



**OTOMOTİV PLASTİK YAN SANAYİNDE FİZİKSEL
ORTAM ÖLÇÜM SONUÇLARI VE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Orhan ATMACA

**Danışman: Doç. Dr. Serkan Bayar
Yüksek Lisans Tezi**

**Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı
2025**

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**OTOMOTİV PLASTİK YAN SANAYİNDE FİZİKSEL ORTAM ÖLÇÜM
SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

(Physical Environment Measurement Results and Evaluation in Automotive Plastic Supply
Industry)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Orhan ATMACA

Danışman: Doç. Dr. Serkan BAYAR

Erzurum
Nisan, 2025

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Orhan ATMACA tarafından hazırlanan “Otomotiv Plastik Yan Sanayinde Fiziksel Ortam Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi” başlıklı çalışması 09 / 04 / 2025 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Çevre Teknolojileri Bilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Hanefi BAYRAKTAR <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Danışman:	Doç. Dr. Serkan BAYAR <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Kozet BAKIRCI <i>Marmara Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Alper NUHOĞLU
Enstitü Müdürü

Aslı ıslak imzalıdır

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek Lisans Tezi olarak Doç.Dr.Serkan BAYAR danışmanlığında sunulan “Otomotiv Plastik Yan Sanayinde Fiziksel Ortam Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş ve Kuramsal Temeller	2	30
Materyal ve Yöntem	22	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	2	20
Sonuç ve Öneriler	19	20
Tezin Geneli	20	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Orhan ATMACA	Doç.Dr.Serkan BAYAR
9.4.2025	9.4.2025
İmza: Aslı ıslak imzalıdır	İmza: Aslı ıslak imzalıdır

* Tez ile ilgili YÖKTEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum bu çalışmada Yüksek Lisans öğrenimim boyunca bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren, fikirlerini paylaşan, destekleriyle, yardımlarıyla, bilgi, birikim ve tecrübeleriyle destek olan değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Serkan BAYAR’a teşekkürlerimi sunarım.

Tezin hazırlanma aşamasında PO LIGHTING TURKEY ENDÜSTRİYEL ÜRÜNLER İMALAT VE TİC. A.Ş. firması yöneticilerine ve tez süresince bilgi birikim konusunda destek olan iş arkadaşlarıma ve çalışmalarımı yürüttüğüm süre zarfında daima desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Orhan ATMACA



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OTOMOTİV PLASTİK YAN SANAYİNDE FİZİKSEL ORTAM ÖLÇÜM SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Orhan ATMACA

Danışman: Doç. Dr. Serkan BAYAR

Amaç: Bu çalışmada, Otomotiv Plastik Yan Sanayinde Fiziksel Ortam Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi yapılmıştır. Parametreler özelinde üretim sahasında ölçüm yapılmış ve sahada toplanılan numuneler laboratuvar ortamında analiz edilerek sonuçlar elde edilmiş ve değerlendirmeleri yapılmıştır.

Yöntem: Parametre bazında her bir parametre ölçülmüş ve analiz edilmiştir.

Bulgular: Otomotiv plastik yan sanayinde örnek olarak alınan PO Lighting firmasında tesis genelinde ortam koşullarını tespit etmek için daha önce yapılan risk değerlendirmeleride referans alınarak fiziksel ve kimyasal ortam ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm parametreleri; Aydınlatma, Termal Konfor, Titreşim, Gürültü, Toz, Ağır Metal ve VOC (Volatile Organic Compound – Uçucu Organik Bileşik) olarak sıralanabilir. Ayrıca her parametre yerel ve uluslararası geçerliliği olan metotlarla ölçüm ve analizleri tamamlanmıştır. Ölçülen her parametre yerel ve uluslararası yönetmeliklerle kıyaslanarak insan sağlığı, çalışma koşulları ve ergonomik çalışma koşulları açısından değerlendirilmiştir.

Tesis genelinde 34 Aydınlatma, 10 Termal Konfor, 5 Titreşim, 11 Gürültü, 19 Toz, 5 Ağır Metal ve 6 VOC (Volatile Organic Compound – Uçucu Organik Bileşik) adet ölçümler yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde parametreler özelinde değerlendirmeler yapılmıştır ve fabrikanın bazı bölümlerinde sınır değerlerin üzerinde referanslara rastlanılmıştır.

Sonuç: PO Lighting tesisinde yapılan fiziksel ve kimyasal ölçümlere istinaden birkaç parametre özelinde bazı noktalarda problemler olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen bu noktalar için yapılması gereken iyileştirmeler belirtilmiştir. Tesis kurulum aşamasında referans olması adına dikkat edilmesi gereken hususlara özellikle değinilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Otomotiv Plastik Yan Sanayi, Otomotiv Dış Aydınlatma, Aydınlatma, Termal Konfor, Titreşim, Gürültü, Toz, Ağır Metal ve VOC (Volatile Organic Compound – Uçucu Organik Bileşik), Risk Değerlendirme, İş Hijyeni Ölçümleri, PO Lighting.

Nisan 2025, 121 sayfa

ABSTRACT

MASTER THESIS

PHYSICAL ENVIRONMENT MEASUREMENT RESULTS AND EVALUATION IN AUTOMOTIVE PLASTIC SUPPLY INDUSTRY

Orhan ATMACA

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Serkan BAYAR

Purpose: In this study, Physical Environment Measurement Results and Evaluation in the Automotive Plastic Supply Industry were made. In terms of parameters, measurements were made in the production area and the samples collected from the field were analyzed in a laboratory environment and the results were obtained and evaluated.

Method: Parameters, each parameter were measured and analyzed individually.

Findings: At PO Lighting, which we take as an example in the automotive plastic sub-industry, physical and chemical environment measurements were made with reference to previously made risk assessments in order to determine the environmental conditions throughout the facility. Our measurement process; Lighting, Thermal Comfort, Vibration, Noise, Dust, Heavy Metal and VOC (Volatile Organic Compound) measurements were made. Measurements and analyzes of each parameter on a local and international scale have been completed. Each measured parameter was compared with local and international documents and evaluated in terms of human health, working conditions and ergonomic working conditions.

34 Lighting, 10 Thermal Comfort, 5 Vibration, 11 Noise, 19 Dust, 5 Heavy Metal and 6 VOC (Volatile Organic Compound) measurements were made throughout the facility. In the measurements, evaluations were made specific to the parameters and references above the limit values were found in some parts of the factory.

Results: According to the physical and chemical measurements made at the PO Lighting facility, it was determined that there were problems in some parameters at some points. The improvements that need to be made for these identified points are stated. The points to be taken into consideration during the facility installation phase are specifically stated for reference purposes.D

Keywords: Automotive Plastic Supply Industry, Automotive Exterior Lighting, Lighting, Thermal Comfort, Vibration, Noise, Dust, Heavy Metal and VOC (Volatile Organic Compound), Risk Assessment, Occupational Hygiene Measurements, PO Lighting.

April 2025, 121 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
GİRİŞ.....	1
KURAMSAL TEMELLER.....	3
Otomotiv Plastik Yan Sanayi	3
Fiziksel Ortam Koşulları	6
Aydınlatma	7
Titreşim	7
Termal Konfor.....	7
Gürültü	8
Toz	8
Ağır Metaller.....	8
VOC	9
METERYAL ve YÖNTEM	10
Üretim Sahası Parametre Ölçümleri	10
Aydınlatma Ölçümleri.....	12
Titreşim Ölçümleri	18
Termal Konfor Ölçümleri	29
Gürültü Ölçümleri	35
Toz Ölçümleri	40
Ağır Metal Ölçümleri.....	46
VOC Ölçümleri	54
ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve DEĞERLENDİRİLMESİ.....	64
Aydınlatma Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi	64

Titreşim Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi	69
Termal Konfor Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi	75
Gürültü Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi	81
Toz Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi	87
Ağır Metal Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi	92
VOC Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi	100
KAYNAKLAR	105
ÖZGEÇMİŞ	107



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Ölçüm Parametreleri.....	10
Tablo 2. Analiz Parametreleri.....	10
Tablo 3. Yönetmelik Parametreleri.....	11
Tablo 4. Yapılan Aktivite - Metabolik Oran Tablosu.....	31
Tablo 5. İş Kıyafetleri Tablosu	32
Tablo 6. Oturularak Yapılan Aktiviteler Tablosu	32
Tablo 7. Termal Termal Durumunun Kategorizasyon Tablosu.....	33
Tablo 8. Yapılan Aktivite - Metabolik Oran Tablosu.....	36
Tablo 9. Bağdaşık Maruziyet Grupları Ölçüm Toplam Süresi Belirleme Tablosu.	37
Tablo 10. Ağır Metaller Referans Element Tablosu	50
Tablo 11. VOC Referans Parametre Tablosu	58
Tablo 12. Aydınlatma Düzeyi Gündüz Ölçüm Sonuçları.....	65
Tablo 13. Aydınlatma Düzeyi Gece Ölçüm Sonuçları	66
Tablo 14. Aydınlatma Düzeyi Dış Alan Ölçüm Sonuçları	66
Tablo 15. TS EN 12464-1 Aydınlatma Sınır Değerleri (Işık Ve Aydınlatma - Çalışma Yerlerinin Aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı Çalışma Alanları).....	67
Tablo 16. TS EN 12464-2 Aydınlatma Sınır Değerleri (Işık Ve Aydınlatma - Çalışma Yerlerinin Aydınlatılması - Bölüm 2: Açık Çalışma Alanları).....	67
Tablo 17. Tüm Vücut Titreşim Ölçüm Sonuçları	70
Tablo 18. El Kol Titreşim Ölçüm Sonuçları.....	71
Tablo 19. Termal Konfor Ölçüm Sonuçları.....	76
Tablo 20. PMV Predicted Mean Vote (Tahmin Edilen Ortalama Oy) Tablosu.....	79
Tablo 21. Kişisel Gürültü Maruziyeti Ölçüm Sonuçları (Görev tabanlı)	81
Tablo 22. Toplam Toz Ölçüm Sonuçları	87
Tablo 23. Solunabilir Toz Ölçüm Sonuçları	88
Tablo 24. Ağır Metaller Ölçüm Sonuçları	93
Tablo 25. VOC Ölçüm Sonuçları	100

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Otomotiv dış aydınlatma	4
Şekil 2. Panelvan minivan kamyonet sınıfı araç	5
Şekil 3. Fiziksel ve kimyasal ölçüm parametreleri.....	7
Şekil 4. Aydınlatma ölçüm cihazı	12
Şekil 5. Masa üzerindeki ölçüm noktaları ve görev merkezine göre ölçüm noktalarının koordinatları (x, y)	14
Şekil 6. Ekranlı cihazlar ve belge okuma şeklinde yapılan işler için aydınlatma ölçüm noktaları.....	15
Şekil 7. İç Destek alanları için aydınlatma ölçüm noktaları.....	16
Şekil 8. Dış destek alanları için aydınlatma ölçüm noktaları	17
Şekil 9. El ve kol titreşim ölçüm cihazı (https://mmf.de/en/product-category/vibration-calibrators).....	18
Şekil 10. El-kol titreşim ölçüm eksenleri	20
Şekil 11. El kol titreşim ölçümleri örnek iş ekipmanları.....	21
Şekil 12. El kol titreşim ölçümleri iş ekipmanları standartları.....	22
Şekil 13. Tüm vücut titreşim ölçüm cihazı	24
Şekil 14. Tüm vücut titreşim ölçüm eksenleri.....	25
Şekil 15. Tüm vücut titreşim ölçümleri örnek iş ekipmanı bölümleri.....	27
Şekil 16. Termal konfor ölçüm cihazı	29
Şekil 17. PMV indeksi hesaplama.....	30
Şekil 18. Gürültü ölçüm cihazı.....	35
Şekil 19. Toz ölçüm cihazı	40
Şekil 20. Ağır metaller ölçüm cihazı.....	46
Şekil 21. Ağır metal analiz cihazı	51
Şekil 22. VOC ölçüm cihazı.....	54
Şekil 23. VOC analiz cihazı	61
Şekil 24. Aydınlatma ölçüm görselleri.....	68
Şekil 25. tüm vücut titreşim ölçüm görselleri	73
Şekil 26. El kol titreşim ölçüm görselleri.....	73
Şekil 27. Termal konfor ölçüm görselleri.....	79

