

a- Demir portland çimentosu: En az % 60 portland çimentosu klinkeri ile en çok % 40 yüksek fırın curufunun karşımının öğütülmesiyle elde edilir.

b- Yüksek fırın çimentosu: % 15-59 portland çimentosu klinkeri ile % 85-41 yüksek fırın curufu ve alçı taşı ilave edilerek öğütülmesiyle elde edilir.

#### Katkılı Çimentolar

Sönmüş kireç, portland çimentosu gibi hidrolik bağlayıcılarla, puzzolan, curuf ve tras gibi maddelerin katılıp öğütülmesi ile elde edilir.

#### Killi (Alumin) Çimento

Terkip itibariyle, portland çimentosundan farklıdır. Kil bileşimleri ön plandadır. Kil ve kireç miktarları yaklaşık olarak eşittir. Kil, kireç, silis-

yum dioksit ve demir oksit karışımının sinterleşme sıcaklığına kadar ısıtılması sonucu elde edilir, dayanıklılığı ve sertleşme hızı yüksek bir çimentodur.

#### **Sülfatlı Yüksek Fırın Çimentosu**

Fazla miktarda kil ihtiva eden curuf, % 5 klinker ve % 3 sülfat katılmasıyla elde edilir. Sülfat içeren karışımlara karşı dayanıklıdır.

#### **Traslı Çimento**

Takriben, % 60-80 portland çimentosu klinkeri, alçı taşı ve % 40-20 Tras (Puzzolana benzer volkanik kül) la birlikte öğütülmesiyle elde edilir (6, 8, s.5,9)

### **2.5 ÇİMENTO ÜRETİM YÖNTEMLERİ**

#### **2.5.1. YAŞ ÜRETİM YÖNTEMİ**

Kalker ocaklarından getirilen blok kayalar, çekiçli kırıcılarda (Konkasör) 3 ile 4 santimetre büyüklüğünde kırılır, buradan çamur değirmeni (Taş ve kil öğütme değirmeni) bunker (Alt ağzı, değirmen ağzına bağlı, üstü kapalı veya açık olabilen silo) lerine veya stok sahasına lastik bantla gönderilir. Değirmenler, kil ve kalker bunkerleri olmak üzere iki bunkere sahiptir. Üretilcek çimentonun çeşidine göre, demir oksit (pirit külü) ve diğer katkı maddeleri, bu bunkerlere yüklenir.

Bu iki bunkerden belli miktarda gelen malzemenin, çamur değirmenine girişi sırasında % 30-40 su ilave edilerek, istenen incelikte öğütülmek suretiyle çamur elde edilir. Bu çamur separatör (ayırıcı elek) lerden geçirilerek, çamur pompalarıyla çamur silolarına gönderilir. Silolarda, çamurun akışkanlığını sabit tutmak için, karıştırma işlemi uygulanır. Çamur buradan yine çamur pompalarıyla, 90 metre uzunluğundaki döner fırına pompalanır. Fırın girişine gelen çamur, fırın uzunluğunun % 30'unu teşkil eden kuruma bölgesindeki zincirlere tutunarak suyu uçar ve granül haline gelir. Burada kuruyan granüller, fırının eğiminden dolayı, aşağı doğru ilerleyerek pişme bölgelerine gelir. Bu bölgelerde 1450 dereceye kadar ısınarak sinterleşir ve klinker haline gelerek fırından, soğutma bölümüne dökülür. Buradan çelik paletli bantla stok sahasına taşınır. Soğumuş olan klinker, istenilen oranda alçı taşı ile karıştırılarak, çimento değirmeni bunkerine yüklenir. Çimento değirmeninde istenilen incelikte öğütülerek elde edilen çimento, paketleme ve dökme çimento silolarına pnömatik (hava ile taşıma) sistemle sevk edilir. Buradan paket veya dökme olarak satışa sunulur (1, 3, s.128-229).

Yaş üretim yöntemindeki fırınlarda, kuruma ve pişme işlemlerinin meydana geldiği bölgelerin, fırın uzunluğuna oranları şu şekildedir.

-Çamur kuruma bölgesi:	Fırın uzunluğunun	% 30-35'i
-Ön ısıtma bölgesi:	Fırın uzunluğunun	% 10-15'i
-Kalsinasyon bölgesi:	Fırın uzunluğunun	% 30-35'i
-Sinterleşme bölgesi:	Fırın uzunluğunun	% 15-20'i
-Soğuma bölgesi :	Fırın uzunluğunun	% 2-3 'ü

kadardır (9, s.150).

Kimyasal reaksiyon basamaklarının meydana geldiği sıcaklık dereceleri de şöyledir.

110 derecede, çamurun hemen hemen tamamı kurumuştur.

550-600 derecede, kalsinasyon başlar, 1000 derecede tamamlanır.

1000-1450 derecede, sinterleşme tamamlanır, klinker meydana gelir (9, s.147).

### 2.5.2. KURU ÜRETİM YÖNTEMİ

Kırıcılarda (Konkasör) 3-4 cm. büyüklüğünde kırılan kireç taşı, farin değirmeni (taş ve kil öğütme değirmeni) bunkerine veya stok sahasına, bandla taşınır. Her değirmenin, kireç taşı ve kil için iki bunkeridir. Üretilen çimentonun cinsine göre, demir oksit ve diğer katkı maddeleri de bunkerlere yüklenir.

Bu iki bunkerden, belli oranda gelen malzeme farin değirmeninde öğütülerek, döner fırın baca gazı çıkışına verilir. Burada çeşitli separatör (ayırıcı) lerde, baca gazından ayrılarak, 800 derece dolayında ısıtılmış ve kalsinasyon işlemi başlamış olarak döner fırına girer. Fırının diğer bölümlerinde 1450 dereceye kadar ısıtılarak, sinterleşme işlemi tamamlanarak, soğutma katına dökülür. Buradan çelik bandla klinker stok sahasına dökülür. Daha sonra alçı taşıyla belli oranda karıştırılarak, çimento değirmeninde istenen incelikte öğütülerek elde edilen çimento, torbalama ve dökme çimento silolarına pnömatik sistemle sevk edilir. Buradan torbalanarak veya dökme olarak satışa sunulur (1, s.135).

### 2.5.3. YARI-KURU ÜRETİM YÖNTEMİ

Bu üretim yönteminin diğer, kuru yöntemden tek farkı, farin değirmeninden elde edilen farin (kireç taşı, kil ve demir oksitin öğütülmesi sonunda elde edilen ince toz) eğik duran bir döner tabla üzerine dökülür. Bu tabla üzerine aynı zamanda, su püskürtülerek farin, 1-2 cm. büyüklüğünde granül haline getirilir. Bu granüller, baca gazının arasından geçtiği ızgara üzerinde kurutulur, döner fırına pişmek üzere gönderilmesidir. Döner fırında pişirilerek elde edilen klinker, alçı taşıyla belli oranda karıştırılarak çimento değirmeninde öğütülerek çimento elde edilir. Elde edilen bu çimento, paket veya dökme olarak satışa sunulur.

Bu üretim yöntemleri içinde, yakıt tüketimi, diğer yöntemlere göre daha



az olduğu için, hızla kuru üretim yöntemine doğru bir yöneliş vardır (2, s.9).

## 2.6. ÇİMENTO SANAYİNDE İŞ HİJYENİ SORUNLARI

İş hijyeni; iş yerinde, çeşitli hastalıklara, rahatsızlıklara ve huzursuzluğa neden olan faktörleri belirleyip, değerlendiren önlemlerin alınmasını sağlayan bir bilim dalıdır. İş hijyeni; Tıp, fizik, kimya ve biyoloji gibi bilim dalları yanında, bazı mühendislik bilimlerinden de yararlanır.

İş hijyeninin ilgi alanına giren ve iş yerinde çalışanları etkileyen faktörleri, şu dört grup altında görebiliriz.

1. Fiziksel faktörler: Gürültü, vibrasyon, aydınlatma, iyonize ve non-iyonize radyasyon, termal konfor ve basınç.

2. Kimyasal faktörler: Zararlı sıvılar (Asitler, bazlar ve solventler), tozlar, dumanlar, sis, buhar ve gazlar.

3. Biyolojik faktörler: Bakteriler, virüsler, parazitler, küf, maya, mantar ve zehirli böcekler.

4. Ergonomik faktörler: İş yerinde; vücudun yapılan işe, uyumsuzluğu, monotonluk, iş baskısı, yorgunluk gibi fizyolojik ve psikolojik etkenler.

Burada ergonomi hakkında kısaca bilgi vermek gerekirse; Ergonomi ile ilgili ilk çalışma 18.yüzyılın ikinci yarısında F.W.Taylor tarafından başlatılmış, esas gelişme ise ikinci dünya savaşı sırasında ve sonrasında olmuştur. 1949 yılında Oxford Üniversitesinde, Murrel başkanlığında yapılan toplantıda ilk defa ERGONOMİ terimi önerildi ve kabul edildi. Son yapılan tanıma göre ERGONOMİ; İnsanların anatomik özelliklerini, antropometrik karakteristiklerini, fizyolojik kapasite ve toleranslarını gözönünde tutarak, endüstriyel iş ortamındaki tüm faktörlerin etkisi ile oluşabilecek, organik ve psikososyal stresler karşısında, sistem verimliliği ve insan-makina-çevre uyumunun temel yasalarını ortaya koymaya çalışan bir disiplindir (18, s.16, 17).

Genel olarak çimento sanayi; Toz, gürültü ve ısı yoğun bir endüstri kolu olması nedeniyle, bu endüstride çalışanlar, büyük sağlık ve hijyen sorunlarıyla karşı karşıyadır. Uygulanan üretim yöntemlerinde bir değişiklik olmamasına rağmen gürültü, toz ve termal konfor şartlarının iyileştirilmesi konusunda, bir çok çalışmalar yapılmakta ve en yeni teknolojiler uygulanmaktadır. Ancak, bu hijyen faktörleriyle mücadelede yine de, tam başarı elde edilememektedir. Bu nedenle, iş yerlerinin hijyen şartları yönünden sürekli kontrolü gerekmektedir.

Çimento sanayinde başlıca hijyen sorunlarını sıralamak gerekirse; Toz, Gürültü, Aydınlatma ve Termal Konfor şartlarıdır.

### 2.6.1 TOZ

Tozlar, şu üç yönden gruplandırılabilirler.

a. Kimyasal kökenlerine göre; Organik tozlar ve inorganik tozlar.

b. Tane büyüklüklerine göre; Tane büyüklükleri, 0.5 ile 5 mikron arasındaki tozlara solunabilir (Respirable) tozlar, tane büyüklüğü 5 mikrondan büyük olan tozlara ise solunamayan (Non-Respirable) tozlar denir. Solunabilir tozlar, akciğer alveollerine kadar giderek, orada birikirler veya zamanla pnömokonyoz yapabilen tozlardır. Solunamayan tozlar ise, solunum sistemine girerler ancak, üst solunum yollarında tutulurlar veya yoğun olduğu durumlarda, çalışanları fiziksel olarak rahatsız ederler.

c. Tozlar, biyolojik etkilerine göre ise 6 grupta incelenirler.

1. Fibrojenik tozlar (Kuvars, kristobalit, tridimit ve asbest tozları).
2. Toksik tozlar (Kurşun, krom, kadmiyum, vanadyum gibi metal tozları).
3. Kanserojen tozlar (Asbest, arsenik, berilyum, kromatlar ve nikel tozları).

4. Radyoaktif tozlar (Uranyum, toryum, sezyum, zirkonyum bileşikleri, tridyum ve radyum tozları).

5. Allerjik tozlar (Tahıl tozları, un, talaş tozları, küflenmiş ve çürümüş organik madde tozları ve çiçek tozları).

6. İnert tozlar; Vücutta birikebilen ancak, toksik ve fibrojenik etkileri görülmeyen tozlardır (4, s.2).

Çimento sanayisinde kullanılan hammaddeler inorganiktir. Bu nedenle, jeolojik oluşumlar sırasında, yalnızca kalker değil, bu katmanlar arasında silisyum da oluşmuştur. Pişirme öncesindeki işlem kademelerinde, biyolojik etkileri yönünden fibrojenik tozlar grubuna giren silisyum (Kuvars), ince toz halinde ortama yayılmaktadır. Çalışanların uzun süre bu toza maruz kalmaları, silikozise yakalanma risklerini artırmaktadır. Özellikle kalker ve kil ocaklarında, konkasör (Kırıcı) de, hammadde öğütme değirmeni (Farin değirmeni) çevresinde çalışanlar, diğer kademelerde çalışanlara göre, daha fazla risk altında olan grubu oluştururlar.

Çimento sanayisinde üretim evrelerini gösteren şema, Şekil 1'dedir.

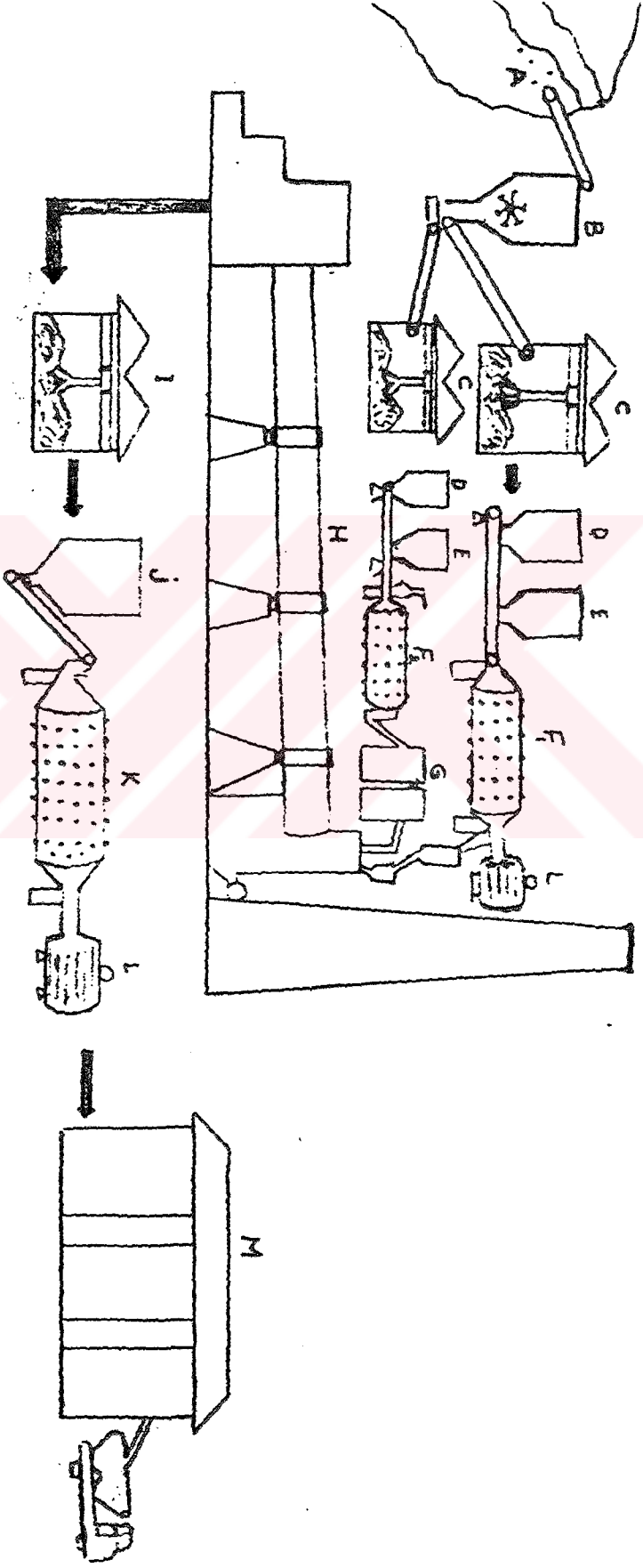
### 2.6.2. GÜRÜLTÜ

Fiziksel faktörler grubunda incelenen gürültü, basitçe, istenmeyen sesler olarak tanımlanır.