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	: Derece Santigrad
µg	: Mikrogram
µL	: Mikrolitre
Ag	: Gümüş
Al	: Alüminyum
As	: Arsenik
Au	: Altın
B	: Bor
Ba	: Baryum
Be	: Berilyum
C	: Hava numunesi konsantrasyonu, mg/m ³
Ca	: Kalsiyum
Cd	: Kadmiyum
CO	: Karbonmonoksit
Co	: Kobalt
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
CAS	: Kimyasal maddelerin servis kayıt numarası
D	: Desorbsiyon Verimi
dB (A)	: A-frekans ağırlıklı desibel
dB (C)	: C-frekans ağırlıklı desibel
EN	: Europeane Norm (Avrupa Standartları)
Fe	: Demir
IARC	: Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı
IAQ	: Hava Kalitesi İndeksi
ICP	: İndüktif Eşleşmiş Plazma
K	: Potasyum
KMSGHY	: Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik
KMMSGÖHY	: Kanserojen ve Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik

L	: Litre
Li	: Lityum
MCE	: Karışık selüloz ester membran filtre
Mg	: Magnezyum
mg	: Mililitre
ml	: Mililitre
mg	: Miligram
Mo	: Molibden
mg/m ³	: 20 °C sıcaklıkta ve 101,3 KPa. (760 mm cıva basıncı) basınçtaki 1 m ³ havada bulunan maddenin miligram cinsinden miktarı.
NIOSH	: National Institute for Occupational Safety and Health - Ulusal Mesleki Sağlık Ve Güvenlik Enstitüsü
Na	: Sodyum
Ni	: Nikel
NO ₂	: Azotdioksit
NO ₃	: Azottrioksit
NO _x	: Nitrojenoksit
O ₃	: Ozon
OSHA	: Occupational Safety and Health Administration-Mesleki Sağlık ve Güvenlik Kurumu
P	: Fosfor
Pb	: Kurşun
PM	: Partikül Madde
ppm	: 1 m ³ havada bulunan maddenin mililitre cinsinden miktarı (ml/m ³)
PTFE	: Politetrafloroetilen
Pt	: Platin
PMV	: Predicted Mean Vote (Öngörülen Ortalama Oy)
PPD	: Predicted Percentage Dissatisfied (Beklenen Yüzde Memnuniyetsizlik)
PVC	: Polivinil klorür
Sb	: Antimon
Se	: Selenyum
STEL	: Başka bir süre belirtilmedikçe, 15 dakikalık bir süre için aşılmaması gereken maruziyet üst sınır değeri
Sn	: Kalay
Sr	: Stronsiyum

Te	: Tellür
TWA	: 8 saatlik belirlenen referans süre için ölçülen veya hesaplanan zaman ağırlıklı ortalama.
Ti	: Titanyum
Tl	: Talyum
UOB	: Uçucu Organik Bileşikler
UV	: Ultraviyole
VOC	: VOC (Volatile Organic Compound) - Uçucu Organik Bileşik
V	: Vanadyum
v	: Hava numunesi hacmi, mg/m ³
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
WBGT	: Wet Bulb Globe Temperature (Islak Ampul Küresel Sıcaklık)
Y	: İtiryum
Zn	: Çinko
Zr	: Zirkonyum

GİRİŞ

Bu tez çalışmasında otomotiv sektörü plastik yan sanayinde çalışma ortamlarında meydana gelebilecek risklerin belirlenmesi, çalışma ortamlarında kazalara sebep olabilecek ve ortam koşullarında insan sağlığı üzerinde maruziyetlere neden olabilecek devamında bir takım hastalık hatta daha ileri süreçlerde meslek hastalığı oluşturabilecek parametrelerin ölçümü, analizi, değerlendirilmesi ve parametrelerin kendi içeriğinde ilgili yasa ve yönetmeliklerle değerlendirilmesine istinaden; insan sağlığı ve ergonomik açıdan uygun koşullarda çalışma ortamı sağlamak amaçlanmıştır.

Fabrika içerisinde iş hijyeni bakımından çalışanların maruz kaldıkları fiziksel ve kimyasal risklerin ortamda yapılacak risk değerlendirmelerine istinaden risk tespit edilen bölümlerde tehlike kaynakları referans alınarak standartlara uygun ölçüm ve analiz süreçlerinden sonra yönetmelik maddeleri referans alınarak proses ve mühendislik iyileştirmeleri yapılarak uygun çalışma ortamları oluşturulması amaçlanmıştır.

Günümüzde sanayileşme ve kentleşme devamında birçok problemi meydana getirmektedir. Çevre açısından çevreye duyarlı bir şekilde yönetsel kararlar alınmalı ve ilgili yasal yükümlülükler yerine getirilmelidir. Tesisin bütününde çevreci anlayışla üretim yapılması ve çevreye verilecek zararı en aza indirmeyi amaçlayan teknolojiler kullanılmalıdır. Üretim faaliyetlerinde çalışan insanların yasa ve yönetmeliklere uygun şekilde eğitim verilerek tesisimizde çevre kültürü oluşturulması amaçlanmaktadır. Ülkemizin maddi değerleri olan hammaddelerin yasa ve yönetmeliklere uygun şekilde çevreci bir anlayışla değerlendirilmesi yeniden kullanılması uygun proseslerle geri dönüşümü sağlanarak çevresel döngüye katkı için uygun çalışma koşullarının oluşturulması amaçlanmıştır.

Çalışmanın Özgünlüğü, Amaç ve Kapsamı

Araştırma bir üretim tesisinde insan sağlığının korunması ve ergonomik çalışma koşullarının uygun olduğu bir üretim tesisi oluşturmak adına oldukça önemlidir. Ayrıca doğal kaynakların korunması ve geri dönüşüm faaliyetleri, için oldukça önemlidir. En önemli nokta ise plastik enjeksiyon ve kimyasal işlemlerin olduğu tesislerde ne tür risk faktörleri meydana çıkar bu tür durumlarda ne tür iyileştirmeler yapılması gerekmekte olduğu hakkında tezimiz fikir verecektir. Proseslerde kullanılan ekipmanların fiziksel ve kimyasal açıdan ne gibi artıları ve eksileri olduğu hakkında sahada ölçülmüş analiz ve deneylere dayanarak veriye ulaşabileceklerdir.

Bir üretim tesisinde çevreci bir üretim anlayışı, laboratuvar analizleri ve bilimsel verilere dayanarak fiziksel ortam koşullarının değerlendirilmesi ve sürdürülebilirlik ve karbon ayak izi faaliyetleri için geri dönüşümün sağlanması ülkenin kaynaklarının verimli kullanılması adına;

- ▶ İnsan sağlığının korunması,
- ▶ Doğal kaynakların verimli kullanılması geri dönüşüm faaliyetleri,
- ▶ Ergonomik çalışma koşullarının üst seviyede olması,
- ▶ Çevreci bir üretim anlayışı,
- ▶ Laboratuvar analizleri bilimsel veri kayıtları oluşturulması,
- ▶ Yasa ve yönetmeliklere uygun üretim tesisi oluşturulması,
- ▶ Çalışan personellerde çevre kültürü oluşturulması ve sürdürülebilirliği,
- ▶ Proses verimlilikleri, risk faktörleri, emniyetli çalışma koşulları, ekonomik tesis yönetimi daha birçok konuda katkı sağlayacaktır.

KURAMSAL TEMELLER

Otomotiv Plastik Yan Sanayi

Otomotiv sanayi, motorlu taşıtların üretildiği ana sanayi ile bu ana sanayinin tedarikçisi olarak yalın üretim faaliyetlerine uygun orijinal ya da yedek parça, ve ya sistem üreten yan sanayinin de bulunduğu büyük bir üretim koludur. Gelişmiş ülkelerde otomotiv sanayi ve yan sanayisi ile birlikte önemli bir ticaret kolu olup ve ekonomik açıdan ülkelere ciddi katkılar sağlayan bir sektör olmuştur. Otomotiv sanayi birçok temel sanayi kolları ile etkileşime girerek gelişimin öncüsü olmuştur. Özellikle ekonomik olarak ülkelere katkısı ülkelerin gelişiminde oldukça önem arz etmektedir.

Otomotiv sanayindeki gelişimin paralelinde üretilen ürünlerde de ciddi seviyelerde artış gözlemlenmiştir. Firmaların yalın üretim yapılarına uygun olarak verimli şekilde üretim yapabilmek için maliyet, işçilik, makine, hammadde vb. kullanımlarından en üst seviyede verim alınması için uygun üretim prosesleri oluşturmuşlardır.

Otomotiv yan sanayinde özellikle plastik parça üretimi oldukça yaygınlaşmıştır. Değişim ve gelişime bağlı olarak estetik açıdan şık görünüm müşteri açısından tercih sebebi olduğundan tasarımlar günden güne karmaşık hale gelmiştir. Günümüz teknolojileriyle plastik hammaddeye estetik açıdan şekil vermesi plastik enjeksiyon ve kalıplarla efektif hale gelmiştir. Hammadde maliyetlerinin alternatif kompozit malzemelere istinaden daha uygun olması plastik hammadde kullanımının artmasında önemli etkenlerden olmuştur. Mukavemet açısından plastik malzemelerin dayanımı yapılan gözlemlere istinaden oldukça iyi seviyelerde olduğu tespit edilmiştir.

Otomotiv yan sanayinde üretilen estetik görünümün öncülerinden biriside aydınlatma ürünleridir. Aydınlatma ürünleri yapılan taşıtların gelişimine bağlı olarak tasarım açısından günden güne gelişim göstermiştir. Bu parçaların sağlam, kaliteli, estetik görünüme sahip olmasının yanında sürüş esnasında görüş mesafeleri ve güvenlik açısından kusursuz olmaları da gerekmektedir. Bunlar düşünüldüğünde çok ileri bir teknoloji kullanılarak kusursuz tasarımlar günümüzde oluşturulmaktadır.



Şekil 1. Otomotiv dış aydınlatma

Günümüzde otomotiv yan sanayinde aydınlatma ürünleri üretim tesisleri birçok kıtada faaliyet göstermektedir. ‘‘Küresel otomotiv aydınlatma pazarı hacimler ve teknoloji geliştirme açısından önemli ölçüde büyüyor. Segmentin 2015 ile 2020 yılları arasında %7,95'lik bir Bileşik Büyüme Oranı ile büyüyeceği tahmin ediliyor. Artan araç satışları ve üretimi ile artan güvenlik kaygıları ve sıkı aydınlatma düzenlemelerinin tetiklediği teknolojik gelişmeler, otomotiv aydınlatma pazarının temel itici güçleri olmuştur. Otomotiv aydınlatma pazarı, gelişmiş ülkeler ile birlikte teknolojik olarak gelişmekte olan ülkelerde de makul bir büyümeye tanık olmaktadır. Gelişmiş pazarlar daha yeni teknolojilerin tanıtılmasıyla hareketlenirken, Asya Pasifik ve Afrika gibi gelişmekte olan bölgelerdeki pazarlar artan araç üretimiyle hareketleniyor.