Ses, havada 344 m/Sn hızla yayılan enerji yüklü dalgalardır. Fizyolojik olarak insan kulağı, 20 ile 18.000 Hertz (Hz.) arasındaki sesleri duyabilir. Hatta, çok hassas kulak yapısına sahip kişiler, bu sınırların altındaki ve üstündeki (16-20.000 Hz.) sesleride algılayabilirler. Bunlara işitme sınırları denir. Her ne kadar kulak, bu limitler arasındaki bütün frekanslardaki sesleri işitebilirse de, her frekans aynı derecede önem taşımamaktadır, buna da frekans seçimliliği denir. Normalde, konuşma frekans bandları 500 ile 4000 Hz. arasındadır. Uzun süre yüksek düzeyde gürültüye maruz kalınması, iç kulaktaki duyu



Şekil 1: Çimento Fabrikasında Akım Şeması: I Kuru Yöntem, II Yaş Yöntem: A Hammaddeler (Kalker ocağı, B.Kırılcı (Konkasör)), C.Mucur stok holü, D: Mucur bunkeri, E:Kil bunkeri, F1:Farin değirmeni, F2:Çamur değirmeni, G:Çamur silosu, L:Redüktör, H:Döner fırın, I:Klinker stok holü, J:Klinker bunkeri, K:Çimento değirmeni, M:Çimento silosu.



hücrelerinin, geri dönüşü olmayan tahribatına neden olur. Sonuç olarak, bu konuşma frekans bantlarında, yapılan konuşmaların anlaşılabilirliği azalır. Duyu hücrelerinin etkilenmesi arttıkça, konuşma sırasında kullanılan sessiz harflerden "t", "s" gibi harfler, giderek güç anlaşılmaya başlar. Ağır vakalarda, ses algılama yeteneğinin büyük bir çoğunluğu kaybediliğinden, sesler anlamsız mırıltılara dönüşür.

İşitme kaybı, yalnız gürültü maruziyetine bağlı olarak değil, yaşa bağlı olarakta meydana gelmektedir. Bu kayıp, 30 yaş dolayında 3-4 db (Desibel) iken, 60 yaşlarında 27-28 db'e ulaşmaktadır (Şekil 2). Bu duruma, gürültü maruziyeti sonucu meydana gelen işitme kaybında eklenince, kayıp daha büyük olmaktadır. Devamlı gürültünün işitme kaybı etkisi 4000 Hz.de başlar (Şekil 3).

Gürültü, tabii aktivite ve insan yapısı olarak üretilir. Ses, frekanslara göre, basitçe şöyle sınıflandırılabilir. İnfra sonik (0-20 Hz.), Audible (İşitilebilir) (20-16.000 Hz.), Ultra sonik ses (16.000 Hz. ve üstü).

Gürültü (ses), şu üç parametreye göre tanımlanır.

a. Frekans (Hertz): Sanayideki salınım sayısıdır.

b. Ses gücü (Watt): Birim zamanda kaynaktan çıkan, ses dalgalarının toplam enerjisidir.

c. Ses basıncı (rms=Route mean square): Genliğin, birim alandaki kuvveti yada belirtilerin yoğunluğudur (mikropaskal).

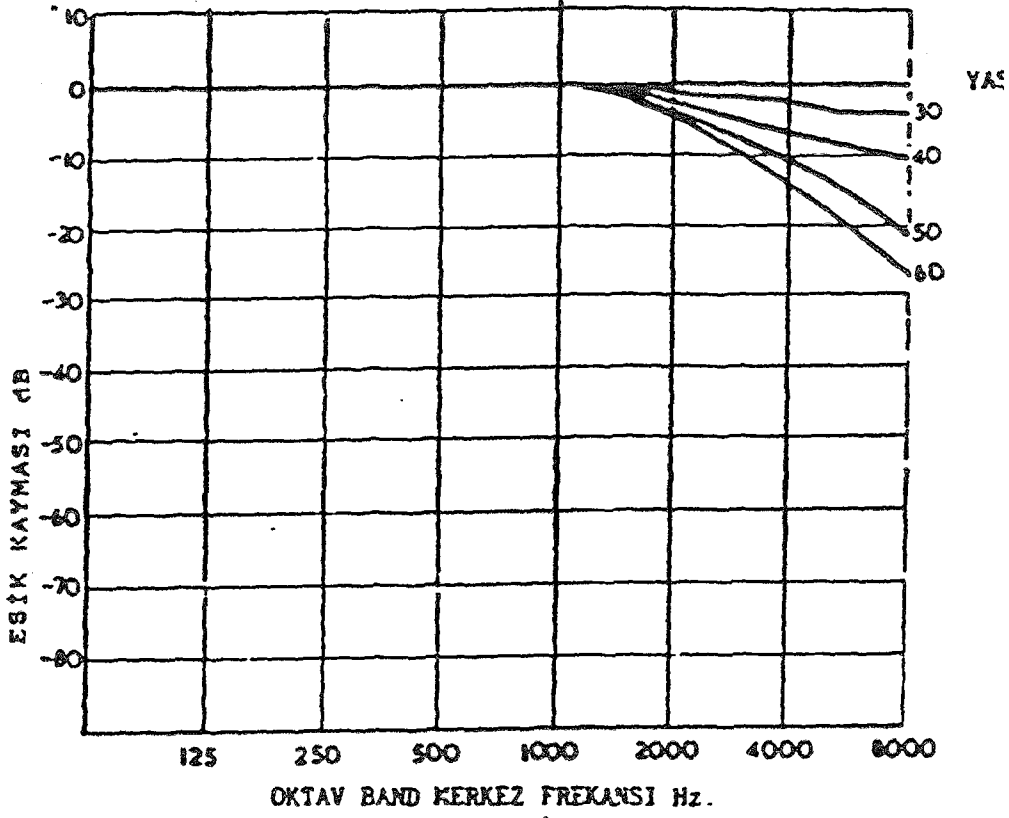
Ses dalgaları, kaynağından çıktıktan sonra, çarptıkları yüzey üzerine bir güç uygularlar. Bu gücün birimi watt'tır.  $W = 1m^2$  ye yapılan şiddettir.

Ses düzeyi ölçerlerinde A, B ve C diye 3 ayrı ölçüt (Skala) kullanılır. Bunlardan A ölçütü işitme eşiği olan 0 (Sıfır) noktasını, tam olarak 1000 Hz.de keser. A ölçütü, genellikle gürültü düzeyi ölçümünde, yaygın olarak kullanılır. A, B ve C ölçütlerini karşılaştırma imkanı veren grafikler (Şekil 4) tedir (12, s.95).

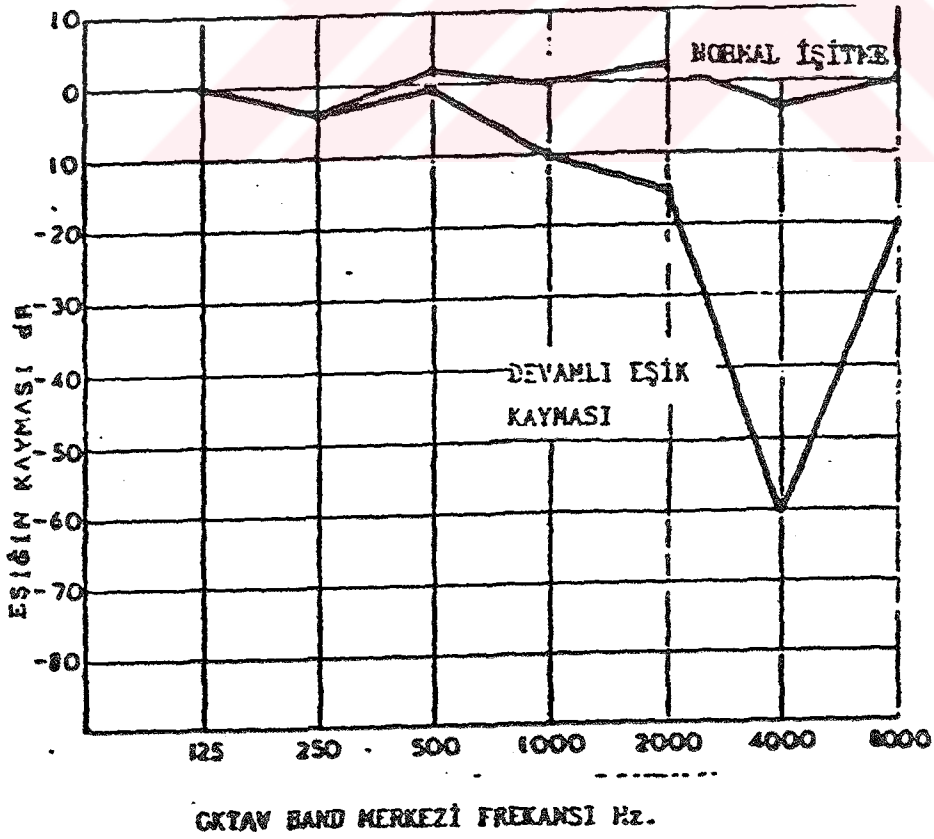
İş yerlerine birden fazla makina yerleştirmek gerektiğinde, makinaları yerleştirmeden önce, o işyerinde meydana gelebilecek gürültü düzeyinin ne olabileceğini hesaplamaya yardımcı olan bir cetvel geliştirilmiştir. Bu cetvel (Şekil 5) de dir. Makinaların sahip oldukları gürültü düzeylerinin farkı alınarak cetveldeki karşılığı bulunup, diğerine ilave edilmesine yarar.

**Örnek:** Elimizde 80 dB (A) gürültü düzeyine sahip 3 makinamız olsun. Bunları bir atelyeye yerleştirmek istiyoruz, bu atelyedeki toplam gürültü düzeyi ne olabilir?

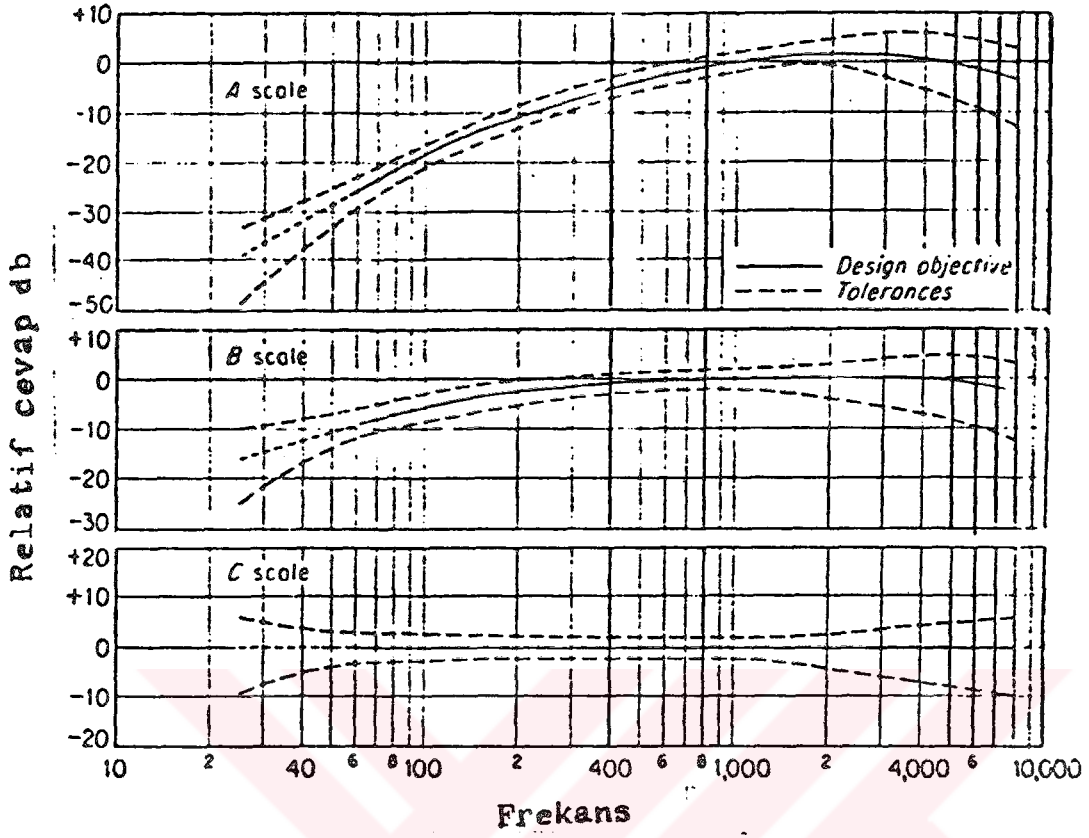
**Çözüm:** Önce iki makinanın gürültü düzeyi farkını alırız,  $80-80=0$  dir. Cetvelde 0 ın karşısında 3 vardır. İki makina kurulduğunda atelyede  $80+3=83$  dB (A) lık bir gürültü olabilecektir. 3'üncü makina yerleştirildiğinde ise,



Şekil 2: Yaşa bağlı işitme kaybı



Şekil 3: Devamlı gürültünün işitme kaybına etkisi



Şekil 4: Standart ses düzeyi ölçer'in A, B ve C skalalarında verdiği cevaplar.

83-80=3 sayısını fark olarak buluruz. Cetvelde 3 ün karşılığına baktığımızda 1.75 i göreceğiz.  $83+1.75=84.75$  dB (A) lık bir gürültü meydana gelebilecektir.

Bu imkanın kullanılabilmesi, iş yerine makina yerleştirilmesi ve gürültüyle mücadelede çok yararlı olacaktır. Yine, geliştirilmiş olan bir diğer cetvel (Şekil 6), mikro bar cinsinden olan ses basıncını, desibel olarak ses basınç düzeyine dönüştürmeye yardımcı olur. Bu cetvelde, işitme eşiği olan sıfırın karşılığı, 0.0002 mikro bar'dır. Cetvelden de görüleceği gibi, ses basıncının her 10 kat artması, gürültü düzeyinin 20 db artmasına neden olur.

Bu cetvelden, ses basıncı bilinen makinanın kaç db lik gürültü düzeyine sahip olduğu hesaplanabilir (13, s.9, 17, böl.2).

Çimento sanayiinde gürültünün yoğun olduğu üniteler sırası ile şunlardır. Kırıcılar (Konkasör), Farin ve çamur değirmenleri, çimento değirmenleri, komprasör daireleri ve soğutma fanlarının bulunduğu üniteler.

### 2.6.3. AYDINLATMA

Fiziksel hijyenik faktörlerden bir diğeri de aydınlatmadır. Görme olayının meydana gelebilmesi için, nesnelere yansıyan ışığın, göz merceğinden geçerek, gözün retina tabakasındaki algılama hücrelerinin üstüne düşmesi gerekir. Öyleyse, görebilmek için ışığın olması şarttır.

Işık bir tür elektromanyetik dalgadır ve Elektromanyetik spektrumda 400 ile 800 nm (Nanometre=  $1/10^9$  metredir) dalga boyları arasındaki küçük bir bölümü kapsar (saniyede 300.000 kilometre hızla yayılır). Bu ışık, görünen ışıktır, yani göz tarafından algılanabilen ışıktır. Beyaz olarak algılanan bu ışık, her birinin dalga boyları farklı olan 7 renk tayfından meydana gelmiştir. Bu renk tayfları, küçük dalga boyundan büyüğe doğru, mordan kırmızıya kadar sıralanır. Elektromanyetik dalgaların dalga boyu küçüldükçe, enerjileri yükselir. Işık niteliğinde olupta insan gözü tarafından algılanamayan Ultra viyole (Mor ötesi), İnfra red (Kızıl altı) ve X ışınları gibi ışınlar da vardır (20, s.63).

Bizim için esas olan, insan gözü tarafından algılanan ışıktır. Işık; Işık şiddeti, Işık akısı ve Aydınlatma şiddeti gibi fotometrik birimlerle tanımlanır.

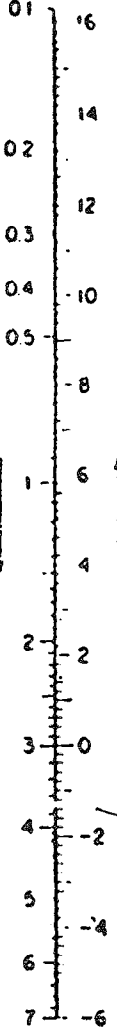
**Işık Şiddeti:** Birimi Mum'dur. Platinin katılaşma ısısındaki siyah cismin yaydığı ışığın şiddetinin  $1/60$  ının iz düşüm alanıdır.

**Işık Akısı:** Birimi Lümen'dir. Bir ışık kaynağından, belli bir açı içinde yayılan ışığın miktarıdır.

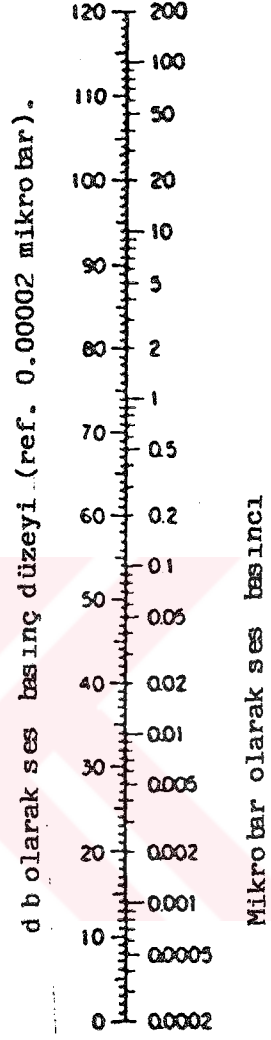
**Aydınlatma Şiddeti:** Birimi Lux'dür. Birim yüzey üzerine düşen ışık akısının yoğunluğudur.

Bu üç birim arasında şöyle bir bağlantı vardır. Varsayılan bir kürenin merkezine yerleştirilmiş, bir mum şiddetindeki nokta ışık kaynağından 1 rad-

Buradan okunan sayı  $L_1$ 'e ilave edilir.



İki gürültü kaynağı arasındaki  
db olarak fark ( $L_1-L_2$ )



Şekil 5: Ses basınç düzeylerinin toplanmasına yardımcı cetvel.

Şekil 6: Ses basıncı ve ses basınç düzeyi arasındaki ilişki

yanlık açının gördüğü yüzeye yayılan ışığın akısı 1 lümandır. 1 m<sup>2</sup> lik yüzeyindeki aydınlanma şiddeti ise 1 lux'dür (19, s.48).

Cisimlerin görülebilmesi için, onların aydınlatılması gerekir. Aşırı şekilde yapılmış olan aydınlatma, iyi yapılmamış aydınlatma kadar, gözü yorar ve görmeyi zorlaştırır. Bu nedenle, iyi bir görmenin sağlanabilmesi için, cisimlerin uygun şekilde aydınlatmaları gerekir. Çalışma hayatında, aydınlatmanın önemi çok büyüktür. Uygun şekilde aydınlatılmamış bir iş yerinde, hareket eden nesnelere, kişilerin kendi davranışları arasındaki koordinasyonu sağlayabilmeleri çok zordur. Bu nedenle, iyi ve uygun aydınlatmanın yapıldığı iş yerlerinde, iş kazasının meydana gelme olasılığı, uygun ve iyi aydınlatılmış iş yerlerinden daha fazladır.

Aydınlatma yapılırken, ya doğrudan güneş ışığından yada yapay olarak elde edilen aydınlatma araçlarından veya her ikisinden de ortaklaşa yararlanılır. Aydınlatmanın verimliliği ve uygunluğu, iş yerinin ve işyerinde yapılan iş'in özelliğine göre dizayn edilmesine bağlıdır.

**Aydınlatma Sistemleri:** Bu sistemler, aydınlatma şekline ve ışık kaynağının kullanılış şekline göre sınıflandırılabilir.

Aydınlatma şekline göre:

**Genel aydınlatma:** İş yerinin genel olarak aydınlatılmasıdır.

**Bölgesel genel aydınlatma:** İş yerinde, iş yapılan belli yerlerin genel olarak aydınlatılması (Ünite aydınlatması) dır.

**Lokal aydınlatma:** Sadece işin yapıldığı yerin aydınlatılması (Tezgahın operasyon noktasının aydınlatılması veya masa lambası ile çalışma masasının aydınlatılması).

Işık kaynağının kullanılış şekline göre:

**Direkt aydınlatma:** Işık kaynağından gelen ışığın, aydınlatılacak yüzeye doğrudan düşürülmesi şeklindedir. Işık % 100 yüzeye düşürülür.

**Yarı direkt veya yarı indirekt aydınlatma:** Işık kaynağından çıkan ışığın, % 60 ile 90'ı aydınlatılacak yüzeye, geri kalan % 40-10'u duvarlardan ve tavadan yansıtılır.

**İndirekt aydınlatma:** Işık kaynağından çıkan ışığın, % 90 ile 100'ü tavan ve duvarlardan yansıtılarak aydınlatma sağlanır (17, s.11 vol.10).

Bütün bu aydınlatma çeşitleri uygulanırken, kullanılan ışık kaynaklarının sahip olduğu özelliklerde çok önemlidir. Örneğin: Deşarj lambaları (Sodyum, Civa buharlı veya Florasan), alternatif akımla çalışırlar. Lambaya gelen akım yönünün, her değişiminde yanıp sönerler. 50 Hertz'lik alternatif akımla çalışan lambalar saniyede 100 kez yanıp sönerler, bu nedenle bu titreşimler gözle fark edilemezler. Ancak, böyle bir ışık altında makina operatörleri, bir algılama yanılışı sonucu, makinanın devrinin yavaşladığını veya



durduğunu yada tersine çalıştığını sanabilirler. Buna "Stroboskopik etki" denir. Bu durum çeşitli iş kazalarına neden olabilir. Bu etkiyi önlemek için, trifaze akım kaynağından ve farklı fazlardan alınan güçle, bu tür lambalar çalıştırılmalıdır. Floresan lambalarda da titreşim olur, bu titreşim daha çok lambanın iki ucunda fark edilir. Bu uç kısımların kapatılmasıyla, titreşimin aydınlatılan bölgeye yansımaları büyük ölçüde önlenir (18, s.137).

Yine, aydınlatma için kullanılan ışık kaynağının spektrumu, kişilerin görme ve renk ayırma yeteneğini fazlasıyla etkiler. Bu nedenle, çalışma sırasında renklerin doğal halleri ile görülmesi gerekiyorsa, spektrumu güneş ışığına yakın olan yapay ışık kaynakları seçilmelidir.

İş yerinde, ünitelerin değişik yerlerdeki yapılan aydınlatma şiddeti, gözlerin aralıksız uyum yapmasını gerektirecek düzeyde farklı ise, bunu önlemek için, ortamdaki aydınlatmanın her yerde aynı düzeyde olması sağlanmalıdır. İş yerinde aşırı gölge ve aydınlık bölgelerin oluşmasından kaçınılmalıdır. Aydınlanmanın her yerde aynı düzeyde olması, matematiksel olarak Minimum Lux/Maximum Lux oranıyla belirlenebilir. İşçilerin belli bir yere bakarak çalıştıkları işlerde bu oran 1/4 ile 1/6 olabilirken, bakış açıları, çok yönlülük gerektiren işlerin yapıldığı yerlerde ise, bu oranlar en çok 1/2 ile 1/3 olmalıdır.

Fizyolojik olarak en duyarlı görme, çalışma ortamı ile işin yapıldığı bölgenin parlaklığının aynı olduğu durumlarda sağlanabilir. Aşırı aydınlanma ve yansımalar, gözleri kamaştırdığından, işçinin verimliliği azalacağı gibi, onu her an kaza yapmaya hazır hale getirecektir.

Bu nedenle, küçük yüzeylerde iki alan arasındaki parlaklık farkı 1/10 dan daha küçük olmalıdır. Çok büyük yüzeyler için bu oran en çok 1/3 olabilir (19, s.51).

Her iş yerinde olduğu gibi, çimento sanayiinde de aydınlatma önemlidir. Ancak, genelde kaba işlem yapıldığı için, çok ayrıntılı bir aydınlatma yapılması gerekmez. Fabrikalarda iyi aydınlatılması gereken yerler, ünitelerin kontrol odaları ve panolar ile araç trafiğinin yoğun olduğu dış alanlardır. Gece vardiyalarında ise, fabrika sahasında ve ünitelerde uygun aydınlatma yapılmalıdır.

#### 2.6.4. TERMAL KONFOR

Çimento sanayiindeki yoğun ısı kullanımı nedeniyle, çalışanların en çok karşılaştığı fiziksel sorunlardan biriside termal şartlardaki olumsuzluklardır.

Termal konfor deyimi, genel olarak bir iş yerinde veya evde çalışan ve yaşayanların, büyük çoğunluğunun (% 85) ısı ve öteki iklim şartları bakımından, rahatlık içinde bulunmaları halini ifade eder. Ancak, termal konfor hali;



Yaş, cins, giyinme, fizik aktivite, fizyolojik yapı, ortam sıcaklığı ve hava akımı gibi faktörler tarafından etkilenir (21, s.128).

Termal konforun diğer bir tanımı ise: 27 ile 30 derece arasında sıcaklığa sahip ve hava hareketinin olmadığı bir ortamda çıplak bir insan vücudunun hiç bir fizyolojik önlem almadan sağladığı denge noktasına yani, ne fazla sıcaklığın nede fazla soğukluğun, hissedilmediği halde, termal konfor hali denir (22, s.11).

Kutuplardan, en sıcak çöl iklimlerine kadar, değişik ısıya sahip bölgelerde yaşayan canlılardan bazıları, bu ısı farklılığından etkilenmeden vücut sıcaklıkları sabit kalır. Bu canlılara sıcak kanlı (Homoiotherm), vücut sıcaklıklarını dışarıdaki ısı değişikliklerine uyduran canlılarada soğuk kanlı (Poikilotherm) lar denir. Sıcak kanlı canlılarda, vücut ısısını sabit tutmaya yarayan termoregülasyon mekanizması vardır (23, s.161).

Vücut bu ısı dengesini 36.8 derecede tutmak için, çevreye ısı yayar. Vücuttaki ısı üretimi, metabolik aktivite sonucu meydana gelir. Vücut, ihtiyacı olan enerjiyi elde etmek için, alınan besinleri oksijenle yakarak ısı açığa çıkarır. Bu ısı vücudun aktivite durumuyla doğru orantılı olarak artar. Bu arada eğer bulunulan ortamda da ısı yükselmesi meydana gelecek olursa, vücut derhal termoregülasyon mekanizmasını harekete geçirerek dengeyi sağlamaya çalışır (11, s.453).

**Vücut ısıyı şu üç yolla düzenler:**

**1. Kimyasal yolla ısı düzenlenmesi:** Sıcak kanlılar, dış ortam ısısının tersine bir ısı değişikliği gösterirler. Dış ortam ısı düştüğünde, vücutta metabolik hız artarak ısı miktarını artırır, buna bağlı olarak da tüketilen O<sub>2</sub> (Oksijen) miktarıda artar. Diğer bir deyişle, vücutta alınmış olan besinlerin oksidasyonu artarak, daha fazla enerji açığa çıkarılır (23, s.165).

**2. Hormonal Yolla Isı Düzenlenmesi:** Bazı hormonların etkisi ilede vücut ısı düzenlemesi yapar. Normal durumlarda hormonal yoldan ısı düzenlenmesini anlamak güçtür. Çünkü, metabolik olaylardan hormonal etkileri ayırmak imkansız gibidir. Ancak, hastalık hallerinde veya normalde tiroid bezinin ve sürrenal bezlerin çıkarılmasında, vücutta, bazı uyarılara karşı, termik olarak cevap verme kabiliyeti kaybolur. Örneğin: Isı pikürü yapılır veya parentral protein verilirse, vücutta ısı artışı meydana getirilemez. Bunun tersine, tiroksin ve adrenalin verilirse ısı yükselir (23, s.166).

**3. Fiziksel Yolla Isı Düzenlenmesi:** Bu da üç şekilde oluşur.

**a) Evaporasyon (Terin buharlaşması) ve solunum yoluyla ısı kaybı:** Deride bulunan ter bezlerinin salgısıyla, deri yüzeyi daima nemli bulunur. Terin deri yüzeyinden buharlaşması, deri yüzeyindeki ısının büyük çoğunluğunun uzaklaştırılmasını sağlar. 1 ml. terin buharlaşması ile 580 kalori ısı kaybedilir.

Havanın su buharı ile doymuş olmadığı zamanlarda, terleme ve solunum havası ile önemli miktarda çevreye ısı verilir. Terleme ve terin deri üzerinden buharlaşması çevre ısısına, havanın su buharı doygunluğuna ve bilünulan ortamdaki hava akımına bağlı olarak değişir. Hava sıcaklığının 29 dereceye gelmesiyle, ter bezleri sekresyona başlar. Bu zaman saatte 20-30 ml. kadar ter çıkarılır. Çok sıcak havalarda bu miktar 3-4 litreyi bulur. Her litre terin buharlaşmasında organizma 580 K.kalori kaybeder. Genel olarak aynı şartlarda kadınlar, erkeklerden daha az terler. Terleme ile su ve tuz kaybı olur, terleme ile günde 3 gr. kadar tuz kaybı olurki yerine konulmadığı takdirde organizma için tehlikeli olabilir.

Solunum yoluyla kaybedilen ısı miktarı, ortalama % 6 kadardır. Deri gibi mukoza yüzeyleri de kan dolaşımıyla devamlı ısınır. Mukoza yüzeyine temas ederek geçen hava ısınarak, mukozadan ısı alır. Kapiller kan damarlarınca zengin olan akciğerlerden de bu yolla ısı kaybedilir (23, s.168-172).

**b) Konveksiyon (Hava akımı ile iletim) ve Kondüksiyon (Temas yoluyla iletim) yoluyla ısı kaybı:** Sürünerek geçen hava, deri üzerindeki ısıyı alır götürür, bu olaya konveksiyon denir. Derinin daha az sıcaklıktaki başka bir cisimle teması sonucu meydana gelen ısı kaybında kondüksiyon yoluyla ısı kaybı denir (23, s.170).