Asya'nın dünyadaki en büyük otomotiv aydınlatma tüketicisi olduğu tahmin ediliyor. Hindistan, Çin, Japonya ve Güney Kore, bölgedeki otomotiv aydınlatma pazarına katkıda bulunan başlıca ülkelerdir. Artan premium araç satışları, düşük üretim maliyetleri ve olumlu hükümet politikaları nedeniyle birçok otomotiv şirketi Asya'daki tesislerini genişletiyor. İleri teknolojiye olan talebin artması nedeniyle Kuzey Amerika'nın otomotiv aydınlatmasında ikinci büyük pazar olduğu tahmin ediliyor. Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerde yüksek büyüme yaşanırken, Avrupa ve Kuzey Amerika pazarlarının da bu dönemde makul bir oranda büyüyeceği tahmin ediliyor.’’

Bu çalışmada ise otomotiv yan sanayi aydınlatma kolunda faaliyetine yeni başlayan PO Lighting firması referans üretim tesisi olarak seçilmiştir. Üretim tesisimiz global ölçekte faaliyet gösteren yabancı menşeli marka değeri yüksek ana sanayilere aydınlatma ürünleri üretmektedir. Üretim tesisi teknolojilerinde Panelvan Minivan Kamyonet Sınıfı tamamen elektrikli taşıtlara dış aydınlatma ürünleri üretilmektedir.



Şekil 2. Panelvan minivan kamyonet sınıfı araç

Üretim teknolojilerine gelecek olursak;

Hammadde temini: Vakum pompaları tarafından üretilen basınç altında bir boru hattı sistemi (Merkezi Kurutucular Sistemi) tarafından enjeksiyon makinelerine granül plastik malzeme temini sağlanır. Vakum boruları ile tüm enjeksiyon kalıplama makinelerine verilir.

Enjeksiyon Kalıplama: Plastik parçaları oluşturmak için kalıp içine erimiş plastik enjeksiyon işlemi yapılır. Pigmentler ve diğer ek bileşenler ve giriş karışımı bileşenleri de otomatik olarak enjeksiyon kalıplama tankları içine enjekte edilir. Yüksek tonajlı makinelerde kapanış kuvveti ile çok tamburlu kalıplarda plastik parçalar üretir.

Kaplama Ünitesi : Kaplama ünitesinde alt parçalar için iki farklı kaplama sistemi bulunmaktadır. Vernik Kaplama pürüzsüz bir yüzey sağlamak, UV ışığına maruz kalma ile sararmayı önlemek için yapılır. Metalizasyon kaplamada ise enjeksiyon kalıplamada üretilen plastik bazı alt parçaların ince reflektif metal tabakaları ile kaplanmasıdır. Bu bölümde ayrıca kaplama makinelerinin Metalize askılarının ve saclarının bakım işlemleri kapsamında kostik havuzların bulunduğu bir temizleme odası bulunmaktadır.

Montaj Ünitesi: Montaj hattında; plastik enjeksiyon kalıplama, metalize ve kaplama hatlarında üretilen ve satın alınan bileşenleri monte edilmektedir. Çeşitli makine ekipmanlar kullanılarak montaj işlemleri yapılmaktadır. Daha sonra, monte edilen birçok testten

geçmektedir. Testlerden geçen nihai ürünler bitmiş ürün haline getirilerek paketlenir ve müşteriye sevk edilir.

Lojistik Bölümü: Tesise gelen hammaddenin temini, alt parça organizasyonu, hatların beslenmesi ve bitmiş ürünlerin ana tedarikçiye ulaştırılması bu bölümde gerçekleşmektedir.

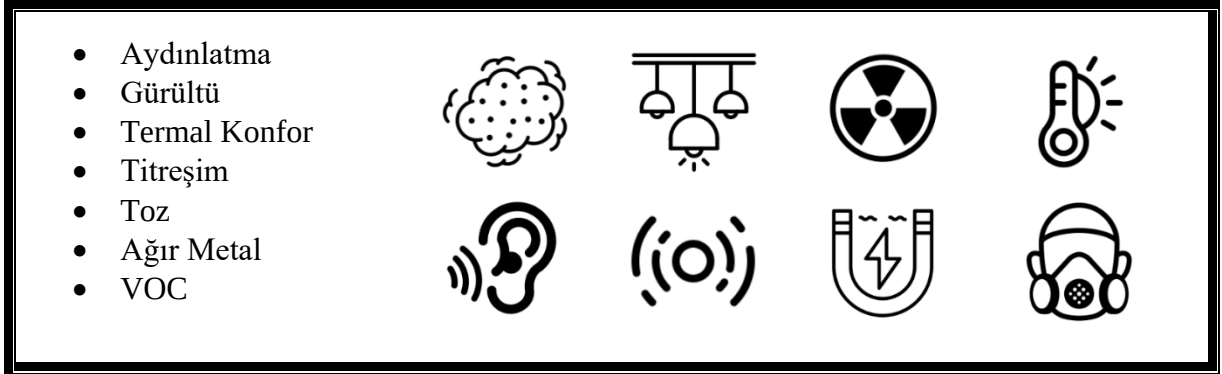
Fiziksel Ortam Koşulları

Otomotiv sanayinde plastik kullanımı beraberinde bir takım çevre sorunları oluşturmaktadır. Sistemlere giren maddelerin kullanılmayan kısımları atık niteliğinde olup bu maddelerin uygun prosesler oluşturularak geri dönüştürülmesi asıl amacımız olmaktadır. Çevre açısından çevreye duyarlı bir şekilde yönetsel kararlar alınmalı ve ilgili yasal yükümlölükler yerine getirilmelidir. Tesisin bütününde çevreci anlayışla üretim yapılması ve çevreye verilecek zararı en aza indirmeyi amaçlayan teknolojiler kullanılmalıdır. Üretim faaliyetlerinde çalışan insanların yasa ve yönetmeliklere uygun şekilde eğitim verilerek tesisimizde çevre kültürü oluşturulması amaçlanmalıdır. Ülkemizin maddi değeri olan hammaddelerin yasa ve yönetmeliklere uygun şekilde çevreci bir anlayışla değerlendirilmesi yeniden kullanılması uygun proseslerle geri dönüşümü sağlanarak çevresel döngüye katkı için uygun çalışma koşullarının oluşturulması amaçlanmalıdır. Enerji kullanımına bağlı olarak, plastik ile üretim yapan tesislerde emisyon salınımlarından kaynaklı hava koşullarında birçok olumsuz etkilerin önüne geçebilmek adına tesislerimizde kullandığımız prosesler tercih edilirken çevre için en az zarar veren makine ekipman tercih edilmelidir. Enerji kullanımı ayrıca üretim tesislerine ciddi derecede mali yükler getirmektedir bu söz konusu durum için üretim tesisleri tasarımlarında özellikle enerji açısından en verimli prosesler oluşturulması amaçlanmalıdır.

Üretim tesisinde çalışma ortamlarında meydana gelebilecek risklerin belirlenmesi, çalışma ortamlarında kazalara sebep olabilecek ve ortam koşullarında insan sağlığı üzerinde maruziyetlere neden olabilecek devamında bir takım hastalık hatta daha ileri süreçlerde meslek hastalığı oluşturabilecek parametrelerin ölçümü, analizi, değerlendirilmesi ve parametrelerin kendi içeriğinde ilgili yasa ve yönetmeliklerle değerlendirilmesine istinaden; insan sağlığı ve ergonomik açıdan uygun koşullarda çalışma ortamı sağlamak amaçlanmaktadır.

Üretim tesisi içerisinde iş hijyeni bakımından çalışanların maruz kaldıkları fiziksel ve kimyasal risklerin ortamda yapılacak risk değerlendirmelerine istinaden risk tespit edilen bölümlerde tehlike kaynakları referans alınarak standartlara uygun ölçüm ve analiz süreçlerinden sonra yönetmelik maddeleri referans alınarak proses ve mühendislik iyileştirmeleri yapılarak uygun çalışma ortamları oluşturulması amaçlanmaktadır.

Çalışmamızda iş yeri ortam koşullarındaki fiziksel kimyasal risklerin tespitine istinaden, parametrelerin ölçümü ve değerlendirilmesi için üretim tesisinde aşağıdaki parametreler referans alınmıştır.



Şekil 3. Fiziksel ve kimyasal ölçüm parametreleri

Aydınlatma

Aydınlatma insan yaşamının sürdürülebilmesi açısından en önemli parametrelerdendir. Üretim tesislerinde ise doğal aydınlatmanın yanında yapay aydınlatmalar kullanılarak insan sağlığı açısından en ergonomik koşulların sağlanması gereklidir. Aydınlatma özellikle bir çalışma ortamında iş kazalarının yaşanmaması adına son derece önemlidir. Özellikle çalışma koşulları dikkate alındığında aydınlatmaların yetersiz olması durumunda birçok görüş ve sağlık problemlerinin yanında ürün kalitesinde problemler buna bağlı olarak üretim kayıpları meydana gelecektir. Aydınlatma koşullarının ergonomik açıdan en uygun halde olması gerekmektedir.

Titreşim

Titreşim yayan ekipmanlarla çalışmak insan vücudunda kemik, eklem ve özellikle çok yoğun seviyelerde olması durumunda kaslara aşırı baskı yapmaktadır. Sürekli titreşime maruz kalınan bölgelerde sinirlerin zarar görmesine neden olabilir. El aletlerinin özellikle motorla çalışan spiral, matkap vb. el kol titreşimi açısından riskli grupta olurken iş makineleri sınıfında yer alan ekipmanların yanında forklift, reach truck, tow truck gibi lojistik ekipmanları ise genelde tüm vücut titreşimi açısından risk teşkil etmektedir. Özellikle ekipmanlar satın alma sürecinde titreşim seviyelerinin insan sağlığı üzerindeki etkilerde dikkate alınarak seçil yapılması gereklidir..

Termal Konfor

Termal konfor sıcaklık insan sağlığı açısından en önemli parametrelerdendir. Üretim tesislerinde çalışma ortamında uygun sıcaklıklar sağlanmazsa personellerin çalışma

koşullarında birçok problem meydana gelecektir. Soğuk ortam olması durumunda soğuk algınlığı vb. hastalıklar takip ederken çok sıcak olmasında ise aşırı terlemeye bağlı sağlık problemleri meydana gelecektir. Üretim tesisleri tasarlanırken ortamın nemi, hava akımı, iklimlendirme ve havalandırma sistemleri çok iyi dizayn edilmelidir. Ayrıca binanın fiziksel özellikleri iklim koşullarına uygun olması gerekmektedir. Uygun şartlarda sağlanamayan çalışma koşulları personellerde motivasyon düşüklüğüne sebep olacaktır. Personellerin giydiği kıyafetlerde mevsim koşullarına uygun olarak seçilmelidir.

Gürültü

İnsan hayatının konforunu etkileyen en önemli faktörlerden biriside kesinlikle gürültüdür. Üretim tesislerinde gürültü çalışanların dikkatini dağıtan, mental ve fizyolojik açıdan rahatsızlık veren ileri seviyelerinde insan sağlığına duyma problemleri ile zarar veren riskli parametrelerdendir. Kişinin uzun süre gürültüye maruz kalması yorgunluk stres vb. problemleri devamında getirmektedir. Ayrıca aşırı gürültülü ortamlarda yeterli seviyede tedbirler alınmazsa iş kazaları kaçınılmaz hale gelmektedir. Özellikle dikkat ettiğinizde havalimanlarının genellikle çok uzak lokasyonlarda seçilmesinin en önemli sebeplerinden biriside çevreye alandan yayılan gürültü seviyesidir. Üretim tesislerinde özellikle seçilen makine ekipmanların gürültü seviyeleri ergonomik açıdan uygun nitelikte seçilmesi oldukça önemlidir.