**c) Radyasyon yoluyla ısı kaybı:** Vücudumuzdan, çevreye infrared ışınları şeklinde ısı dalgaları yayılır. Normal bir metabolizmada meydana gelen ısının % 60 kadarı, bu yolla çevreye yayılır (23, s.170).

Vücutla çevre arasındaki bu ısı alışverişini etkileyen 6 faktör vardır. Bunlar sırasıyla;

- 1- Bulunan ortam havasının sıcaklığı,
- 2- Ortamın havasında bulunan su buharı miktarı (Bağıl nem),
- 3- Ortamdaki radyan ısı,
- 4- Ortamdaki hava akımı,
- 5- Vücudun metabolik hızı (Fizik aktiviteye bağlıdır),
- 6- Vücut üzerindeki giysiler'dir.

Bir işyeri ortamında, rahat çalışmayı temin etmek için, bu faktörler arasında uyum sağlamaya çalışılmalıdır (11, s.458).

Aşırı sıcaklık, insan vücudu üzerinde çeşitli rahatsızlıklara neden olur. Ayrıca, çalışanlarda verim düşüklüklerine de neden olur.

Etkin sıcaklık 29 derece olunca verim % 5 düşer,  
 " " 30 " " " % 10 " ,  
 " " 31 " " " % 17 " ,  
 " " 32 " " " % 30 " ,

Etkin sıcaklık değeri 27 derecenin üzerine çıkarılmamalıdır. (21, s.129)

**Etkin Sıcaklık:** Ortamın belli termal durumu (sıcaklık, bağıl nem ve hava akımı) ile kişi üzerine termal etkisi aynı olan su buharı ile doymuş havanın sıcaklığıdır (19, s. 14).

Başka bir araştırmada, yapılan işle çalışılan ortam sıcaklığı arasında, rahat olması bakımın şu ilişki belirlenmiştir.

- Hafif işlerin yapıldığı ortamda olması gereken sıcaklığın 18.3°C olması kabul edilmiş, ancak, bu sıcaklıkta bile çalışanların 1/7 si rahatsız olmuştur. Rahat çalışma ortamının alt ve üst sınırları 15.6-20°C olarak belirlenmiştir. Bürolarda 19.4-22.8°C, ağır endüstriyel işlerde 12.8-15.6°C sıcaklığın uygun olduğu kabul edilmiştir (18. s.126).

## 2.7. ÇİMENTO SANAYİNDEKİ HİJYEN SORUNLARI İLE İLGİLİ ÇALIŞMA MEVZUATI HÜKÜMLERİ

### 1. Genel Hükümler:

1475 Sayılı İş Kanununun 73.Maddesi; İşçilerin sağlık ve güvenliklerini sağlamada, iş verene düşen görevlerden bahseder.

İ.S.İ.G.T. (İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü) nün 2.maddesi, işçi ve işverene düşen görevlerden, 3.maddesi; İşçilerin eğitilmesinden, 4.maddesi; işverenin, işyerindeki sağlık ve güvenlik şartlarını, günün şartlarına uydurması konusundan bahseder.

### 2. Toz ve Toz Kontrolü:

İ.S.İ.G.T.'nün 21, 76, 191, 193, 194 ve 201. maddeleri; Tozlu işyerlerinde, toza karşı alınacak önlemler ve havalandırma ile tozun toplanmasından söz eder. Parlayıcı patlayıcı maddeler tüzüğünün III. numaralı çizelgesi ise, SiO<sub>2</sub> zararlılık derecesi ve müsaade edilebilen azami konsantrasyondan bahseder.

### 3. Gürültü ve Gürültü Kontrolü:

İ.S.İ.G.T.'nün 22 maddesi; Gürültü için müsaade edilen değerden, 78. maddesi; Gürültüyü azaltmak için yapılabilecek işlemlerden, 525.maddesi ise gürültüye karşı kullanılacak kişisel koruyuculardan bahseder.

Sağlık kuralları bakımından günde 7.5 saat veya daha az çalışması gereken işler hakkındaki tüzüğün 20. bendi; 80 dB (A) gürültü düzeyine ve daha yüksek düzeye sahip işyerlerini kapsar.

### 4. Aydınlatma ile İlgili Hükümler:

İ.S.İ.G.T.'nün 16, 17, 18 ve 19.maddeleri; İşyerinde yapılacak aydınlatma şekli ve aydınlatma düzeylerinden bahseder.

### 5. Termal Konfor Şartları ile İlgili Hükümler:

İ.S.İ.G.T.'nün 20.maddesi; işyerinin ısıtılması ve olması gereken sıcaklıktan, Par-pat Tüzüğü'nün 21.maddesi ise; işyerinin neminden bahseder.

## 2.8. ULUSAL VE ULUSLARARASI, MÜSAADE EDİLEBİLEN AZAMI KONSANTRASYON DEĞERLERİ VEYA MARUZİYET LİMİTLERİ

Bu değerleri vermeden önce, kullanılan birimlerin tanımlanmasında büyük yarar vardır. Bu birimler sırasıyla şunlardır.

1. TLV (Threshold Limit Values): Günlük 8 saat, haftalık 40 saatlik çalışma süresince aşılmaması gereken sınır değer.

2. STEL (Short-Term-Exposure-Limit): Bir günde, 15 dakikalık periyotlar halinde ve aralıkları 1 saatten az olmamak şartı ile, aynı zamanda, günlük TWA veya TLV değerlerini aşmamak kaydı ile, 4 kez maruz kalınmasına müsaade edilen değer.

3. MAC (Maximum-Allowable-Concentration): Müsaade edilebilen maksimum konsantrasyon.

4. TLV.-C. (Threshold-Limit-Value-Ceiling): Eşik sınır tavan değeri; Anide olsa, aşılmaması gereken azami konsantrasyon.

5. PPM (Parts-Per-Million): Milyonda kısım demektir (Gaz fazında bulunan maddenin, milyon hacimde tuttuğu yer olarakta ifade edilir) (11, 25, s.597, XII vol.1).

Araştırmada Kullanılan Limit Değerler:

Toz İçin: MAC değer, Sovyetler Birliğince geliştirilmiştir.

- İçinde serbest silisyum dioksit (SiO<sub>2</sub>) bulunmayan çimento tozları için 6 mg/m<sup>3</sup>.

- İçinde % 10 dan daha az serbest silisyum dioksit (SiO<sub>2</sub>) bulunan çimento tozları için 5 mg/m<sup>3</sup> olarak verilmiştir (25, s.436, vol.I).

MAC değer haricinde, serbest SiO<sub>2</sub> içeren tozlar için, birde zararlılık derecesi hesaplanmaktadır.

**Zararlılık Derecesi:** Solunabilir toz içinde bulunan ve silikozise neden olabilecek serbest SiO<sub>2</sub> miktarına işaret eder.

$$Z = C^2 \times \frac{K}{100}$$

Z: Zararlılık derecesi

C: Solunabilir toz konsantrasyonu (mg/m<sup>3</sup>)

K: Serbest SiO<sub>2</sub> yüzdesi

İşyeri ortamı için hesaplanan Z değerinin,

0.2 den küçük olması halinde ZARARSIZ

0.2 ile 1 arasında olması halinde KRİTİK

1 den büyük olması halinde TEHLİKELİ kabul edilir (24, III numaralı çizelge).

**Gürültü İçin:** TLV değeri 85 dB (A), tehlike sınırı 90 dB (A) (25, s.1468 vol.II).

İ.S.İ.G.T.'nün 22.maddesinde, TLV değeri 80 dB (A), işyerinde en çok 95 dB (A) olabilir (Koruyucu kullanmak şartıyla) (14, Madde 22).

**Aydınlatma için lux değerleri:**

- Geliş gidişin az olduğu koridorlarda.....20 lux
- Geliş gidişin çok olduğu koridorlarda, kapalı park alanlarında, fabrika sahasındaki yürüyüş yollarında, merdivenlerde ve dinlenme odalarında...50 lux
- Depolarda, materyal seçimi yapılan yerlerde.....100 lux
- Sınıflarda, çamaşırhanelerde, ağaç işlerinde, mutfaklarda ve benzeri yerlerde.....300 lux
- Çizim odalarında, iyi boyama yapılan yerlerde, bilgisayar odalarında ve son kalite kontrol odalarında.....600 lux
- Çok küçük işlerin yapıldığı yerlerde, saat montajı yapılan yerler ve mücevharatın yapıldığı yerlerde.....2400 lux

(25, s.1225, vol.II).

**İ.S.İ.G.T.'ne göre:**

- İşyerindeki, avlular, açık alanlar, dış yollar, geçitler ve benzeri yerlerde.....20 lux
  - Kaba malzemelerin taşınması, aktarılması, depolanması, gibi kaba işlerin yapıldığı yerler ve iç geçit, koridor, yol ve merdivenlerde.....50 lux
  - Kaba montaj, balyaların açılması, hububat öğütülmesi, kazan dairesi, makina dairesi, insan ve yük asansörü kabinleri, malzeme stok ambarları, soyunma ve yıkanma yerleri, yemekhaneler ve lavabolarında.....100 lux
  - Normal montaj, kaba işlerin yapıldığı tezgahlar, konserve kutulama ve benzeri işlerin yapıldığı yerler.....200 lux
  - Ayrıntıların yakından seçilmesi gereken işler.....300 lux
  - Koyu renkil dokuma, büro ve benzeri sürekli dikkat gerektiren ince işlerin yapıldığı yerler.....500 lux
  - Hassas işlerin sürekli yapıldığı yerler.....1000 lux
- le aydınlatılmalıdır (14, Madde 18).

**Termal konfor için verilen değerler:**

- İ.S.İ.G.T. de; Çok buhar meydana gelen yerlerde, sıcaklık derecesi 15 santigrattan aşağı, 30 santigrattan fazla olmayacaktır (14, Madde 20).
- Par-Pat T.de; İşyerinde yapılan işin özelliğine uygun nem sağlanır (24, Madde 21).

Radyant ısının bulunduğu yerlerde işin durumuna göre önerilen minimum ve maksimum değerler şöyledir.

<u>İşin Cinsi</u>	<u>Yılın Soğuk Dönemi</u>		<u>Yılın Sıcak Dönemi</u>	
	(Dışı ısı 10°C altında)		(Dışı ısı 10°C üzerinde)	
Çok hafif	Min.18°C	Max.26°C	Dış ortam	Max 30°C
Hafif	14-18°C	Max.14 C	ısısından 5	Max 30 C

Orta ağır

10-14°C Max.22 C

derecede 5 Max 30 C

Ağır

7-10°C Max.20 C

(19, s.18).





### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. İŞYERLERİNİN TANIMI:

Tanımlayıcı bir araştırma niteliğinde olan bu çalışmanın yapıldığı, kuru yöntemle çimento üretim yapan A fabrikası, 1926 yılında Ankara şehir emaneti tarafından kurulmuş, 1956 yılında modernize edilmiştir. 514.000 m<sup>2</sup> alana kurulmuş olan fabrikada 340 kişi 3 vardiya halinde çalışmaktadır. Fabrikada yıllık 316.000 ton klinker üretilmektedir. Kalker ocağının fabrikaya uzaklığı 15 km, kil ocağı ise 2 km'dir. Fabrikada, iş yeri hekimi, işçi sağlığı ve güvenliği kurulu bulunmaktadır. Ayrıca, çalışanların periyodik sağlık kontrolleri yaptırılmaktadır. Yıllık çimento üretimi 700.000 ton dolayındadır.

Yaş yöntemle üretim yapan B fabrikası, 1956 yılında Çorum'da kurulmuştur. 1969 yılında ise 1200 ton/gün kapasiteli, kuru yöntemle üretim yapan bir ünite daha ilave edilmiştir. Fabrikada 3 vardiyada 355 kişi çalışmaktadır. Yaş sistemin günlük üretim kapasitesi 350 ton'dur. Her iki sistemin yıllık üretimi 400.000 ton klinker, 550.000 ton çimento'dur. Kalker ve kil ocakları fabrikaya oldukça yakındır. Bu fabrikada da, işyeri hekimi, işçi sağlığı ve iş güvenliği kurulu vardır. İşçilerin periyodik sağlık kontrolleri de yaptırılmaktadır.

A ve B fabrikaları şu ünitelerden meydana gelmiştir;

1. Konkasör (Kırıcı) ünitesi,
2. "Stok Hol" (Depo)
3. Farin ve çamur değirmeni
4. Döner fırın
5. Çimento değirmeni
6. Otomatik torbalama kantarı
7. Kömür öğütme değirmeni
8. Kazan dairesi (ısı santrali)
9. Atelyeler
10. Sosyal tesisler (Misafirhane, yemekhane v. b.).

Mart 1990 tarihinden, Mayıs 1990 tarihine kadar, kaynak taraması ve işyeri çalışması için gerekli hazırlıklar yapıldı. Ancak, çimento sanayii işyerlerinde başlayan grevler, çalışmanın başlamasını Ağustos 1990'a kadar erteledi. Grevlerin sona ermesinden sonra 22 Ağustos'tan, Kasım 1990 sonuna kadar geçen sürede, fabrikalarda gerekli ölçümler ve laboratuvar analizleri yapılarak, 15 Ocak 1991 tarihine kadar yazımı tamamlandı.

#### 3.2. ÖLÇÜM METODLARI VE KULLANILAN ARAÇLAR

Çimento sanayiinde, işyeri hijyen şartlarını belirlemek için belirlenmiş olan A ve B fabrikalarında toz, gürültü, aydınlatma ve termal konfor şartları ölçülmüş olup, bu ölçümlerde kullanılan araçlar ve uygulanan yöntemler şunlardır.

### **Toz ölçümünde kullanılan araçlar:**

Ortamdan toz örneği almak için, GRAVİMETRİK DUST SAMPLER 113 A (CASELLA LONDON) (Resim 1.a) ve AFC 123 (CASELLA LONDON) kişisel toz toplama (Resim 1.b) cihazları kullanılmıştır.

Alınan toz örnekleri içindeki serbest silisyum dioksit ( $\text{SiO}_2$ ) miktarını belirlemek için de SHIMADZU IR-440 INFRARED SPECTROPHOTOMETER kullanılmıştır. Bu cihaz 5050 mikron dalga boyundan 300 mikron dalga boyuna kadar otomatik tarama yapabilmektedir.

### **Uygulanan yöntem:**

#### **Gravimetrik toz tayini yöntemi:**

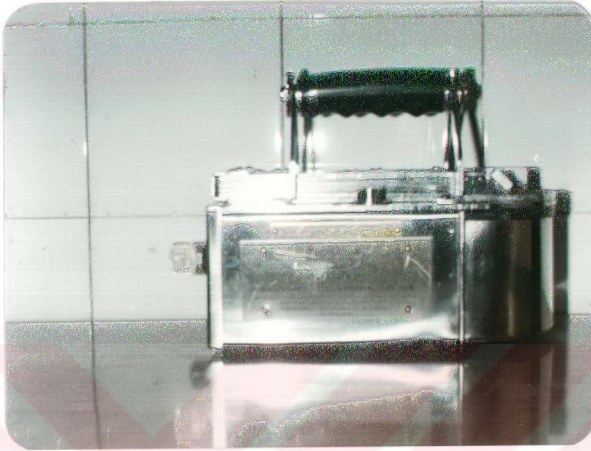
Toz örneği almak için kullanılacak olan membran filtreler önce, 90 C de, 1 saat etüvde bırakıldı. Şartlanan filtreler desikatöre (İçinde nem emici madde bulunan cam kavanoz) alınıp, burada soğutulmuş tartımları yapıldı. Daha sonra işyerinde gereken yerlerden toz örnekleri alındı. Laboratuvara getirilen filtrelerden toz örneği alınanlar ve boş filtrelerden en az ikisi etüve konarak, önce olduğu gibi 90 °C de 1 saat süre ile tekrar bırakılarak şartlandırıldılar. Desikatörde soğutulan filtreler, tekrar tartıldı. Daha sonra, boş filtrelerin ilk tartımları ile son tartımları arasında fark olup olmadığına bakıldı. Böylece, filtre tartımı yapılırken hata yapıp yapılmadığı ortaya kondu. Tartım hatası olmadığı ortaya konduktan sonra, numune alınan filtrelerdeki toplam toz miktarları  $\text{mg/m}^3$  cinsinden hesaplandı.

Daha sonra, tozun zararlılık derecesi saptandı. Bu işlem şöyle yapıldı. Toz örneği alınmış ve tartımları yapılmış olan filtreler, porselen fırınında, 550 derecede, porselen kaplar içinde 1 saat tutularak yakıldı. Bu yakma işlemi sırasında filtre ve toz içindeki organik maddelerde yakılmış oldu. Geriye yalnızca inorganik kül kaldı. Porselen kaplardan alınan bu küller ayrı ayrı tartıldı. Her bir kül'e potasyum bromür ilave edilerek, infrared lamba altında ezilip karıştırılarak kurutuldu. Sonra bu karışım, 10 tonluk hidrolik pres altında, pelet denilen şeffaf tablet haline getirildi. Bu tablet, Shimadzu IR-440 infrared spektrofotometreye konarak, belli dalga boyundaki ışığın soğurulması esasına göre grafik elde edildi. Elde edilen bu grafikten,  $\log \frac{P}{P_0}$  ve  $Z = C^2 \frac{K}{100}$  formülleri ile ek (1) de verilen 12.52 mikron dalga boyunda çizilmiş kuvars diyagramı yardımıyla, inorganik toz içindeki serbest  $\text{SiO}_2$  in yüzdesi ve zararlılık derecesi hesaplanmıştır Ek (2 ve 3).

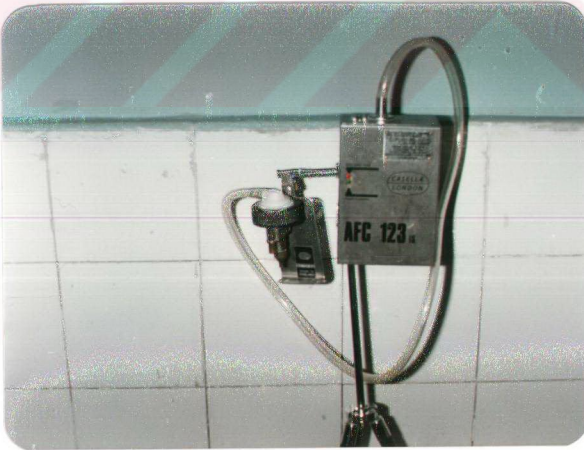
### **Gürültü ölçümünde kullanılan araçlar:**

Precision Sound Level Meter Type 2203 Brüel and Kjaer (Resim 2b) ve Noise Dose Meter Type 4428 Brüel and Kjaer (Resim 2 a).





Resim 1a: Gravimetrik Dust Sampler 113 A (Casella London)



Resim 1b: Kişisel toz toplayıcı AFC 123 (Casella London)



2a

2b

Resim 2a: Noise Dose Meter, Type 4428 Brüel and Kjaer

2b: Precision sound level meter Type 2203 Brüel and Kjaer

**Uygulanan Yöntem:**

Bu cihazların her ikisinde 1000 Hertz'e göre kalibre edilmiştir. Sound level meter, düzenli gürültünün ölçümünde, noise dose meter ise, darbeli gürültü ölçümünde kullanılır. Ölçüm yapılan iş yerlerinde, darbeli gürültü kaynağı olmadığından, ölçümler sound level meter ile yapılmıştır.

Ölçümler, çalışan işçilerin sürekli buldukları yerde ve işyeri ünitelerinde ayrı ayrı yapılmıştır.

**Aydınlatma ölçümünde kullanılan araç:**

KARL KOLB Lux Meter (Resim 3)

**Uygulanan Yöntem:**

İşyerinde üç vardiya halinde çalışıldığı için, kapalı olan ve gerekli olan yerlerde gündüz, ayrıca, bütün ünitelerde gecede ölçümler yapılmıştır. Cihazın kadranından okunan değer, doğrudan ortamdaki aydınlatma değerini vermediğinden şu formül yardımıyla hesaplanır.

$$\text{Sonuç değer (Lux)} = \frac{\text{Düğme karşısındaki değer} \times \text{Kadran değeri}}{100}$$

**Termal konfor ölçümünde kullanılan araç:**

THERMAL COMFORT METER type 1212 (Resim 4)

PSİKROMETRE (Bir yaş hazneli birde, kuru hazneli olmak üzere iki termometrenin yan yana getirilmesiyle oluşturulmuştur) (Resmi 5).

**Uygulanan Yöntem:**

Thermal comfort meter cihazı; Mikrofon şeklinde bir termometre ve bunun bir kablo ile bağlandığı, dijital göstergeli bir ana gövdeden meydana gelmiştir. Ana gövdenin panelinde, küçük bir ekran, clothing, activity, vapor pressure ve function olmak üzere dört düğme vardır. Bunların ilk üçüne bağlanacak veriler şöyle elde edilmektedir.

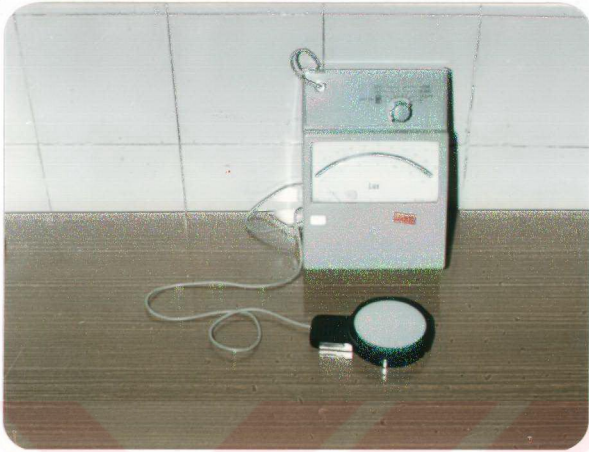
**Clothing (giysi kalınlığı) için veriler:** Çalışanların üzerinde bulunan giysilerin sayısal değerleri (Ek 4) de verilen çizelgeden yararlanarak hesaplanır. Elde edilen veriler, "clothing" düğmesinden ayarlanır.

**Activity (fizik aktivite) için veriler:** Çalışanların fizik aktiviteleri dikkate alınarak (Ek 5) de verilen tablodan yararlanarak, hesaplanır ve aktivite düğmesinden cihaza bağlanır.

**Vapor pressure (buhar basıncı) için veriler:** Mikrofon görünümündeki termometre, cihazla irtibatlanır, fonksiyon düğmesi operasyon sıcaklığı noktasına getirilerek, ekrandaki ısı değeri sabitleşinceye kadar beklenir. Ekrandan elde edilen ortam sıcaklığı derecesine karşılık, su buharına doymuş havanın kısmi basıncı (Ek 6) da verilen tablodan bulunur. 1 Kilo paskal 7.5 mm. civa sütununun basıncına eşit olduğundan, tablodan bulunan değer 7.5 e bölünür, bulunan değer "vapor pressure" düğmesinden cihaza bağlanır.

Veriler cihaza bağlandıktan sonra fonksiyon düğmesinden sıra ile, konfor sıcaklığı, eşdeğer sıcaklık, sıcaklıklar arası fark, ortalama tahmini sıcaklık ve memnuniyetsizlik yüzdeleri ölçülür.





Resim 3: KARL KOLB Lux Meter



Resim 4: Thermal Comfort Meter Type 1212 Brüel and Kjaer



Resim 5: PSİKOMETRE



#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kuru ve yaş üretim yöntemlerinin uygulandığı bu A ve B çimento fabrikalarının çeşitli ünitelerinde yapılmış olan gürültü ölçümü sonuçları (Tablo 1) de verilmiştir.

Tablo incelendiğinde de, görüleceği gibi, farklı üretim yöntemlerinin uygulandığı A ve B fabrikalarındaki benzer ünitelerde yapılan ölçüm sonuçları arasında büyük fark yoktur. Yaş yöntemle üretim yapan B fabrikasının ünite kontrol odalarındaki gürültü düzeyi 70 ile 79 dB (A) arasında değişirken, kuru yöntemle üretim yapan A fabrikasının ünite kontrol odalarında, 66.5 ile 79 dB (A) arasında değişmektedir. Burada 1 numaralı çimento değirmenin kontrol odasının, değirmen karşısında olması ve iyi izole edilmemiş olması nedeniyle, kapı kapalı iken yapılan ölçümde gürültü düzeyi 87.2 dB (A) olarak belirlenmiştir. Kontrol odalarında kapı kapalı iken ölçülen gürültü düzeyleri, İ.S.İ.G.T.'de 8 saatlik çalışma süresi için belirlenmiş olan 80 dB (A) yı aşmamaktadır.

Yine tabloya bakıldığında, en yüksek gürültü düzeyine sahip olan ünitelerin, kırma ve öğütme işlemlerinin yapıldığı üniteler olduğu görülmektedir. Buralarda ölçülen gürültü düzeyleri ise, 93 ile 107 dB (A) arasındadır. Bu gürültü düzeyleri, ulusal ve uluslararası müsaade edilen gürültü düzeylerinin çok üzerindedir.

Gürültü düzeyinin yüksek olduğu bu ünitelerde çalışanların, ünite kontrol odalarından dışarı çıktıklarında, kulak koruyucularını kullanarak kendilerini, gürültünün zararlı etkilerinden korumaları sağlanabilir.

İngiltere'de, sürekli olarak aynı düzeyde 8 saatlik maruziyet gürültü dozu 90 dB (A) yı geçemez diye kabul edilmektedir. Bu 90 dB (A), sınır kabul edilerek maruziyet süresi ile gürültü dozu arasında şöyle bir ilişki geliştirilmiştir. Buna göre her 3 dB (A) lık doz artışında, çalışma süresinin yarıya indirilmesi kabul edilmiştir ve buna da 3 dB kuralı denilmektedir.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) ise, ses basınç düzeyi-maruziyet süresi arasındaki ilişkide 5 dB kuralını uygulamaktadırlar. Yani ses düzeyinin her 5 dB artışı halinde maruziyet süresi yarıya indirilmektedir (11, 10, s.436, s.196).

Türkiye'de, İ.S.İ.G.T.'de 8 saatlik gürültü maruziyet düzeyi 80 dB (A) olup, 11.12.1986 tarihinde yayınlanmış olan, Gürültü kontrol Yönetmeliği'ne göre, hazırlanmış olan doz-maruziyet süresi tablosu ise şöyledir.

**Tablo 1: Kuru ve Yaş Yöntemle Çimento Üretimi Yapan A ve B Fabrikalarının, Çeşitli Ünitelerinde Ölçülen Gürültü Düzeyleri (1990)**

Gürültü Ölçümü Yapılan Üniteler	A Fabrikası Gürültü Düzeyi dB (A)			B Fabrikası Gürültü Düzeyi dB (A)	
<b>1-Konkasör (Kırıcı) ler</b>					
<b>a-Kontrol odaları</b>					
Kapı kapalı	71			74	
Kapı açık	86			81	
<b>b-Kırıcı katında</b>	<b>96-107</b>			<b>93-97</b>	
<b>2-Farin ve çamur değirmenleri</b>					
	I.Farin D.			II.Farin D.	
<b>a-Kontrol odaları</b>					
Kapı kapalı	77.5	79	79		
Kapı açık	85.9	94.9	88.4		
<b>b-Değirmen önünde</b>	<b>105.9</b>	<b>103.1</b>	<b>101.8</b>		
<b>c-Redüktörler</b>	<b>107</b>	<b>95.9</b>	<b>96</b>		
<b>3-Döner fırınlar</b>					
<b>a-Kontrol odaları</b>					
	I.Fırın		II.Fırın		
Kapı kapalı	65.5	66	76		
Kapı açık	69.9	71	78.1		
<b>b-Fırın önünde</b>	<b>79.9</b>	<b>75</b>	<b>83.5</b>		
<b>c-Soğutma katı</b>	<b>100.5</b>	<b>98.7</b>	<b>Tam izolasyonlu</b>		
<b>4-Çimento değirmenleri</b>					
<b>a-Kontrol odaları</b>					
	I.Değ.II.Değ.III.Değ.			I.Değ. II.Değ.	
Kapı kapalı	87.2	73.2	71.1	79	70
Kapı açık	98	75	82	88.4	74
<b>b-Değirmen önü</b>	<b>107</b>	<b>105.4</b>	<b>101.6</b>	<b>101.8</b>	<b>105</b>
<b>c-Redüktörler</b>	<b>99.9</b>	<b>96.8</b>	<b>91.6</b>	<b>96</b>	<b>99</b>
<b>5-Kömür değirmenleri</b>					
<b>a-Kontrol odası</b>					
				Kontrol odası yok	
Kapı kapalı	69.3			-	
Kapı açık	72.2			-	
<b>b-Sevk kompresörü</b>	<b>91.3</b>			<b>Sevk kompresörü yok</b>	
<b>c-Kömür kurutma</b>	<b>88.5</b>			<b>88.1</b>	
<b>d-Değirmen önü</b>	<b>89.7</b>			<b>95.4</b>	



Gürültü Ölçümü Yapılan Üniteler	A Fabrikası Gürültü Düzeyi dB (A)	B Fabrikası Gürültü Düzeyi dB (A)
6-Kompresör dairesi		
a-Kontrol odası	Kontrol odası yok	
Kapı kapalı	-	73.5
Kapı açık	-	87
b-Kompresör yanı	103	93
7-Kazan dairesi		
a-Kazan civarı	82	89
b-Su pompaları	85	94
8-Otomatik kantarlar		
Kantar başında	85	85
9-Atelyeler		
a-Torna atelyesi	76	73
b-Marangoz atelyesi	94-97	99-100

<u>Ses Basınç Düzeyi dB (A)</u>	<u>Maruziyet Süresi (Saat)</u>
80	7.5
90	4
95	2
100	1
105	1/2
110	1/4
115	1/8

Gürültüye karşı kulak koruyucularını kullananlar, gürültüye maruziyetleri sırasında kesinlikle koruyucularını çıkarmamalılardır. Çünkü, maruziyet sırasında koruyucunun çok kısa süre de olsa çıkartılması veya yerinden oynatılması, koruyucunun, koruma özelliğini azalttığı gösterilmiştir (11, s.516).