Toz

Soluduğumuz havada gözümüzle göremediğimiz partiküllerle doludur. Bu partiküllerin bir kısmı solumaya bağlı olarak insan sağlığı açısından özellikle akciğerlerde problem oluşturmaktadır. Üretim tesislerinde kullanılan ekipmanların ortama yaydığı solunabilir ve ortam toz miktarı oldukça önemlidir. Örneğin bir ilaç sanayinde toz faktörü oldukça önemli iken ortamda ekstra binlerce tedbir alınırken bir taş ocağı tesisinde ise toz faktörü inanılmaz seviyelere çıkmaktadır. Yapılan işin niteliğine göre insan sağlığı açısından toz parametresine uygun tedbirler alınmalıdır. Özellikle tesisler dizayn edilirken seçilen yapı malzemesi, zemin malzemeleri, kullanılan hammaddeler vb. binlerce faktörün seçiminde toz faktörü dikkate alınmalıdır. Gözle görülmeyen bazı tozlar cam elyaf vb. insan sağlığı açısından çok büyük problemlere neden olabilir. Çalışma ortamlarında özellikle toz parametresi görüş, hava kalitesi gibi ergonomik çalışma parametrelerini doğrudan etkilemektedir.

Ağır Metaller

Ağır metaller çok düşük konsantrasyonlarda bile insan sağlığı üzerinde olumsuz etki gösterebilen parametrelerdendir. Genellikle insana ağız solunum yada temasa bağlı olarak deri

yoluyla alınmaktadır. Bazı ağır metaller vücuttan atılamazken bazı referanslar insan vücudunda kalarak belirli konsantrasyonlara geldiğinde çok ciddi rahatsızlıklara sebep olabilmektedir. Üretim tesislerinde ağır metalle çalışılan proseslerde özellikle ekstra tedbirler almak gerekebilir. Mühendislik uygulamalarının yanında maruziyeti önlemek adına kişisel koruyucu tedbirlerde kaçınılmazdır.

VOC

Uçucu Organik Bileşikler özellikle endüstride yaygın kullanımı vardır. Özellikle kimyasal kullanımına bağlı olarak boyama işleri, vernik solvent işleri, yapı malzemeleri imalatı, petrol türevleri imalatı ve akaryakıt istasyonları vb. bir çok alanda karşımıza çıkmaktadır. Uçucu organik bileşikler insan vücuduna solunum, deri, göz teması vb. koşullara bağlı olarak girmektedir. İnsan sağlığı üzerinde birçok ciddi rahatsızlıklar meydana getirebilmektedir. Üretim tesislerinde uçucu organik bileşiklerin kullanımından korunmak adına proseslerin dizaynı, kullanılan malzemenin niteliği çok iyi seçilmelidir. Havadaki uçucu organik bileşiklerden özellikle korunmak adına kişisel koruyucu ekipmanlar kritik seviyede önemlidir, özellikle maskeler, kimyasallara karşı dayanıklı tulumlar seçilen ekipmanlar işin niteliğine uygun olmalıdır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Üretim Sahası Parametre Ölçümleri

Üretim sahasında çalışan personellerin yapılan risk değerlendirmeler referans alınarak çalışma koşullarını belirlemek için aşağıdaki ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Ölçüm Parametreleri

	Parametre	Ölçüm Standartı
Fiziksel Parametreler	Aydınlatma	COHSR-928-1-IPG-039-2009 -İşyerindeki Aydınlatma Düzeylerinin Ölçümü
	Termal Konfor	TS EN ISO 7730 Orta Dereceli Termal Ortamlar için PMV ve PPD İndislerinin Tayini,Termal Rahatlık Şartlarının Belirlenmesi
	Gürültü	TS EN ISO 9612:2009-06 (Maruziyet) Çalışma Ortamında Maruz Kalınan Gürültünün Ölçülmesi
	Titreşim	TS EN 1032+A1:2011 & TS ISO 2631-1(Tüm Vücut) Tüm Vücut Titreşim Maruziyetinin Belirlenmesi & Mekanik titreşim ve şok - tüm vücut titreşime maruz kalma değerlendirilmesi
	Titreşim	TS EN ISO 5349-1 & TS EN ISO 5349-2(El-KOL) Mekanik titreşim-Kişilerin maruz kaldığı elle iletilen titreşimin ölçülmesi ve değerlendirilmesi & Mekanik titreşim - Kişilerin maruz kaldığı, elden vücuda iletilen titreşimin ölçülmesi ve değerlendirilmesi - Bölüm 2
Kimyasal Parametreler	VOC	TS ISO 16200-1 Havada Uçucu Organik Bileşik Konsantrasyonu Tayini
	Toz	MDHS 14/3 Toplam ve Solunabilir Toz Tayini
	Ağır Metal	NIOSH 7302 Ağır Metaller Tayini

Tablo 2. Analiz Parametreleri

	Parametre	Analiz Standartı
Kimyasal Parametreler	VOC	Analiz standartı : TS ISO 16200-1 (İşyeri Hava Kalitesi-Uçucu Organik Bileşiklerden Numune Alma ve Çözücü Desorpsiyonu/Gaz Kromatografisiyle Tayini)
	Toz	Analiz standartı : MDHS 14/3 (Solunabilir & Toplam Tozun Gravimetrik Tayini)
	Ağır Metal	Analiz Standartı : NIOSH 7302 (Icp İle Ağır Metaller Tayini)

Tablo 3. Yönetmelik Parametreleri

Parametre		İlgili Yönetmelikler
Fiziksel Parametreler	Aydınlatma	İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmeliği TS EN 12464-1 (İç Mekan Aydınlatma Sınır Değerler) TS EN 12464-2 (Dış Mekan Aydınlatma Değerler)
	Termal Konfor	İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik
	Gürültü	Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik
	Titreşim	Çalışanların Titreşim İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik
Kimyasal Parametreler	VOC	KMMSGÖHY: Kanserojen ve Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik
		KMSGHY: Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik
		NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health - Ulusal Mesleki Sağlık Ve Güvenlik Enstitüsü
		OSHA: Occupational Safety and Health Administration-Mesleki Sağlık ve Güvenlik Kurumu
	Toz	Tozla Mücadele Yönetmeliği
	Ağır Metal	KMMSGÖHY: Kanserojen ve Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik
		KMSGHY: Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik
		Tozla Mücadele Yönetmeliği
		NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health - Ulusal Mesleki Sağlık Ve Güvenlik Enstitüsü
		OSHA: Occupational Safety and Health Administration-Mesleki Sağlık ve Güvenlik Kurumu

Aydınlatma ölçümleri

Bu ölçüm iç ve dış çalışma alanlarında yapay ve doğal aydınlatma değerlerinin metotta belirtildiği üzere lüksmetre ile ölçümlerinin gerçekleştirilip yönetmelikte kabul gören standartların sınır değerlerine göre karşılaştırılmasını kapsamaktadır.

Ölçüm standardı olarak COHSR 928-1 IPG-039 Çalışma Alanlarında Aydınlatma Seviyelerinin Ölçülmesi referans alınmıştır. Ölçümler lüksmetre ile yapılmıştır.



Şekil 4. Aydınlatma ölçüm cihazı (<https://www.testo.com/tr-TR/testo-540/p/0560-0540>)

Tanımlar ve semboller

Lüks; 1 metre yarıçaplı bir kürenin merkezinde bulunan, 1 candela şiddetindeki ışık kaynağının 1 metrekarelik küre yüzeyinde oluşturduğu aydınlanma şiddetidir.

Ölçüm prensibi

Belirlenen çalışma alanında lüksmetre kullanılarak 4 farklı noktada metoda uygun olarak aydınlatma seviyesi belirlenir. Ölçülen aydınlatma değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak aydınlatma seviyesi belirlenir.

Genel olarak ölçüm yapılan alanlar aşağıdaki gibidir;

- Masa, Tezgah vs Çalışma Alanlarındaki Aydınlatma Ölçümleri (Ofis Masası, Çalışma Tezgahı vb.),
- Ekranlı Cihazlar ve Belge Okuma İşleri İçin Aydınlatma Ölçümleri (Bilgisayar, Doküman vb.),
- İç Destek Alanları Aydınlatma Ölçümleri (Geçiş Holleri, Merdiven Sahası, Depo vb.),

- Dış Destek Alanları Ölçümleri (Otopark, İnşaat Şantiyesi vb.),
- Havaalanı Apronları.

Ölçüm öncesi yapılacaklar

► Öncelikle aydınlatma seviyesi ölçülecek çalışma alanı belirlenir. Çalışma alanında yapılan iş ve işler yetkili kişiler ile kesin şekilde kararlaştırılır.

► Belirlenen iş faaliyetlerinin gerçekleştiği alanın krokisi tesis yetkililerinden istenir. Eğer temin edilemezse kabataslak bir plan çizilir.

► Plan üzerinde tüm aydınlatma kaynakları belirlenerek işaretlenir. Aydınlatma kaynaklarının çeşitleri tespit edilir (doğal aydınlatma, yapay aydınlatma vs). Aynı plan üzerine çalışma alanları kabaca çizilir.

► Tesis yetkililerinden tüm aydınlatma kaynaklarının aktif hale getirilmesi talep edilir. Bazı aydınlatma kaynaklarının tam verimle çalışması zaman alacağından ölçümler için aydınlatma kaynaklarının tam verimde çalışması beklenmelidir. Bazı durumlarda ise aydınlatma kaynakları günlük iş faaliyeti sonunda toz, aerosol vb. gibi etmenlerden dolayı yüzeyleri ışığı engelleyecek şekilde kirlenebilir. Ölçüm öncesinde tesis yetkilisinden aydınlatma kaynaklarının temizlenmesi istenmelidir.

- Lüksmetrenin pillerinin olup olmadığı kontrol edilir.
- Lüksmetre bir kere aç-kapa yapılır. Kapağı takılarak sıfırlama kontrol edilir.
- Gerekli bilgiler ve çizimler forma işlendikten ölçüm işlemlerine başlanır..

Ölçüm işlemleri

Masa, Tezgâh vs. Çalışma Alanlarındaki Aydınlatma Ölçüm İşlemleri;

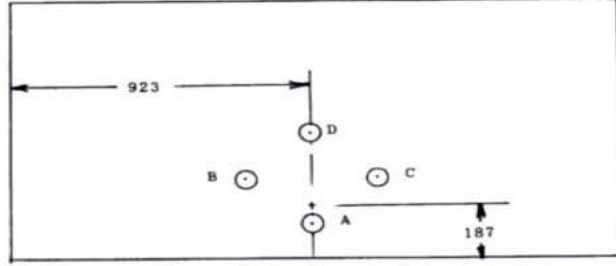
► Bu tip çalışma alanlarında, genel olarak masa veya tezgah üzerinde iş faaliyetinin sürdüğü 4 noktada ölçümler gerçekleştirilir. Ölçüm yapılan noktaların uzaklığı mümkünse 20 cm'yi aşmamalıdır. Bazı endüstriyel iş faaliyetlerinde ölçüm yapılacak dört nokta yeterli olmayabilir. Bu durumlarda çalışma alanı ızgaralara bölünerek farklı noktalardan ölçümler alınır.

► Ölçümler alınırken aydınlatmanın geldiği yöne dikkat edilmelidir. Ölçüm yapan personelin gölgesi ölçüm yapılan noktalar üzerine düşmemelidir.

► Öncelikle ölçüm yapılacak noktalar forma işlenir ve gerekiyorsa çizimle desteklenir.

► Lüksmetre açılır ve belirlenen noktalarda (masa veya iş tezgâhının üstünde 4 noktada) sırayla ölçme işlemleri gerçekleştirilir. Ölçüm sonuçları mutlaka lüksmetrenin hold tuşuna basılarak alınmalıdır..