A ve B fabrikalarının çeşitli ünitelerinde ölçülmüş, LUX cinsinden aydınlatma değerleri (Tablo 2) de verilmiştir. Bu ölçümler, güneş ışığı alan yerlerde gece, güneş ışığından yeterince faydalanamayan ünitelerde hem gündüz hemde gece yapılmıştır.

A fabrikasının konkasör (Kırıcı) ünitesinde yapılan aydınlatma 8 ile 53 lux arasında iken, B fabrikasının aynı ünitesindeki aydınlatma düzeyi, 5 ile 100 lux arasındadır.

A fabrikasına ait iki farin değirmeninde hemen hemen hiç aydınlatılmayan koridor ve geçitler yanında, en fazla 85 lux'le değirmen kontrol odası aydınlatılırken, B fabrikasının çamur değirmeni ünitesi ve kontrol odası 20 ile 150 lux'le aydınlatılmaktadır.

Yine, A fabrikasının döner fırın ünitelerinde 5 ile 65 luxlük aydınlatma yapılırken, B fabrikasının aynı ünitesi 10 ile 90 lux arasında bir aydınlatmaya sahiptir.

A fabrikasına ait 3 çimento değirmeninde 6 ile 110 lux arasında aydınlatma var iken, B fabrikasının 2 çimento değirmeninde 20 ile 75 lux arası bir aydınlatma yapılmaktadır.

Fabrikalara ait kömür öğütme değirmenlerinden, A fabrikasına ait değirmende, 2 ile 45 lux arasında aydınlatma yapılırken, B fabrikasına ait değirmende, 15 ile 20 lux arasında aydınlatma yapılmaktadır.

A fabrikasındaki kompresör dairesi, 150 lux'le, B fabrikası kompresör dairesinde 20 ile 110 lux'lük aydınlatma mevcuttur.

A fabrikası kazan dairesi, 10 ile 20 lux arası aydınlatmaya sahipken B fabrikası kazan dairesi 1 ile 50 lux arası aydınlatmaya sahiptir.

**Tablo 2: Kuru ve Yaş Yöntemle Çimento Üretimi Yapan, A ve B Fabrikalarının, Çeşitli Ünitelerinde Ölçülen Aydınlatma Düzeyleri (1990).**

Aydınlatma Ölçümü Yapılan Üniteler	A Fabrikası Aydınlatma Düzeyi (LUX)	B Fabrikası Aydınlatma Düzeyi (LUX)			
<b>1-Konkasör (Kırıcı) ler</b>					
a-Kontrol odası	53	100			
b-Bunker kenarı	17	13			
c-Kırıcı çevresi	22	10			
d-Taşıyıcı band altı	15	20			
e-Merdivenler	8	5			
<b>2-Farin ve çamur değirmenleri</b>					
	I.Farin D.	II.Farin D.	Çamur değirmeni		
a-Kontrol odası	70	85	75		
b-Değirmen çevresi	15	10	20		
c-Redüktörler	20	10	60		
d-Döner tabla üzeri	Döner table yok		150		
e-Homojene taşıma bandı ve kompresör çev.	40	4	Bu kısımlar yok		
f-Separator çevresi	70	10	20		
g-Silo altına geçiş koridorları	Aydınlatılmamış		Koridor yoktur.		
I.Farin değirmeninde (gündüz) ölçümleri	I.Farin değirmeni		Yeterli gün ışığı alıyor		
a-Değirmen çevresi	25		-		
b-Silo altına geçiş koridoru	15		Koridor yok		
c-Homojene taşıma bandı ve kompresör çev.	7		Bu kısımlar yoktur		
<b>3-Döner fırınlar</b>					
	I.Fırın	II.Fırın			
a-Kontrol odası	45	65	90		
b-Fırın önü	22	8	20		
c-Merdivenler	Karanlık	10	10		
d-Soğutma katı	10	5	Tam kapatılmış		
<b>4-Çimento değirmenleri</b>					
	I.Değ	II.Değ.	III.Değ	I.Değ.	II.Değ.
a-Kontrol odası	110	110	85	75	45
b-Değirmenler çevresi	6	30	8	20	30
c-Redüktörler	7	35	10	60	20

Aydınlatma Ölçümü Yapılan Üniteler	A Fabrikası Aydınlatma Düzeyi (LUX)	B Fabrikası Aydınlatma Düzeyi (LUX)
5-Kömür değirmenleri		
a-Kontrol odası	45	Kontrol odası yok
b-Kömür kurutma	5	20
c-Değirmen çevresi	5	15
d-Üst katlar	4	Ünite çok katlı değil
e-Merdivenler	5	5
6-Kompresör dairesi		
a-Kontrol odası	Kontrol odası yok	110
b-Kompresör yanı	150	20
7-Kazan dairesi		
a-Kazan kontrol panosu	20	1
b-Kazan çevresi	4	5
c-Merdivenler	Merdiven yoktur	5
d-Kömür yükleme katı	Bu kat yoktur	10
e-Kömür alma katı	Bu kat yoktur	10
f-Su hazırlama katı	Bu kat yoktur	50
g-Eşanjör pompaları	10	40
8-Otomatik kantarlar		
a-Kantar başında	75	160
b-Kantar çevresi	10	15
c-Yükleme sahası	10	10
9-Fabrikalar sahaları		
	1-2	1-2
10-Atelyeler		
	Gece çalışılmıyor	Gece çalışılmıyor

Otomatik torbalama kantarları başında ve çevresinde, A fabrikasında, 10 ile 75 lux, B fabrikasında 10 ile 160 lux'lük aydınlatma yapılmaktadır.

Fabrikalara ait atelyelerde geceleri çalışma yapılmadığından aydınlatma ölçümü yapılmamıştır. Gündüzleri ise atelyeler, güneş ışığından yeterli şekilde yararlanmaktadırlar.

Ayrıca, Fabrikalardaki sahaların, gece aydınlatmaları çok yetersizdir. Uygulanan aydınlatma düzeyleri 1 ile 2 lux dolayındadır.

Fabrikaların gerek ünitelerinde gerekse ünite dışı alanlarında uygulanan aydınlatma düzeyleri, daha önce verilmiş olan ulusal ve uluslararası aydınlatma düzeylerinin altındadır. İş yerlerinde yeterli ve uygun aydınlatmanın olmaması, tehlike yaratacak yerlerin iyi görülmesini engelleyeceğinden, çalışanların daha kolay iş kazasına uğramalarına neden olacaktır. Bu nedenle iş yerlerindeki aydınlatma düzeyleri, mevzuatta bildirilen şekilde yeniden düzenlenmelidir.

Termal konfor şartları değerlerinin verildiği, 3 numaralı tabloya bakıldığında, A ve B fabrikalarının çeşitli ünitelerinde ölçülen, psikrometrik ve bağıl nem değerleri ile termal konfor metre değerleri görülecektir. Özellikle, termal konfor metre değerlerinden büyük çoğunluğu, out of range'dir. Bu nedir? ve nereden kaynaklanmaktadır? Ölçümler sırasında, çalışan işçilerin giysileri ve fizik aktivite durumları, Ek 4. ve 5 deki çizelgelerden bulundu, gerekli ayarlama yapıldı. Sonra kuru hazneli termometreden ölçülen ortam sıcaklığının karşılığı olan, su buharına doymuş havanın kısmi basıncı, Ek 6 daki tablodan bulundu ve kilo paskala çevrilerek, bulunan bu değerde cihaza verildi (1 Kpa, 7.5 mmHg ye eşittir. Tablodan bulunan değer, bu nedenle 7.5 e bölünür ve çıkan sonuç cihaza bağlanır). Cihazın vapour pressure kadranı sadece 0.3 ile 3.6 Kpa arasını kapsadığından ve yapılan hesapların çoğundan elde edilen değerlerin, bu değerlerden büyük olmasına rağmen cihaz, 3.6 ya ayarlanarak ölçüm yapıldı. Yine de, cihazdan alınan sonuçlar Out of range (cihazın değerlendirme kapasitesinin dışında olduğunu gösterir) olarak bulunmuştur.

Bu açıklamalar ışığında, tablo incelendiğinde, iş yerinde çalışanların mevcut giysileri, ortam sıcaklığı ve fizik aktivite durumlarına göre, çalışma şartlarının termal konfor yönünden yetersiz olduğu görülecektir.

Çimento sanayi, ısı yoğun bir sanayi kolu olması nedeniyle, daha fabrikaların kuruluş aşamasında bir takım önlemlerin alınmasını gerektirmektedir. Bu konu öneriler kısmında açıkça tartışılacaktır. Şimdiki durumda fabrikaların çeşitli ünitelerinin kontrol odaları, içlerinde bulunan elektrik trafoları, ünite komuta panoları ve ışıklı gösterge tabloları nedeniyle, yoğun radyan ısıya maruz durumdadır, dolayısıyla buralarda çalışanlarda bu durumdan olumsuz olarak etkilenmektedirler. Bu odaları, diğer fabrikalarda olduğu gibi, kapı

**Tablo 3: Kuru ve Yaş Yöntemle Çimento Üretimi Yapan A ve B Fabrikalarının Çeşitli Ünitelerinde Ölçülen Termal Konfor Değerleri (1990)**

Termal konfor ölçümü yapılan üniteler	A fabrikasında ölçülen termal konfor düzeyi değerleri			B fabrikasında ölçülen termal konfor düzeyi değerleri		
	Psikrometre ile ölçülen YaşOC	Bağıl nem %	Termal konfor değeri	Psikrometre ile ölçülen YaşOC	Bağıl nem %	Termal konfor değeri
1-Konkasör(Kırıcı) ler						
a-Kontrol odası	22	50	*Out of range (değerlendirme dışı)	18	70	normal
	32			23		
2-Farin ve çamur değirmenleri						
I-Değirmen Kont.Odası	20	50	"	21	60	*Out of range (değerlendirme dışı)
II. " " "	20	50	"	-	-	-
3-Döner fırınlar						
I-Fırın Kontrol Odası	21	50	"	19	40	"
II. " " "	23	50	"	-	-	-
I-Fırın önürde	18	40	"	19	30	"
II.Fırın önürde	18	40	"	-	-	-
4-Çimento değirmenleri						
I.Çim.Değ.Kont.Odası	22	50	"	21	60	"
II." " " "	20	50	"	18	50	"
III." " " "	21	50	"	-	-	-
I.Çim.Değirmen önü	16	20	"	19	50	"
II." " " "	17	40	"	16	40	"
III." " " "	19	30	"	-	-	-
5-Kazan daireleri	18	40	"	19	30	"
6-Atelyeler						
a-Mekanik	11	40	Normal	18	60	Normal
b-Elektrik Atelyesi	-	-	-	18	60	"

\* Out of range: Cihazın değerlendirme kapasitesi dışında.

veya pencereleri açarak havalandırma imkanında çok kısıtlıdır, hatta imkansızdır. Çünkü, bu elektrik devresi ve panoların toz ve nemden korunması gerekmektedir.

Bu durumda, alınabilecek en iyi önlem, çalışanlara verilecek iş elbiselerinin mevsimlere uygun olarak seçilmesidir. Yazın daha serin tutacak ince pamuklu kumaştan yapılmış giysiler verilirken, kış mevsiminde, fabrikanın bulunduğu coğrafik bölge şartlarına uygun giysilerin verilmesi, kontrol odalarından dışarı çıktıklarında, meydana gelebilecek ısı farklılığından kendilerini koruyabilmeleri içinde, kaban veya benzeri kalın giysilerin verilmesi daha uygun olacaktır. Böylece, çalışanlar, olumsuz termal konfor şartlarından bir miktar korunmuş olacaklardır.

4 numaralı tabloda ise, A ve B fabrikalarının birbirine benzer ünitelerinde ölçülen ortam toz konsantrasyonları, toz içindeki SiO<sub>2</sub> yüzdeleri ve SiO<sub>2</sub> in zararlılık dereceleri verilmiştir. Tabloya bakıldığında da görüleceği gibi, her iki fabrikanın en yoğun toza sahip ünitesi konkasör (Kırıcı) üniteleridir. A fabrikasının bu ünitesinde, çalışan kişinin solunum seviyesine (iş gömleği yakasına takılan) takılan cihazla alınan toz miktarına göre, kişinin maruz kaldığı toplam toz konsantrasyonu 13.85 mg/m<sup>3</sup> tür. Ortamdaki solunabilir toz konsantrasyonu ise 32.77 mg/m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. B fabrikasında ise, kişisel toz toplayıcı ile alınan toza göre, çalışanın maruz kaldığı toz konsantrasyonu 13.69 mg/m<sup>3</sup>, ortamdaki solunabilir toz konsantrasyonu ise, 11.32 mg/m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır.

Ortam toz konsantrasyonlarında meydana gelen farklılığın nedeni, B fabrikasında yaş üretim yöntemi uygulandığı için, kırılmak için gelen hammaddenin fazlaca ıslatılması bir dezavantaj değildir. Bu nedenle bol miktarda su püskürtülmektedir. Ama, kuru üretim yönteminde fazla ıslaklık öğütme sırasında sorun yaratacağından, dezavantaj kabul edilmektedir. Kişisel toz toplama cihazlarıyla alınan toz konsantrasyonlarının birbirine çok yakın çıkmasının nedeni ise, çalışanların, sık sık kırıcı katına inmeleri ve burada, yere dökülen kırılmış malzemeyi kürekle taşıyıcı banda yüklemeye çalışmaları ve oralarda yaklaşık sürelerde kalmalarıdır.

Kırıcı ünitelerinden alınan toz örneklerinde yapılan, SiO<sub>2</sub> (Silisyum dioksit) yüzde hesaplarına göre, A fabrikası kırıcı ünitesinden alınan toz da % 31.25, B fabrikası kırıcı ünitesinden alınan toz da ise, % 32.51 serbest SiO<sub>2</sub> bulunmuştur. Toz zararlılık dereceleri ise, A fabrikasında 59.9, B fabrikasında 60.9 olarak bulunmuştur. Bulunan bu değerler, uluslararası olarak verilen ve müsaade edilebilen azami konsantrasyon olan 5 mg/m<sup>3</sup> ve ulusal olarak verilen zararlılık derecelerinden yüksek bulunmuştur.

Fabrikaların diğer ünitelerinden alınan toz örneklerinde yapılan SiO<sub>2</sub>



**Tablo 4:**Kuru ve Yaş yöntemle çimento üretimi yapılan A ve B fabrikalarının çeşitli ünitelerinde ölçülen toz konsantrasyonu değerleri.(1990)

Toz ölçümü yapılan Bölümler	A fabrikasında ölçülen Toz değerleri				B fabrikasında ölçülen toz değerleri			
	Kişisel toz toplayıcı mg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> %	Z Değeri	Ortam Toz toplayıcı mg/m <sup>3</sup>	Kişisel toz toplayıcımg/m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> %	Z Değeri	Ortam toz toplayıcımg/m <sup>3</sup>
1-Konkasör (Kırıcı)ler	13.85	31.25	59.9	32.77	13.69	32.51	60.9	11.32
2-- Farin ve çamur değ.	-	-	-	2.46	-	-	-	0.46
3-Otomatik kantarlar	-	Eser mik.	-	3.80	-	Esermik.	-	7.45
4- Gezer vinç kabini	5.48	" "	-	-	2.48	" "	-	-
5-Fırın önü	-	-	-	0.64	-	-	-	-

analiz sonuçlarına göre, serbest  $\text{SiO}_2$  eser miktarda bulunmuştur (Elde edilen pikler hesaplanamayacak kadar küçüktür). Yalnız, B fabrikasının otomatik torbalama kantarları ünitesinde, ortam toz konsantrasyonu  $7.45 \text{ mg/m}^3$  le, müsaade edilebilen azami konsantrasyon (MAK) değerinin üzerinde bulunmuştur. B fabrikasındaki, yaş sistem fırınında geri tepme olmadığından, fırın önünde toz ölçümü yapılmamıştır.