- Yapılan ölçümlerin aritmetik ortalamaları ölçülen alana ait aydınlatma seviyesini gösterir.
- Ölçüm sonuçlarının değerlendirilebilmesi adına değerlendirme standardında yer alan iş faaliyetleri ile eşleştirilir.
- Ölçüm yapılan bölgedeki kişiye ait bilgiler (Ad, Soyadı, Kimlik No vb.) forma işlenir.



Point	x	y
A	0	-110
B	-152	42
C	152	42
D	0	195

Şekil 5. Masa üzerindeki ölçüm noktaları ve görev merkezine göre ölçüm noktalarının koordinatları (x, y)

Ekranlı Cihazlar ve Belge Okuma Şeklinde Yapılan İşler İçin Aydınlatma Ölçüm İşlemleri;

► Ekranlı cihazlar (bilgisayar, kumanda masası vs) genellikle bir görüntü cihazı (monitör) ve kontrol ünitesinden (klavye) oluşmaktadır. Bu tip cihazların kullanımında farklı ölçüm noktalarında ölçümleri gerçekleştirmek gerekmektedir. Ölçümler monitörün üst kısmında 2 farklı noktada ve aralarında 10 cm uzaklık olacak şekilde yapılmalıdır. Klavye üzerinde ise yine 2 farklı noktada ancak aralarında 20 cm uzaklık olacak şekilde gerçekleştirilmelidir. Ölçümler gerçekleştirilirken lüksmetre mutlaka zemine göre yatay (yere paralel) konumlandırılmalıdır.

► Ölçümler alınırken aydınlatmanın geldiği yöne dikkat edilmelidir. Ölçüm yapan personelin gölgesi ölçüm yapılan noktalar üzerine düşmemelidir.

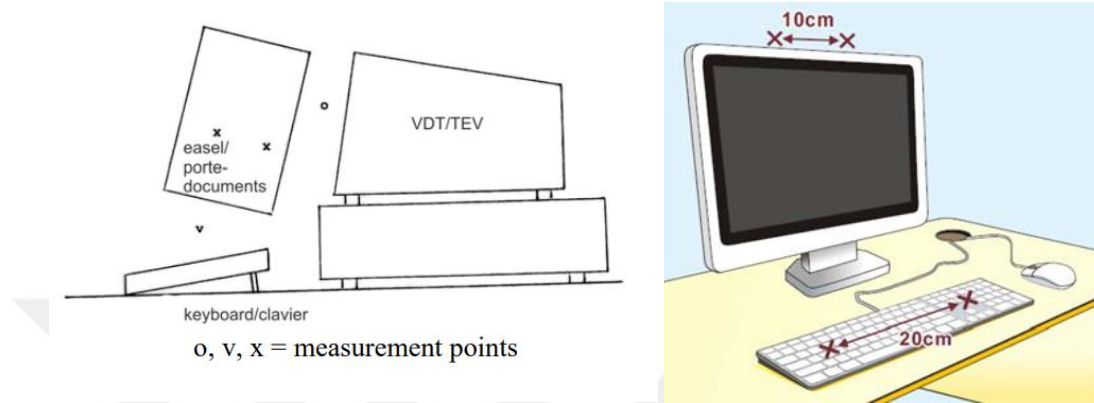
► Öncelikle ölçüm yapılacak noktalar forma işlenir ve gerekiyorsa çizimle desteklenir.

► Lüksmetre açılır ve belirlenen noktalarda (monitör ve klavye üzerinde) sırayla ölçme işlemleri gerçekleştirilir. Ölçüm sonuçları mutlaka lüksmetrenin hold tuşuna basılarak alınmalıdır.

► Ayrıca belge okuma şeklinde devam eden iş faaliyetleri için belge üzerinde ölçümler alınmalıdır. Bunun için belge üzerinde 2 farklı noktada ve bu noktalar arasında 10 cm uzaklık olacak şekilde ölçümler gerçekleştirilmelidir. Ölçümler gerçekleştirilirken lüksmetre belgenin okunma açısına göre belgeye yatay şekilde konumlandırılmalıdır ve sırayla ölçme işlemleri gerçekleştirilir.

► Gerekli ölçümlerin ardından veriler forma işlenir.

- Yapılan ölçümlerin aritmetik ortalamaları ölçülen cihaza ait aydınlatma seviyesini gösterir.
- Ölçüm sonuçlarının değerlendirilebilmesi adına değerlendirme standardında yer alan iş faaliyetleri ile eşleştirilir.
- Gerekli ölçümlerin ardından veriler forma işlenir.
- Ölçüm yapılan bölgedeki kişiye ait bilgiler (Ad, Soyadı, Kimlik No vb.) forma işlenir.



Şekil 6. Ekranlı cihazlar ve belge okuma şeklinde yapılan işler için aydınlatma ölçüm noktaları

İç Destek Alanları İçin Aydınlatma Ölçüm Noktaları;

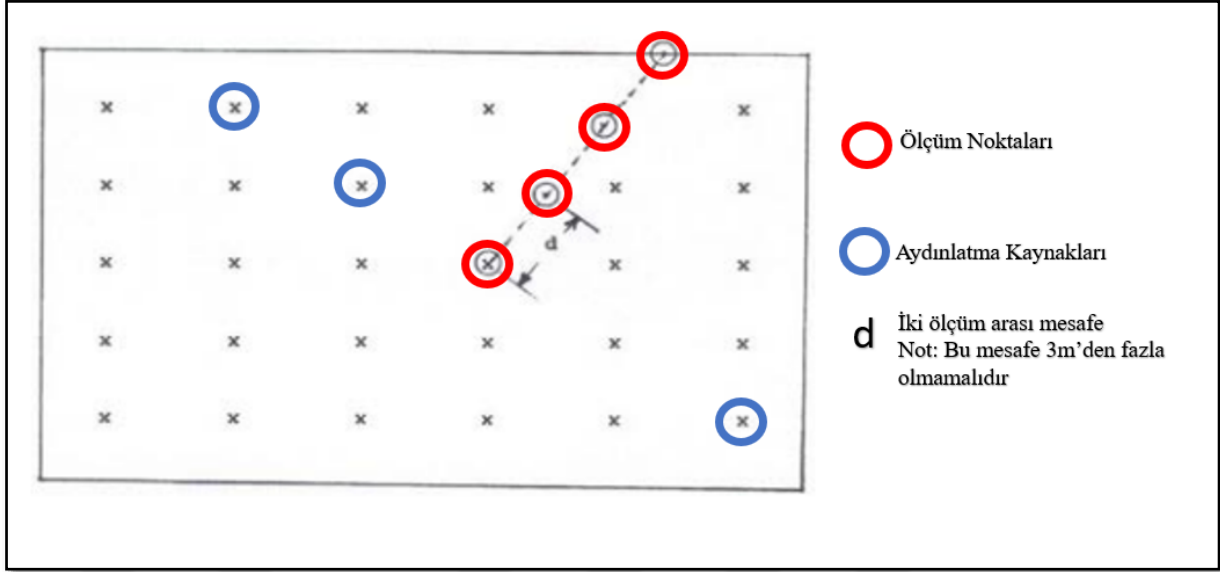
► İşletmelerde iç destek alanları oldukça fazladır. Bu alanlar genel olarak geçiş holleri, merdiven sahaları, makine ve tezgâhlar arası çalışma alanları veya ofislerde masa gibi harici bölümleri kapsayan alanlardır. Bu gibi alanlarda ölçümler belli hatlar belirlenerek gerçekleştirilir.

► Ölçüm yapılacak alanın yerleşim planı üzerinde belirlenen aydınlatma kaynakları esas alınarak ölçüm noktalarını içerecek hatlar belirlenir. Her hat üzerinde aralarında en fazla 3 m olacak şekilde en az 4 adet ölçüm noktası belirlenir. Aydınlatma kaynakları X işareti ile Ölçüm noktaları O işaretiyle belli edilerek yerleşim planına işlenir. Ölçüme aydınlatma kaynağından başlanır, ölçüm duvar kenarında sonlanır. Ölçümler yerden 1 m yükseklikte ve cihaz yere yatay gelecek şekilde tutularak yapılır Ölçüm sonuçları mutlaka lüksmetrenin hold tuşuna basılarak alınmalıdır. Sonuçlar 3 aydınlık ve 1 karanlık noktanın ölçümlerinin ortalaması olarak alınmalıdır. Eğer alan büyük ve birden fazla hatta ölçüm yapıldı ise her hat ayrı değerlendirilir .

► Endüstri alanlarında ölçümler masalar, tezgâhlar vb. yerlerden talep edilirse ölçümler direkt aynı prensiple amaca hizmet edecek şekilde belirlenen noktalardan yapılır.

► Ölçüm sonuçlarının değerlendirilebilmesi adına değerlendirme standardında yer alan iş faaliyetleri ile eşleştirilir.

► Ölçüm yapılan bölgedeki kişiye ait bilgiler (Ad, Soyadı, Kimlik No vb.) forma işlenir.



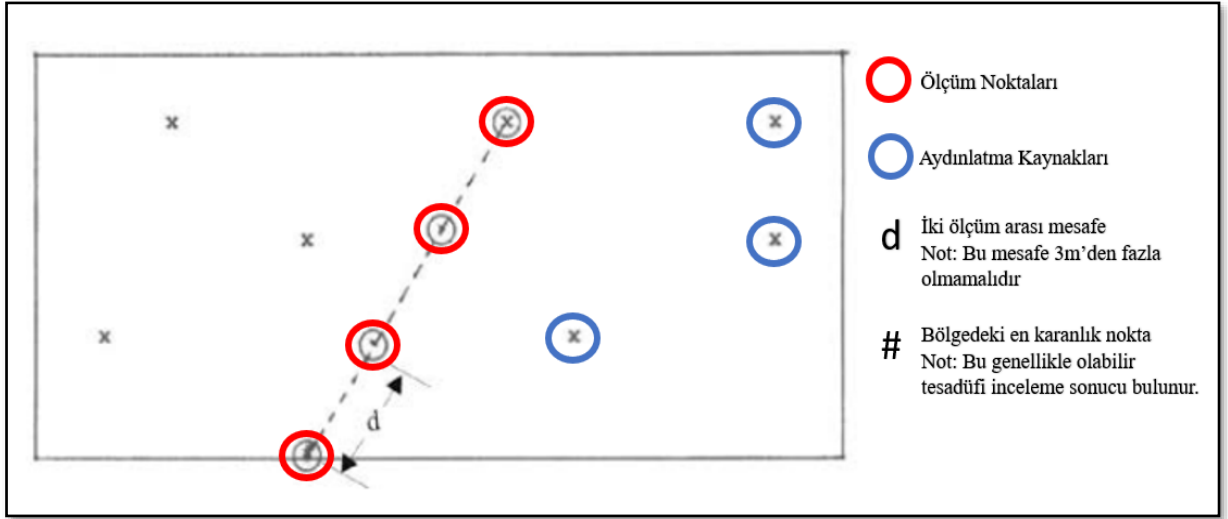
Şekil 7. İç Destek alanları için aydınlatma ölçüm noktaları

Dış Destek Alanları İçin Aydınlatma Ölçüm Noktaları;

► Dış Destek alanları daha çok otopark, inşaat şantiyesi gibi faaliyetin açık alanda olduğu alanlardır. Bu tarz alanların ölçümleri iç destek alanların ölçümlerine benzer ancak biraz farklıdır. Ölçüm adımları aşağıda yer almaktadır.