B fabrikasının otomatik torbalama ünitesindeki ortam toz konsantrasyonu  $7.45 \text{ mg/m}^3$  olmasına rağmen, toz içinde serbest  $\text{SiO}_2$ 'in eser miktarda bulunmasının nedeni, pişirilme sırasında  $1450^\circ\text{C}$  kadar ısınarak erimesidir (Silisyumun ergime noktası:  $1410^\circ\text{C}$  dır). Eriyerek diğer hammaddelerle birleştiğinden, klinker içindeki serbest  $\text{SiO}_2$ , eser miktarda bulunmuştur (Ek.7) de klinker kimyasal analiz sonuçları verilmiştir.

Tozlu ünitelerde, tozla mücadele için alınabilecek fiziki önlemlerin yanı sıra, bu ünitelerde çalışanlara, tozun zararlı etkilerinden korumak için, uygun toz maskeleri verilmelidir. Bu maskeler, solunabilir toz olarak kabul edilen, 0.5 ile 5 mikron tane büyüklüğüne sahip tozları tutabilecek özellikte, filtre kullanılmalıdır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, çimento üretim yöntemleri farklı olsa da, uygulanan teknoloji, ve yapılan işlemler arasında pek fazla fark yoktur. Var olan farklılıklar, kuru üretim yönteminde farin elde etmek için, hammadde kuru olarak öğütülürken, yaş yöntemde, farin inceliğinde çamur elde etmek için, öğütülen malzemeye % 40 oranında su ilave edilerek öğütülmektedir. Bir diğer fark da döner fırın uzunluklarındadır. Kuru yöntemde, 60 m. civarında olan fırın boyu, yaş yöntemde, 90 m. veya daha fazla olabilmektedir. Yaş sistem fırınlarda üretim kapasitesi daha düşük olmasına rağmen, harcanan yakıt daha fazladır. Bu nedenle yaş üretim yöntemi yavaş yavaş terk edilmektedir.

İki ayrı üretim yönteminin uygulandığı A ve B fabrikalarında yapılan araştırma sonunda, gürültü, toz, termal konfor şartları ve aydınlatma yönünden çok büyük bir farklılığın olmadığı, fakat, ulusal ve uluslararası verilen müsaade edilebilen azami değerlerin üzerinde, olumsuz hijyenik şartlara sahip oldukları ortaya konmuştur.

Bu nedenle, fabrikalarda iş kazası ve meslek hastalıklarının meydana gelme olasılığı yüksektir.

Bu riskleri en aza indirebilmek için, fabrika ünitelerinde alınabilecek teknik önlemlerin bir kısmı, "Bulgular ve tartışma" bölümünde verilmişti. Bunlar daha çok kişilere yönelik önlemlerdi. Burada daha çok fabrikada, fiziksel yönden yapılabilecek iyileştirmeler üzerinde durulacaktır. Esasen, yapılacak bu önerilerin fabrikaların kuruluş aşamalarında uygulanması, hem daha kolay hemde daha ucuza mal olmaktadır. Sonradan yapılacak olan bu tür ilaveler pahalıya mal olduğu kadar, istenen verimi yüzde yüz sağlayamamaktadırlar. Bu nedenle, kuruluş aşamasında uygulanması çok önemlidir.

Fabrika kuruluş aşamasında gürültü ile mücadele için alınabilecek önlemler:

1- Gürültü ve vibrasyonu azaltabilmek için makineler sağlam zemine oturtulmalı, gerekirse makinelerin yerleştirildiği zemin kısmı, diğer kısımlardan ayrı yapılarak araya vibrasyonu emebilecek yumuşak madde konmalı,

2- Bu sanayide yüksek gürültü kaynağı durumunda olan kırıcıların, farin ve çimento değirmenlerinin dış yüzeyleri, cam pamuğu veya diğer izolasyon maddeleriyle kapatılabilir.

3- Gürültü kaynağının bulunduğu ünitenin duvar ve tavanlarında, ses emici özelliğe sahip yapı malzemesi kullanılmalı ve sesin yansımalarını önleyecek yapı tekniği kullanılmalıdır. Ayrıca, ünite tavanına, ses dalgalarının kırılmasını sağlayan tavana dik gelecek şekilde levhalar konmalıdır.

4- Bu tekniklerle gürültü azaltılamayacaksa, gürültü kaynağı ayrı bir bölme alınarak tecrit edilmelidir.

5- Makinaların bakım ve onarımları zamanında yapılmalıdır.

Fabrikalarda, aydınlatma ile ilgili olarak kuruluş aşamasında alınabilecek önlemler.

1- Öncelikle iyi bir aydınlatma projesi hazırlanmalıdır.

2- Projenin hazırlanması ve uygulanmasında, ulusal veya uluslararası aydınlatma limitleri dikkate alınmalıdır.

3- Aydınlatma armatürleri, toza karşı izole edilmeli, algılamada yanılğı oluşturmuyacak şekilde, montajı yapılmalıdır.

4- Kullanıldıkları sürece, temizlik ve kontrolleri düzenli olarak yapılmalı, eksik ampuller hemen tamamlanmalıdır.

Fabrikalarda olumsuz termal konfor şartlarına karşı şu önlemler alınabilir.

1- Ünite kontrol odalarında birer ısı üretici durumunda bulunan elektrik trafoları, komuta panoları ve ışıklı gösterge panolarının elektrik aksanı ayrı bir bölüme yerleştirilip sadece, ışıklı göstergeler ve komuta panelleri bu odalara konabilir.

2- Bu odalara, tozu filtre eden klima sistemi konarak havalandırma sağlanabilir.

3- Duvarlar ve çatı iyi izole edilerek sıcak ve soğuğa karşı korunma sağlanabilir.

Diğer önemli bir hususda, tozla mücadeledir. Çimento sanayinde meydana gelen tozun ortama yayılması, işletme için iki yönden dezavantajdır. Bunlardan birincisi; Çalışanların sağlıkları üzerinde, maruziyet süresine bağlı olarak meydana getirdiği olumsuz etkiler, ikincisi; Ortama yayılan toz ya hammaddedir veya mamul maddedir. Bu durum işletme için ekonomik kayıptır. Bu iki yönlü dezavantaj ortadan kaldırmak için,

1- Fabrika ünitelerinde meydana gelecek tozun ortama yayılmadan, tozun çıktığı yerden vakumlu bir sistemle alınıp, toz toplama bölümünde tutulmasıyla, hem ortam temizliği sağlanır hem de bu maddeler geri kazanılabilir.

2- Fabrika sahasındaki yollar ve geçitler düzgün şekilde beton veya asfalt yapılarak kolay ve düzenli temizlenmesi sağlanabilir.

3- Fabrika sahasındaki kullanım dışı boş alanlar, rüzgarlı havalarda meydana gelecek tozumaları önlemek için çimlendirilebilir.

4- Fabrika bacalarına filtre takılarak hem fabrika içi hem de çevre kirliliği önenebilir.

Bütün bu önlemlerin alınması yanında;

1- Çalışanların düzenli olarak periyodik sağlık kontrolleri yaptırılmalı ve kayıtları düzgün şekilde tutulmalıdır.

2- Etkilenme sözkonusu olduğunda ya bölüm değiştirilmeli ya da maruziyet

süresi kısaltılmalıdır.

3- Çalışanlar, işçi sağlığı ve iş güvenliği konusunda eğitilmelidir.



## ÖZET

Çimento sanayiinde iş hijyeni sorunlarının hangi düzeyde bulduklarını saptamak amacıyla, kuru ve yaş üretim yönteminin uygulandığı iki ayrı fabrika, araştırma yapılmak üzere seçilmiştir.

Bu fabrikalarda toz, gürültü, aydınlatma ve termal konfor şartları ölçülmüş, alınan örnekler analiz edilerek şu sonuçlar belirlenmiştir.

1- Ünite kontrol odaları dışında kalan kısımlarda ölçülen gürültü düzeyleri 80 dB (A) nın üzerinde bulundu.

2- Fabrikalarda yapılan aydınlatmanın, ulusal ve uluslararası normlara uygun olmadığı belirlendi.

3- Fabrikaların en yoğun toza sahip ünitesinin kırıcı üniteleri olduğu belirlendi.

4- Fabrika ünitelerinde, mevsimlere göre ısıtma ve soğutma sistemleri olmadığından, dış etkilere açık durumda oldukları, ancak ünite kontrol odalarının dış etkilere karşı bir miktar korunmuş oldukları belirlendi.

5- İş yerlerindeki, iş hijyeni faktörlerinin olumsuz etkilerinden korunmak için, baret hariç, diğer kişisel koruyucuların kullanılmadığı saptanmıştır.

Yukarıda belirtilen olumsuzlukların etkilerini ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için alınması gereken önlemler, "Bulgular ve tartışma" bölümü ile "Sonuç ve öneriler" bölümünde belirtilmiştir.

Çimento sanayinde bu günkü haliyle iş hijyeni sorunları oldukça büyüktür. Ancak yapılan öneriler yerine getirildiği takdirde, iş yerlerinde sağlıklı ve güvenli çalışma ortamının oluşturulabileceği söylenebilir.

## TANIMLAR

- TRAS:** Bir tür volkanik kül
- SİNTERLEŞME:** Çimento hammaddesinin 1400-1450°C te kadar ısıtılar ergitilmesi işlemi
- KLİNKER:** Sinterleşmiş çimento maddesinin hızla soğutulması sonucu elde edilen yarı mamül çimento maddesi
- KALSİNASYON:** Çimento hammaddesinin içindeki kalsiyum karbonatın 700-1000°C kadar ısıtılıp karbondioksitin uçmasından sonra geri kalan kalsiyum oksitin diğer maddelerle meydana getirdiği kimyasal reaksiyon kademesi
- FARİN:** Çimento hammaddesi olan kalsiyum karbonat, kil, silis ve demir oksitin öğütülmesiyle elde edilen pişmeye hazır ince toz
- CURUF:** Demir cevherinin ergitildiği yüksek fırınının tabanında kalan kalsiyum oksit
- TÜF:** Volkanlardan püsküren lav, kül ve diğer artıkların birlikte soğuyarak meydana getirdikleri bir tür gözenekli taş
- KONKASÖR:** Kayaların parçalandığı kırıcı
- BUNKER:** Ters kare piramit şeklinde ve dar olan alt kısmından malzeme alınabilen bir tür silo
- SEPARATÖR:** İnce malzemeyi, kalırdan ayırıcı bir tür elek.