► Ölçüm yapılacak alanın yerleşim planı üzerinde belirlenen aydınlatma kaynakları esas alınarak ölçüm noktalarını içerecek hatlar belirlenir. Her hat üzerinde aralarında en az 3 m olacak şekilde en az 3 aydınlık ve 1 karanlık ölçüm noktası belirlenir. Aydınlatma kaynakları X işareti ile Ölçüm noktaları O işaretiyle belli edilerek yerleşim planına işlenir. Ölçüme en karanlık noktadan başlanır, ölçüm aydınlatma kaynağının altında sonlanır. Ölçümler yerden 1 m yükseklikte ve cihaz yere yatay gelecek şekilde tutularak yapılmalıdır. Ölçüm sonuçları mutlaka lüksmetrenin hold tuşuna basılarak alınmalıdır. Sonuçlar 3 aydınlık ve 1 karanlık ölçümün ortalaması olarak alınmalıdır. Eğer alan büyük ve birden fazla hatta ölçüm yapıldı ise her hat ayrı değerlendirilir.

► Ölçüm yapılan bölgedeki kişiye ait bilgiler (Ad, Soyadı, Kimlik No vb.) forma işlenir.



Şekil 8. Dış destek alanları için aydınlatma ölçüm noktaları

Havaalanları;

► Havaalanı apronları dış destek alanları ölçümleri gibi gerçekleştirilir. Uçakların bekleme alanları ise endüstriyel alanların ölçümü şeklinde gerçekleştirilmelidir. Ölçüm sonuçları mutlaka lüksmetrenin hold tuşuna basılarak alınmalıdır.

► Ölçüm yapılan bölgedeki kişiye ait bilgiler (Ad, Soyadı, Kimlik No vb.) forma işlenir.

Ölçüm sonrası yapılacaklar

► Lüksmetre kapağı takılarak sıfırlama kontrol edilir. Ölçüm sonrasında lüksmetre kapatılır ve korunaklı şekilde kaldırılır.

Hesaplamalar

► Metoda özgü herhangi bir hesaplama yoktur. Ölçümü yapılan alanda veya iş faaliyetinde gerçekleştirilen ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalaması alınır.

Titreşim Ölçümleri

El-kol titreşim

Bu ölçüm, çalışanların titreşimli alet, makine, iş parçaları (hava basınçlı makine, hidrolik sistemler, içten yanmalı motorla çalışan zincirli testereler, darbeli el aletleri, öğütücü elekler vb.) cihazlardan yayılan titreşimin el-kol yoluyla iletilmesi sonucu oluşan titreşim maruziyetinin belirlenmesini amaçlar.

Ölçüm standartımız TS EN ISO 5349-1 : 2005 Mekanik Titreşim – Kişilerin Maruz Kaldığı, Elle İletilen Titreşimin Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi – Bölüm 1 : Genel Kurallar ve TS EN ISO 5349-2 : 2004 Mekanik Titreşim – Kişilerin Maruz Kaldığı, Elden Vücuda İletilen Titreşimin Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi – Bölüm 2: İş Yerlerinde Ölçme Yapmak İçin Pratik Kılavuz referans alınmıştır. Ölçümler titreşimi üç eksenli ölçebilen ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 9. El ve kol titreşim ölçüm cihazı (<https://mmf.de/en/product-category/vibration-calibrators>, (<https://svantek.com/products/svan-958a-four-channels-sound-vibration-meter>)

Tanımlar ve semboller

Elle besleme yapılan makine; Titreşime maruz kalmanın elle tutulan iş parçası üzerinden gerçekleştiği, kullanıcının makinanın çalışan parçasına iş parçalarını yerleştirdiği yerdeki makina. (Örnek : Şerit testere, taşlama tezgâhları).

Elle yönlendirilen makine; Titreşime maruz kalmanın tutamaklar, direksiyon simidi veya dümen yekesi üzerinden gerçekleşecek şekilde olduğu kullanıcının elleri ile yönlendirilen makina. (Örnek : Çim biçme makinasını kullanma, motorlu palet taşıma kamyonu, salınlı taşlama makinası.)

Elle tutulan iş parçası : Titreşime maruz kalmanın motorlu aletin tutamağından daha ziyade, elle tutulan iş parçası üzerinden gerçekleşecek şekilde olduğu el içinde tutulan iş parçası. (Örnek: Bir taşlama tezgâhına karşı tutulan döküm, şerit testerede kesilen ağaç.)

Elle tutulan motorlu alet : El içinde tutulan motorlu alet. (Örnek: Elektrikli matkap, havalı keski, zincirli testere.)

Yerleştirilen alet : Bir motorlu alet veya makinanın üzerine veya içine yerleştirilen değiştirilebilir veya sökülüp takılabilir bağlantı. (Örnek: Matkap ucu, keski, zincirli testrenin zinciri, testere dişleri, aşındırıcı çark.)

İşlem : Temsilî titreşim büyüklük ölçümünün yapıldığı tanımlanabilen iş; bu bir motorlu aletin veya elle tutulan iş parçasının kullanılması veya tek bir aşamalık bir iş için olabilir.

Kullanıcı: Elle beslenen, elle yönlendirilen veya elle tutulan makina veya motorlu aletleri kullanan kişi.

Alet çalışması: Bir motorlu aletin çalışması esnasında veya kullanıcının elle iletilen titreşime maruz kaldığı esnada geçen süre.

a_{hwi} : m/s^2 cinsinden, i işlemi için frekans ağırlıklı elle iletilen titreşimin tek eksenli k.o.k. değeridir. İlâve olarak konan x , y veya z son ekleri, ölçme yönünü göstermek için kullanılır, başka bir deyişle, a_{hwix} , a_{hwiy} , a_{hwiz} ‘dir.

a_{hvi} : m/s^2 cinsinden, i işlemi için (titreşimin her üç eksenindeki a_{hwi} değerlerinin karelerinin k.o.k. değeri toplam titreşim değeri (önceki gösterilen vektörlerin toplamı veya frekans ağırlıklı ivme toplamı).

$A(8)$: m/s^2 cinsinden, günlük titreşime maruz kalmadır.

$A_i(8)$: m/s^2 cinsinden, i işleminin günlük titreşime maruz kalmaya dağılımıdır. (Kolaylık için, bu terim “kısmî titreşime maruz kalma” olarak da kullanılır.

T_o : 8 saatlik (28800 saniyelik) referans süre.

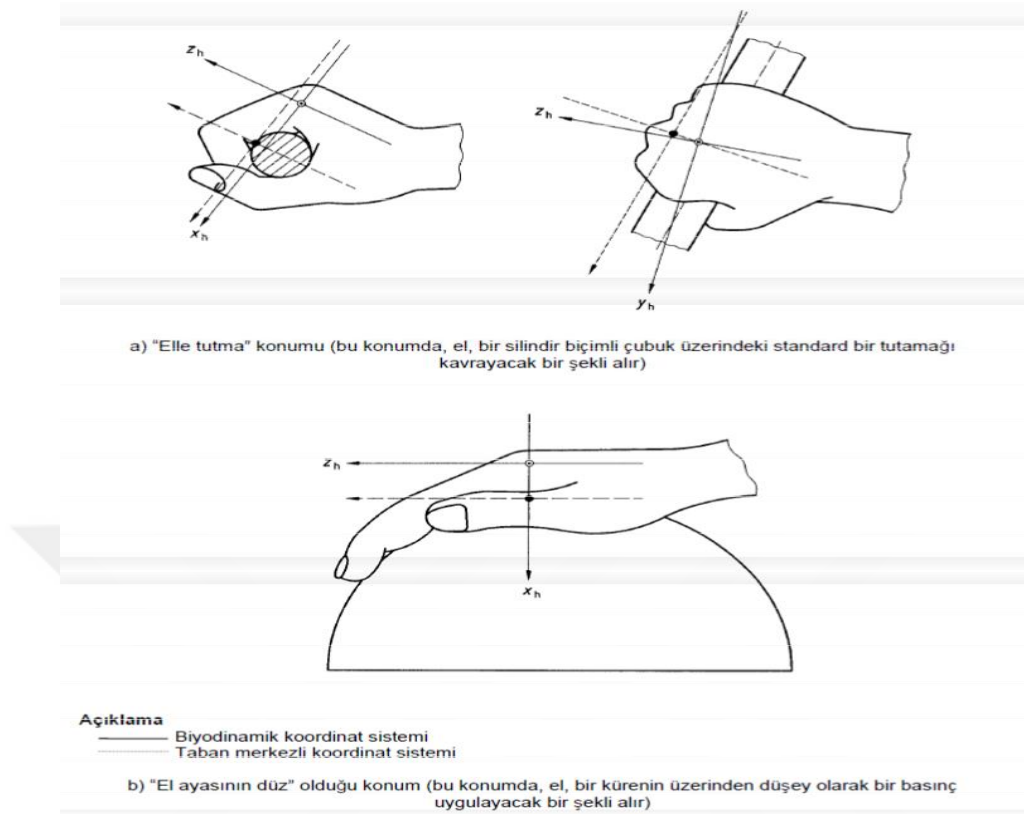
T_i : i işlemi için titreşime maruz kalınan toplam süre (günlük).

W_h : Elle iletilen titreşim için frekans ağırlıklandırma karakteristiği.

Ölçüm prensibi

El-Kol titreşim ölçümleri, titreşim kaynağından birbirine dik 3 ekseninde ($-x, -y, -z$), yayılan ivme değerlerinin W_h frekans bandında ağırlıklandırılarak zamana göre ölçülmesi ve

maruz kalınan sürenin 8 saatlik referans süreye göre değerlendirilmesidir. Titreşimler 3 farklı eksende tespit edilir.



Şekil 10. El-kol titreşim ölçüm eksenleri

Titreşim ölçümlerini gerçekleştirdiğimiz cihazlar her 3 eksendeki ölçümleri aynı anda gerçekleştirerek tek bir maruziyet değeri olarak (ahv) hesaplayabilmektedir.

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2}$$

Ölçüm öncesi yapılacaklar

► Ölçüme başlamadan önce titreşim cihazımız VC21 titreşim kalibratörü ile doğrulaması yapılır. Doğrulama ISO 8041 standardına göre kalibrasyon yapılır ve değerler ölçüm formuna yazılır.(ISO 8041'e göre Frekans 500 (rad/s) $\pm 0,5\%$ (79,577 Hz) değerinin karşılığı RMS 10 m/s² $\pm 3 \%$, Frekans 1000 (rad/s) $\pm 0,5\%$ (159,155Hz) değerinin karşılığı RMS 10 m/s² $\pm 3 \%$ 'dür.

► Öncelikle titreşim maruziyetine sebep olan işlemler belirlenir. Titreşim maruziyetine sebep olan iş faaliyetleri çalışma süresi boyunca farklı işlemlerden kaynaklanabilir. Bu işlemler ayrı ayrı belirlenmelidir. İşin yapılış şekli ve karakteristiği açıkça belirlenerek formda ilgili bölümlere işlenir. (Çalışma alanı, yapılan işin açık tanımı, çalışan bilgileri vb.).

► Çalışanın titreşim yapan aletle teması gözlenir. Hangi eliyle temas ettiğine bakılır. Kişinin kullandığı eli (sağ ve ya sol) tespit edilir. Bazı durumlarda her iki elinin de titreşime maruz kaldığı durumlar olabilir. Bu durumda ölçüm her iki el içinde gerçekleştirilmelidir. Belirlenen iş faaliyetleri sonucunda titreşim kaynakları tespit edilir, çalışma alanında titreşimi etkileyebilecek faktörler tespit edilir(zeminin durumu beton, toprak vb.) ve titreşim kaynakları hakkında bilgiler alınarak ölçüm formunda ilgili bölümlere işlenir.