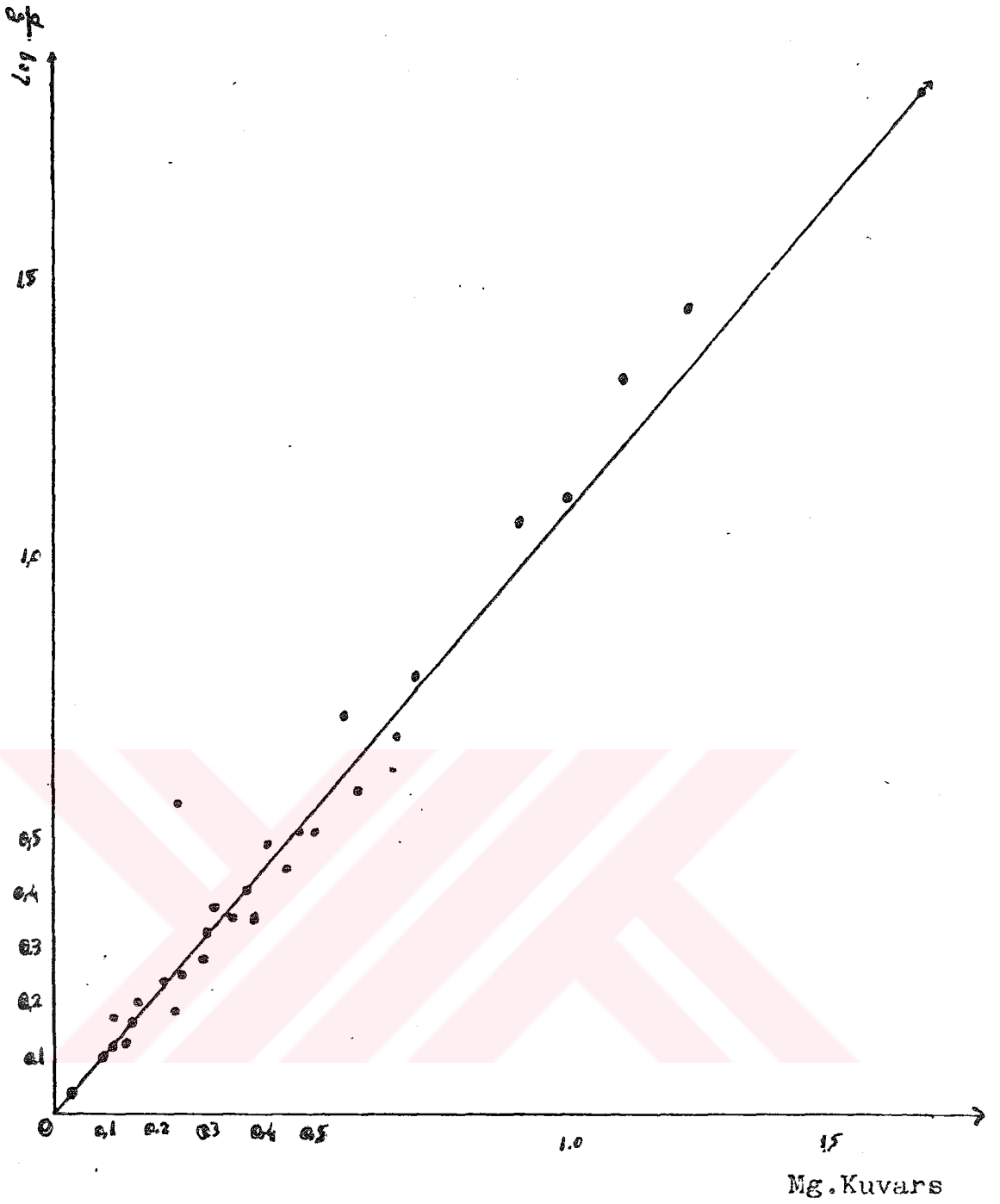
## KAYNAKLAR

1. BENAYYAT İsmet, Portland Çimentosu Üretim Tekniğine Giriş, Mak.Müh.Odası Yayın No: 63. 1971-ANKARA
2. ÇİMENTO, ÇİTOSAN TAŞ. Halkla ilişkiler Müd. Yayını, 1987-ANKARA.
3. SHREVE R.Norris-JR.BRINK Josepha, Kimyasal Proses Endüstrileri. 1.Çev. A.İhsan ÇATALTAŞ- İnkilap-Aka Basımevi, 1983-İst.
4. ERCAN M.Kemal, Müfettiş Yrd. Çimento endüstrisinde iş hijyeni (Rapor). İSGÜM Bülteni Sayı: 9, Mayıs 1981-ANKARA.
5. Türk Standardları Enstitüsü Kataloğu, 1985-ANKARA.
6. LABAHN Otto, Çimento Mühendisleri için El Kitabı, Çev.Mahmut AKTUNA, Türkiye Çimento Sanayii TAŞ. Şafak Matbaası-ANKARA.
7. ÖZDEN Nuri, Çimento Teknolojisi, Türkiye Çimento Sanayii TAŞ.-1973.
8. ÖZDEMİR Burhanettin, Çimento Teknolojisi, Türkiye Çimento Sanayii TAŞ.-1973.
9. ÇİMİHOL, Çimento Teknolojisi, Cilt.3, Yayın No: 5 1989-ANKARA.
10. ÇİMİHOL, Çimento Teknolojisi, Cilt.4, Yayın No:5 1989-ANKARA.
11. R.S.F. Schilling, Occupational Health Practice, Second Edition, 1981.
12. BERANEK L.Leo, Noise Reduction, ref. (In English) Mc.Graw-Hill book company. 1960-TORONTO.
13. HARRIS M.Cyril, Hand Book Of Noise Control, Ph.D.Mc.Graw-Hill book company, ABD-1957.
14. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü, Resmi Gazete tarihi: 11.1.1974, R.G. Sayı: 14765.
15. Başbakanlık Gürültü Kontrol Yönetmeliği, R.G.Tarihi: 11.12.1986, R.G. Sayı: 19308.
16. ORHUN Haluk, Tekstil Sanayiinde Gürültü Sorunu Ve Çözümü, TEKSİF. 1982-ANKARA.
17. KAUFMAN E.John, IES (Illuminating Engineering Society). Lighting Handbook, 5 th. Edition USA-1972.
18. ERKAN Necmettin, Ergonomi, Milli Prodüktivite Merkezi, Yayın No: 373. 1988-ANKARA.
19. KORİNEK Frantisek, Saha Deney Yöntemleri, İSGÜM. 1981-ANKARA.
20. ERNA Haluk, Pratik Elektrik ve Uygulamalarıyla Modern Elektroteknik, 1979 İSTANBUL.
21. ERKAN Cahit, İş Sağlığı ve Meslek Hastalıkları, Ankara Üniversitesi Tıp Fak. Yayın No: 441. A.Ü. Basımevi. 1984-ANKARA.
22. AYBERS Nejat, Isıtma Havalandırma ve İklim Tesisleri. 3.Baskı. Uçer Matbaacılık 1978.
23. DERMAN Halil, Fizyoloji Ders Kitabı II. 3.Baskı. İ.Ü.Tıp Fak. Yayın.

No:68. 1966-İSTANBUL.

24. Parlayıcı, Patlayıcı, Tehlikeli ve Zararlı Maddelerle Çalışılan İş Yerlerinde ve İşlerde Alınacak Tedbirler Hakkında Tüzük. Karar Sayı: 7/7551, Yayımlanma Tarihi: 25.11.1973
25. ILO-Encyclopaedia Of Occupational Health And Safety, ref. 1983-GENEVA.





12.52 mikron dalga boyu için kuvars kalibrasyon eğrisi( $\text{SiO}_2$ )

A fabrikasından alınan toz örneğindeki  $\text{SiO}_2$  miktarını tayin etmek için, infrared spektrofotometrede elde edilen grafik.  
(Ankara.1990)

$$\frac{P_0}{P} = \frac{49}{21} = 2.33 \quad \log \frac{P_0}{P} = 0.36$$

1.12mg kütlede 0.35mg  $\text{SiO}_2$

100mg kütlede X

$$X = \frac{0.35 \times 100}{1.12} = \% 31.25 \text{ SiO}_2 \text{ (K)}$$

12.52 mikron kuvars diyagramından  
saf  $\text{SiO}_2$  (Kuvars) 0.35 mg.

$$Z = \frac{C^2}{100} \frac{K}{100} = (13.85)^2 \frac{31.25}{100}$$

$$Z = 59.94$$

Analizler sonucu elde edilen değerler.

(C)	Toz ağırlığı:	1.58mg.
	Kül ağırlığı:	1.12mg.
	Toz konsantrasyonu:	13.85mg/m <sup>3</sup>
	Inorganik toz %si:	%70.88
	Organik toz %si:	%29.12
(Z)	Zararlılık derecesi:	59.94
(K)	$\text{SiO}_2$ yüzdesi :	%31.25



B fabrikasından alınan toz örneğindeki  $\text{SiO}_2$  miktarını tayin etmek için, infrared spektrofotometrede elde edilen grafik.

(Ankara.1990)

$$\frac{P_s}{P} = \frac{36}{7} = 5.14 \quad \log \frac{P_s}{P} = 0.71$$

2.03 mg.kütle 0.66 mg  $\text{SiO}_2$

100 mg.kütle X

$$X = \frac{0.66 \times 100}{2.03} = \% 32.51 \text{ SiO}_2 \text{ (K)}$$

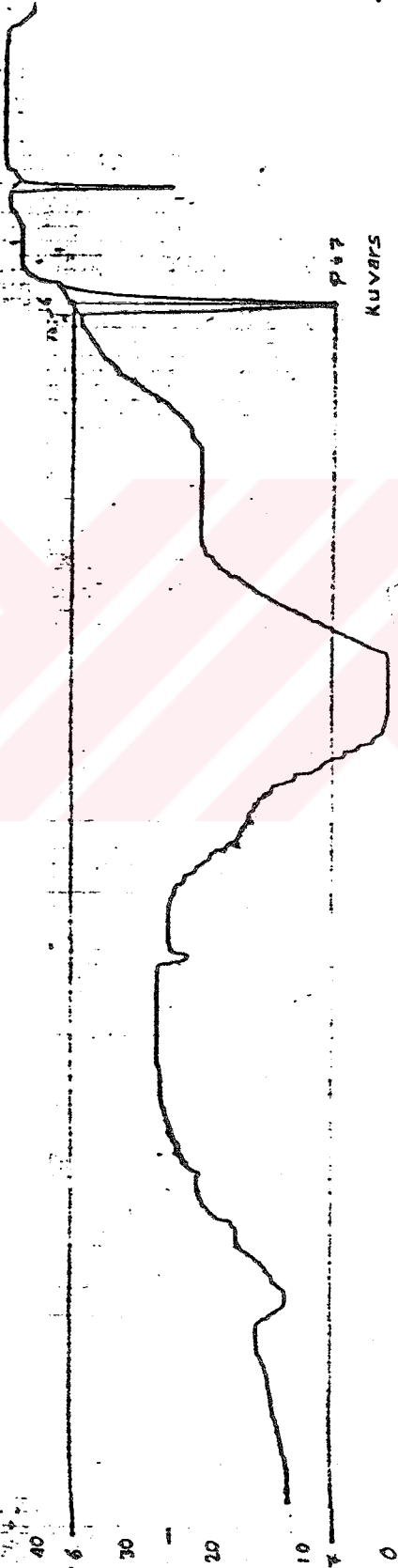
12.52 mikron kuvarş diyagramından saf  $\text{SiO}_2$  (Kuvarş) 0.66 mg.

$$Z = C^2 \frac{K}{100} = (13.69)^2 \frac{32.51}{100}$$

$$Z = 60.92$$

Analizler sonucu elde edilen değerler

edilen değerler	Toz ağırlığı
2.81	2.03
Kül ağırlığı	2.03
(C) Toz konsantrasyonu	13.69%
Inorganik toz	% 72.24
Organik toz	% 27.76
(Z) Zararlılık derecesi:	60.92
(K) $\text{SiO}_2$ yüzdesi	% 32.51



EK.4

Giysilerin çeşitli kombinasyonları için izolasyon değerlerinden bazı örnekler

---

<u>Kıyafet</u>	<u>İzolasyon değeri</u>
Çıplak.....	0.0
İç çamaşır.....	0.1
Tipik tropikal giyim: Şort, açık yakalı ve kısa kollu gömlek, ince sandalet ayakkabılar.....	0.3-0.4
İnce yazlık giysiler: Kısa iç giysi, ince kumaştan uzun paçalı pantolon, açık yakalı kısa kollu tişört.....	0.5
İnce iş kıyafeti: Kısa iç giysisi, yün çorap, iş pantolonu, pantolon içine konmayan açık yakalı pamuklu gömlek.....	0.6
Hafif takım el bise.....	0.8
Tipik iş takımı.....	1.0
Tipik iş takımı üzerinde pamuklu çeket.....	1.5
Hafif, dış spor giysileri: Pamuklu iş giysi, kısa pantolon, tişört, çorap, ayakkabı, tek katlı poplin çeket.....	0.8-1.0
Geleneksel Avrupalı iş el bisesi: Pamuklu kumaştan uzun kollu ve uzun paçalı içlik, gömlek, yün çorap, ayakkabı, pantolon, yelek çeket.....	1.5

---

## EK 5

Çeşitli fizik aktivite sırasında insandaki metabolik hızlara ilişkin bazı örnekler.

<u>Çeşitli Fizik Aktiviteler</u>	<u>Metabolik Hız</u>
<u>Dinlenmede:</u>	
Uykuda.....	0.8
Sakin otururken.....	1.0
Ayakta dururken.....	1.2
<u>Yürüyüş sırasında:</u>	
3.2 Km/Saat Hızla.....	2.0
4.4 Km/Saat Hızla.....	2.5
5.3 Km/Saat Hızla.....	3.0
6.0 Km/Saat Hızla.....	3.5
6.7 Km/Saat Hızla.....	4.0
<u>Büro İşlerinde:</u>	
Elektrikli daktilo ile dakikada 40 kelime yazarken.....	1.0
Mekanik " " " " " " " .....	1.2
Muhtelif işler yapılırken.....	1.0-1.2
Çizim işleri yapılırken.....	1.2
<u>Laboratuvarında:</u>	
Mikroskopla çalışırken.....	1.4
Genel laboratuvar işlerinde.....	1.6
Deney düzeneği hazırlanırken.....	2.2
<u>Makina işlerinde:</u>	
Hafif işlerde.....	2.0-2.5
Makina montajında.....	3.0
Ağır işlerde.....	4.0
<u>Çeşitli meslekler:</u>	
Fırıncı.....	1.4-2.0
Meşrubat fabrikasında çalışanlar.....	1.2-2.5
Odun kesme işinde.....	1.8
Oto tamircisi.....	2.2-3.0
Elle çamaşır yıkama ve ütü yapma.....	2.0-3.5
Ayakkaşı imali ve tamiri.....	2.0



EK 6

$t_d$  °C sıcaklıkta, havadaki mutlak nem ve havanın doymuş su buharı kısmi basınçları.

Kuru hazneli termometrede hava sıcaklığı  $t_d$ °C sıcaklıktaki havanın doymuş su buharı kısmi basıncı.  $t_d$ °C sıcaklıktaki havanın mutlak nemi Kuru hazneli termometrede hava sıcaklığı  $t_d$ °C sıcaklıktaki havanın doymuş su buharı kısmi basıncı.  $t_d$ °C sıcaklıktaki havanın mutlak nemi

$t_d$ °C	P <sub>1</sub>	gr/m <sup>3</sup>	$t_d$ °C	P <sub>1</sub>	gr/m <sup>3</sup>
-10	1.96	2.17	18	15.48	15.36
- 9	2.12	2.36	19	16.48	16.29
- 8	2.32	2.56	20	17.54	17.30
- 7	2.53	2.78	21	18.65	18.30
- 6	2.76	3.01	22	19.83	19.40
- 5	3.01	3.27	23	21.07	20.60
- 4	3.27	3.54	24	22.38	21.80
- 3	3.56	3.84	25	23.76	23.00
- 2	3.88	4.15	26	25.21	24.40
- 1	4.22	4.48	27	26.74	25.80
0	4.58	4.84	28	28.35	27.20
1	4.93	5.20	29	30.04	28.70
2	5.29	5.57	30	31.84	30.40
3	5.69	5.96	31	33.70	32.00
4	6.10	6.37	32	35.66	33.80
5	6.54	6.80	33	37.73	35.70
6	7.01	7.26	34	39.90	37.60
7	7.51	7.76	35	42.18	39.60
8	8.05	8.28	36	44.56	41.80
9	8.61	8.83	37	43.07	44.00
10	9.21	9.40	38	49.69	46.30
11	9.84	10.03	39.	52.44	48.80
12	10.52	10.67	40	55.32	51.20
13	11.23	11.38	41	58.34	53.80
14	11.99	12.05	42	61.50	56.50
15	12.79	12.83	43	64.80	59.50
16	13.63	13.66	44	68.26	62.50
17	14.53	14.49	45	71.88	65.50

## KLİNKERİN KİMYASAL ANALİZİ SONUÇLARI

KİMYASAL ANALİZ DEFTERİ				Numunenin alındığı tarih			
Numunenin Cinsi	Numune No.	Beton No.	Temsil Ettiği Miktar (Ton)	Analizin yapıldığı tarih			
Klinker							
GRAVİMETRİK TAYİNLER				ANALİZ TAYİNLERİ %			
Cözünmeyen Kalıntı	Toplam SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Kızdırma Kaybı	Cözünen SiO <sub>2</sub>	20.80	Dansite	12.70
				Cözünmeyen kalıntı	0.12	H.M.	2.17
				Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.55	S.M.	2.13
				Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.20	A.M.	2.04
				CaO	66.30	K.S.	96.14
				MgO	1.60	C <sub>2</sub> S	59.59
Mg <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	BaSO <sub>4</sub>	CaO		So <sub>3</sub>	0.61	C <sub>2</sub> S	14.36
				Kızdırma Kaybı	0.37	C <sub>3</sub> A	11.94
				Alkaller (Na <sub>2</sub> O + 0.658 K <sub>2</sub> O)		C <sub>4</sub> AF	9.73
				Öçülleniş		Likit	25.25
				TOPLAM	99.50	Δ k	5.1
x0.38=	x0.343=			Titrasyon CaCO <sub>3</sub> + MgCO <sub>3</sub>	79.9	Δ nc	7
				Serbest CaO	0.45		
VOLUMETRİK TAYİNLER				NOT		Analizi Yapan	
CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Serbest CaO				

EK 8

İşyerinin Ünvanı / İşyeri Sicil No:

İşyerinin Adresi :

Çalışan Toplam İşçi Sayısı :

Uygulanan Üretim Yöntemi :

İşyeri Kuruluş Tarihi :

Yıllık Üretim Kapasitesi :

İşyeri Hekimi :

İş Güvenliği Kurulu :

Son Yapılan Ortam Ölçüm Tarihi :

Son Yapılan Teftiş Tarihi :

İşyerinin Bölümleri ve Yapılan Ölçüm Sonuçları:

1- Kurma Ünitesi	Toz	Gürültü	Aydınlatma	Termal Konfor
2- Kömür Değirmeni	Toz	Gürültü	Aydınlatma	Termal Konfor
3- Farin Değirmeni	Toz	Gürültü	Aydınlatma	Termal Konfor
4- Döner Fırınlar	Toz	Gürültü	Aydınlatma	Termal Konfor
5- Çimento Değirmeni	Toz	Gürültü	Aydınlatma	Termal Konfor
6- Tor balama Ünitesi	Toz	Gürültü	Aydınlatma	Termal Konfor
7- Bakım Üniteleri		Gürültü	Aydınlatma	Termal Konfor

**Yüksek İstretim Kurumu**  
M. O.  
M. O.  
M. O.