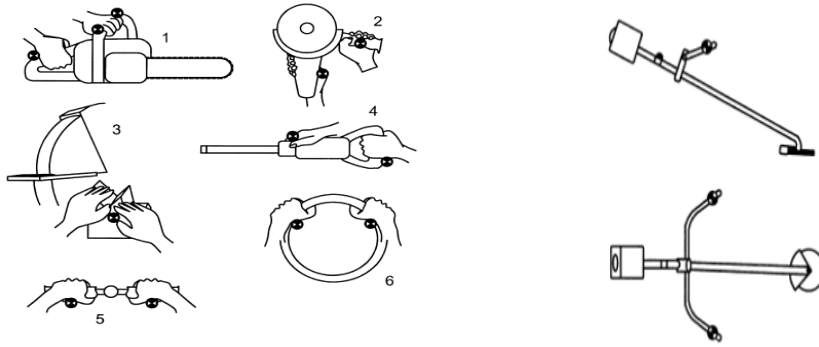
► Titreşim maruziyetini engellemek için alınan önlemler tespit edilir ve forma kaydedilir.

► Tüm titreşim faaliyetleri için ayrı ayrı maruz kalma süreleri belirlenir. Maruziyet süresinin tespit için titreşime sebep olan iş faaliyeti gözlemlenir. Ayrıca titreşime maruz kalan çalışanlardan ve İSG uzmanlarından tahmini maruziyet sürelerinin belirlenmesi istenir. Mutabık kalınan maruziyet süreleri forma kaydedilir

► Ölçüm sahasında toplanan verilere istinaden bir ölçüm stratejisi belirlenir bunlar genel olarak; uzun süreli ve kısa süreli sürekli yada darbeli olarak ölçüm stratejileri belirlenir.

Ölçüm İşlemleri

► Ölçüm işlemlerine başlamadan önce ilk olarak ölçüm cihazının pil durumu kontrol edilir, eğer gerekliyse pilleri değiştirilerek ölçüme hazırlanır. Ölçümü gerçekleştirilecek çalışma alanının sıcaklık- basınç-nem miktarları tayin edilir. Titreşim kaynağı üzerinde, titreşimin iletildiği bölge belirlenir. Aşağıda farklı tip aletler için belirlenmiş transdüser konumlandırma noktaları verilmiştir. Bu konumlar referans olarak alınabilir.



Şekil 11. El kol titreşim ölçümleri örnek iş ekipmanları

ISO Standardı	Motorlu alet tipi	Yerleşim yeri			Tıp deneyi için kuralların ayrıntıları
8862-2	Temizleme çekiçleri Perginleme çekiçleri	Açık veya kapalı ucu olan tutamak	Tabanca şeklindeki tutamak	Düz motorlu alet	Transdüserin normal konumu, besleme kuvvetinin uygulandığı yerde ana tutma kolunun uzunluğu boyunca ortada olmalıdır. Ucu açık veya kapalı tutamağı veya tabanca şeklinde tutamağı olan motorlu aletler üzerinde, harekete geçiricinin yeri, bu transdüserin yerleşimini imkânsız hale getirebilir. Bu durumda, baş parmak ile işaret parmağı arasına olabildiğince ele yakın olarak veya olabildiğince orta yere yakın olarak transdüser yerleştirilmelidir.
8862-14	Taş işleme aletleri İğne şeklindeki raspa				
8862-3	Kaya matkapları Döner çekiçler	Kaya matkabı	Ağır döner çekiçler	Hafif döner çekiçler	İki simetrik kolu olan motorlu aletler için harekete geçiricisi olmayan bir kol üzerine transdüser yerleştirilmelidir. Sönümleme sistemi olmayan motorlu aletlerin kullanılması durumunda, darbe yönüne veya darbe ucu eksenine paralel bir yönde dağılım ölçümünü yapmak uygun olur..
8862-5	Kaldırım kırıcılar Kazı çekiçleri	Kazı çekiçleri	Kaldırım kırıcı	Darbeli matkap	
8862-6	Darbeli matkaplar				

Şekil 12. El kol titreşim ölçümleri iş ekipmanları standartları

► Titreşim transdüserinin , titreşim yayan kaynağa takılabilmesi için uygun transduser adaptörü seçilir ve transdüser, adaptöre sıkıca sabitlenir.

► Adaptör titreşim kaynağına takılmadan önce eksenler (-x,-y,-z) belirlenmeli ona göre konumlandırılmalıdır. Transdüserin yeri ve yönü ölçüm formuna kaydedilmelidir. Temsili çizim ve şekillerle gösterilmelidir.

► Ölçüm transdüseri eksenlere uygun şekilde titreşim kaynağı üzerine konumlandırılmalıdır. Transdüser, titreşim kaynağı üzerinde rijit olarak bağlanmalıdır. Tam olarak sabitlenmelidir. Herhangi bir esneme veya salınım yapmamalıdır. Bu durumda ölçüm titreşimi temsil edecek şekilde gerçekleşmeyecektir. Transdüser genel olarak uygun boyutta bir adaptörle, plastik kelepçe yardımıyla titreşim kaynağına konumlandırılır. Bazı durumlarda transdüser sağlam çift taraflı bant veya benzeri reçinelerle sabitlenebilir. Sabitlendikten sonra ölçüm cihazı ile bağlantısı yapılır..

► Ölçüm cihazında tüm eksenler, Wh ağırlıklandırma bandına göre ayarlanmalıdır. Cihazın hassasiyeti ve ayarlamaları yapılır.

► Belirlenen ölçüm stratejisine göre ölçüm gerçekleştirmek üzere çalışan kişi ile bilgiler paylaşıldıktan sonra ölçümlere başlanır. Ölçümler çalışanın titreşim kaynağı teması ile başlatılmalı, temasın bittiği anda sonlandırılmalıdır. Ölçüm stratejisinde belirlenen çalışma çevrimi boyunca ölçüm devam ettirilir. Ölçüm süreleri maruziyeti temsil edebilecek sürede ve en az 1 dk boyunca devam ettirilmelidir..

► Ölçüm sonuçlarının kesinliğini arttırmak adına gün içerisinde titreşime maruz bırakan aynı iş faaliyeti için bir seri ölçüm yapılır. Bu ölçümlerin ortalamaları alınarak ölçümü yapılan iş faaliyetine ait titreşim maruziyeti tespit edilir. En az 3 seri ölçüm alınmalıdır.

► Titreşim her iki el-kola iletiliyorsa her iki el içinde gerekli konumlarda ölçümler yapılmalı ve bu ölçümler arasındaki en yüksek değer maruziyet değeri olarak alınmalıdır.

► Ölçüm sonuçları cihaz üzerinden görüldüğü gibi cihaz hafızasına da kaydedilmektedir. Ölçüm verileri ölçüm formuna kaydedilmelidir. (Ölçüm kayıtları cihaza bir numara ile kaydedildiğundan her ölçüm için kayıt numarası ölçüm formunada kaydedilmelidir.).

Ölçüm Sonrası Yapılacaklar

Ölçümden sonra titreşim cihazımız VC21 titreşim kalibratörü ile doğrulaması yapılır. Doğrulama ISO 8041 standardına göre kalibrasyon yapılır ve değerler ölçüm formuna yazılır.(ISO 8041'e göre Frekans 500 (rad/s) $\pm 0,5\%$ (79,577 Hz) değerinin karşılığı RMS 10 m/s² $\pm 3\%$, Frekans 1000 (rad/s) $\pm 0,5\%$ (159,155Hz) değerinin karşılığı RMS 10 m/s² $\pm 3\%$ 'dür. Yapılan ölçüm gerekli çizimler ve şekillerle desteklenir. Ölçüm cihaz ve ekipmanları dikkatli şekilde ayrılarak cihazın taşıma çantasına yerleştirilir.

Hesaplamalar

$$a_{hv} = \sqrt{a^2_{hwx} + a^2_{hwy} + a^2_{hwz}}$$

$$A_{(8)} = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

ahwx , ahwy , ahwz: -x,-y,-z yönlerindeki titreşim ivmeleri
ahv : m/s ² cinsinden, i işlemi için (titreşimin her üç eksenindeki ahwi değerlerinin karelerinin k.o.k. değeri toplam titreşim değeri (önceki gösterilen vektörlerin toplamı veya frekans ağırlıklı ivme toplamı).
A(8) : m/s ² cinsinden, günlük titreşime maruz kalmadır.
T : Titreşime maruz kalınan toplam süre (günlük)
To : 8 saatlik (28800 saniyelik) referans süre

Tüm vücut titreşim

Bu ölçüm, mobil (hareketli) makinalardan yayılan ve bu makinaları kullanan çalışanların maruz kaldığı tüm vücut titreşim maruziyetinin ölçülmesini amaçlar. Bu ölçümde birbirine dik 3 eksenle tüm vücuda iletilen titreşimin 0,5-80 Hz frekans bandında ağırlıklandırılarak (-x ve -y eksenleri için W_d , -z eksen için W_k) titreşim maruziyetinin 8 saatlik referans süreye göre tahmin edilmesini kapsamaktadır.

Ölçüm standartımız TS EN ISO 5349-1 : 2005 Mekanik Titreşim – Kişilerin Maruz Kaldığı, Elle İletilen Titreşimin Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi – Bölüm 1 : Genel Kurallar ve TS EN ISO 5349-2 : 2004 Mekanik Titreşim – Kişilerin Maruz Kaldığı, Elden Vücuda İletilen Titreşimin Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi – Bölüm 2: İş Yerlerinde Ölçme Yapmak İçin Pratik Kılavuz referans alınmıştır. Ölçümler gürültü ve üç eksenli titreşim ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 13. Tüm vücut titreşim ölçüm cihazı (<https://mmf.de/en/product-category/vibration-calibrators>, <https://svantek.com/products/svan-958a-four-channels-sound-vibration-meter> <https://svantek.com/accessories/sv-38-iepe-whole-body-seat-accelerometer>)

Tanımlar ve semboller

İşlem; Temsilî titreşim büyüklük ölçümünün yapıldığı tanımlanabilen iş; mobil makinaların kullanılması, yükleme boşaltma yapma vb.

Kullanıcı; Mobil makinayı kullanan kişi.

a_{wi} : m/s^2 cinsinden, frekans ağırlıklı titreşimin büyüklüğünün ifadesidir. Ölçme yönleri x, y, z olarak tanımlanır dikey eksenlerle yapılan ölçümler a_{wx} , a_{wy} , a_{wz} 'dir.

a_{wmax} : $\max(1,4 a_{wx}, 1,4 a_{wy}, a_{wz})$

$a_{w(8)}$: m/s^2 cinsinden, günlük titreşime maruz kalmadır.

To: 8 saatlik (28800 saniyelik) referans süre.

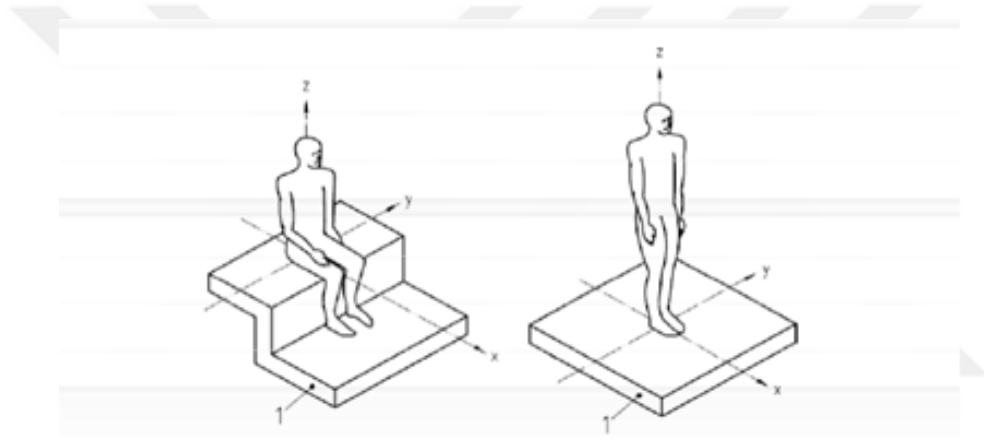
Ti : i işlemi için titreşime maruz kalınan toplam süre (günlük).

Wd: Tüm vücut titreşimi için frekans ağırlıklandırma karakteristiği (-x ve -y eksenleri için).

Wk: Tüm vücut titreşimi için frekans ağırlıklandırma karakteristiği (-z eksenini için).

Ölçüm prensibi

Tüm vücut titreşim ölçümleri, titreşim kaynağından birbirine dik 3 ekseninde (-x,-y,-z), yayılan ivme değerlerinin -x ve -y eksenlerinde Wd, -z ekseninde Wk frekans bandında ağırlıklandırılarak zamana göre ölçülmesi ve maruz kalınan sürenin 8 saatlik referans süreye göre değerlendirilmesidir. Titreşimler 3 farklı ekseninde tespit edilir.



Şekil 14. Tüm vücut titreşim ölçüm eksenleri

Çalışanın Çalışma Pozisyonuna Duruma Göre Eksenler

- X eksenini – Sırttan Göğüse Doğru
- Y eksenini - Sağ Taraftan Sol Tarafa Doğru
- Z eksenini - Kalçadan veya Ayaklardan Kafaya Doğru

Titreşim ölçümlerini gerçekleştirdiğimiz cihazlar her 3 eksenindeki ölçümleri aynı anda gerçekleştirerek tek bir maruziyet değeri olarak (a_{wmax}) hesaplayabilmektedir.

$$a_{wmax} = \max(1.4a_{wx_1} \cdot 1.4a_{wy_1} \cdot a_{wz})$$

Ölçüm Öncesi Yapılacaklar

► Ölçüme başlamadan önce titreşim cihazımız VC21 titreşim kalibratörü ile doğrulaması yapılır. Doğrulama ISO 8041 standardına göre kalibrasyon yapılır ve değerler ölçüm formuna yazılır.(ISO 8041'e göre Frekans 500 (rad/s) $\pm 0,5\%$ (79,577 Hz) değerinin karşılığı RMS 10 m/s² $\pm 3\%$, Frekans 1000 (rad/s) $\pm 0,5\%$ (159,155Hz) değerinin karşılığı RMS 10 m/s² $\pm 3\%$ 'dür.

► Öncelikle titreşim maruziyetine sebep olan işlemler belirlenir. Titreşim maruziyetine sebep olan mobil makine çalışma süresi boyunca farklı işlemlerden kaynaklanabilir. Bu işlemler ayrı ayrı belirlenmelidir. İşin yapılış şekli ve karakteristiği açıkça belirlenerek formda ilgili bölümlere işlenir. (Çalışma alanı, yapılan işin açık tanımı, çalışan bilgileri vb.).

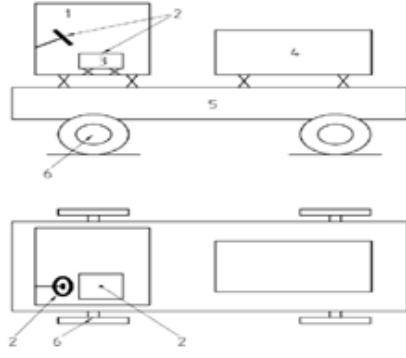
► Çalışanın titreşim yayan aletle teması gözlenir. Çalışanın mobil makine üzerindeki konumuna göre transdüserin yerleştirileceği alan belirlenmelidir. Belirlenen iş faaliyetleri sonucunda titreşim kaynakları tespit edilir, çalışma alanında titreşimi etkileyebilecek faktörler tespit edilir(zeminin durumu beton, toprak vb.) ve titreşim kaynakları hakkında bilgiler alınarak ölçüm formunda ilgili bölümlere işlenir.

► Titreşim maruziyetini engellemek için alınan önlemler tespit edilir ve forma kaydedilir.

► Tüm titreşim faaliyetleri için ayrı ayrı maruz kalma süreleri belirlenir. Maruziyet süresinin tespit için titreşime sebep olan iş faaliyeti gözlemlenir. Ayrıca titreşime maruz kalan çalışanlardan ve iş sağlığı ve güvenliği uzmanlarından tahmini maruziyet sürelerinin belirlenmesi istenir. Mutabık kalınan maruziyet süreleri forma kaydedilir. Ölçüm sahasında toplanan verilere istinaden bir ölçüm stratejisi belirlenir.

Ölçüm işlemleri

► Ölçüm işlemlerine başlamadan önce ilk olarak ölçüm cihazının batarya durumu kontrol edilir, eğer gerekliyse pilleri değiştirilerek ölçüme hazırlanır. Ölçümü gerçekleştirilecek çalışma alanının sıcaklık- basınç-nem miktarları tayin edilir. Titreşim kaynağı üzerinde, titreşimin iletildiği bölge belirlenir. Aşağıda titreşim yayılan bölgeler belirlenmiştir.



1 Kabin
2 Titreşim Temas Bölgesi
3 Koltuk
4 Motor
5 Karoser
6 Tekerlek

Şekil 15. Tüm vücut titreşim ölçümleri örnek iş ekipmanı bölümleri

► Titreşim transdüseri , çalışanın pozisyonuna ve mobil makinanın kullanım şekline göre çalışanın ayaklarının altına veya oturduğu koltuğun üstünde stabil olacak şekilde konumlandırılır.

► Transdüser konumlandırılırken eksenler (-x,-y,-z) belirlenmeli ona göre konumlandırılmalıdır. Transdüserin yeri ve yönü ölçüm formuna kaydedilmelidir. Temsili çizim ve şekillerle gösterilmelidir. Gerekliyorsa fotoğraflanmalıdır

► Transdüser, titreşim kaynağı üzerinde rijit olarak bağlanmalıdır. Tam olarak sabitlenmelidir. Herhangi bir esneme veya salınım yapmamalıdır. Bu durumda ölçüm titreşimi temsil edecek şekilde gerçekleşmeyecektir. Transdüser genel olarak sağlam çift taraflı bant veya benzeri reçinelerle sabitlenebilir. Sabitlendikten sonra ölçüm cihazı ile bağlantısı yapılır.

► Ölçüm cihazında -x ve -y eksenini, W_d , -z eksenini W_k ağırlıklandırma bandına ayarlanmalıdır. Cihazın hassasiyeti ve ayarlamaları yapılır.

► Belirlenen ölçüm stratejisine göre ölçüm gerçekleştirmek üzere çalışan kişi ile bilgiler paylaşıldıktan sonra ölçümlere başlanır. Ölçümler çalışanın titreşim kaynağı teması ile başlatılmalıdır. Temasın bittiği anda sonlandırılmalıdır. Ölçüm stratejisinde belirlenen çalışma çevrimi boyunca ölçüm devam ettirilir. Ölçüm süreleri maruziyeti temsil edebilecek sürede ve en az 3 dk boyunca devam ettirilmelidir.

► Ölçüm sonuçlarının kesinliğini arttırmak adına gün içerisinde titreşime maruz bırakan aynı iş faaliyeti için bir seri ölçüm yapılır. Bu ölçümlerin ortalamaları alınarak ölçümü yapılan iş faaliyetine ait titreşim maruziyeti tespit edilir. En az 3 seri ölçüm alınmalıdır. Titreşim ölçüm sonuçları 3 farklı ekseninde tespit edilir. -x ve -y eksenindeki titreşim değerleri 1,4 katsayısı ile çarpılır. -z eksenindeki titreşim değeri direk olarak alınır.

► Ölçüm sonuçları cihaz üzerinden görüldüğü gibi cihaz hafızasına da kaydedilmektedir. Ölçüm verileri ölçüm formuna kaydedilmelidir. (Ölçüm kayıtları cihaza bir numara ile kaydedildiğundan her ölçüm için kayıt numarası ölçüm formunda kaydedilmelidir.).

Ölçüm sonrası yapılacaklar

Ölçümden sonra titreşim cihazımız VC21 titreşim kalibratörü ile doğrulaması yapılır. Doğrulama ISO 8041 standardına göre kalibrasyon yapılır ve değerler ölçüm formuna yazılır.(ISO 8041'e göre Frekans 500 (rad/s) $\pm 0,5\%$ (79,577 Hz) değerinin karşılığı RMS 10 m/s² $\pm 3\%$, Frekans 1000 (rad/s) $\pm 0,5\%$ (159,155Hz) değerinin karşılığı RMS 10 m/s² $\pm 3\%$ 'dür. Yapılan ölçüm gerekli çizimler ve şekillerle desteklenir. Ölçüm cihaz ve ekipmanları dikkatli şekilde ayrılarak cihazın taşıma çantasına yerleştirilir.

Hesaplamalar

$$a_{wmax} = \max(1.4awx_1 \cdot 1.4awy_1 \cdot a_{wz})$$

$$A_{(8)} = a_{wmax} \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

awx , awy , awz: -x,-y,-z yönlerindeki titreşim ivmeleri
awmax : m/s ² cinsinden, i işlemi için frekans ağırlıklandırılmış maksimum titreşim değerleri.
A(8) : m/s ² cinsinden, günlük titreşime maruz kalmadır.
T : Titreşime maruz kalınan toplam süre (günlük)
To : 8 saatlik (28800 saniyelik) referans süre

Termal Konfor Ölçümleri

Bu ölçüm, ılıman çalışma ortamlarında çalışanların termal konfor algılarının belirlenmesi amacıyla TS ISO 7730 standartına göre üretim ortamının sıcaklık değeri (t_a), üretim ortamının radyal sıcaklık değeri (t_r) üretim ortamının nemi (%RH) , üretim ortamının hava akım hızı (var) gibi fiziksel parametrelerin ölçülmesi ve personellerin iş faaliyetleri (M) ve kıyafet izolasyon katsayıları (Icl) katsayıları kullanılarak PMV ve PPD indeksi değerinin hesaplanmasını kapsamaktadır.

Metodun uygulama aralığı;

- ▶ PMV için $-2 < PMV < +2$,
- ▶ Metabolik oran için 0.8 met – 4 met,
- ▶ Kıyafetizolasyonu için 0 clo – 2 clo,
- ▶ Ortam sıcaklığı için $10^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$,
- ▶ Radyal sıcaklık için $10^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$,
- ▶ Hava Akım Hızı 0 m/s – 1 m/s,
- ▶ Kısmi buhar basıncı 0 Pa – 2700 Pa' dır.

Ölçüm standardına göre TS ISO 7730:2005 Orta Dereceli Termal Ortamlar- PMVve PPD İndislerinin Tayini Termal Rahatlık İçin Şartların Belirlenmesi referans alınmıştır. Ölçümler Termal Konfor (Isı Stresi) Ölçüm cihazı ile yapılmıştır.



Şekil 16. Termal konfor ölçüm cihazı (<https://tsi.com/products/heat-stress-monitors/questemp%C2%BA-32-34-36-area-heat-stress-monitors/>)

Tanımlar ve semboller

Radyant Isı; Çalışma ortamlarındaki ısı açısından değişkenlik gösteren yüzeylerden çalışan personele veya personelden bu soğuk yada sıcak yüzeylere ısı yayılımıdır.

Bağıl Nem; Havanın bünyesinde su buharı halinde tuttuğu mutlak nemin, bulunduğu sıcaklık ve basınç koşullarında tutabildiği azami su miktarına olan oranıdır.

PMV : Predicted Mean Vote (Öngörülen Ortalama Oy)

PPD : Predicted Percentage Dissatisfied (Beklenen Yüzde Memnuniyetsizlik)

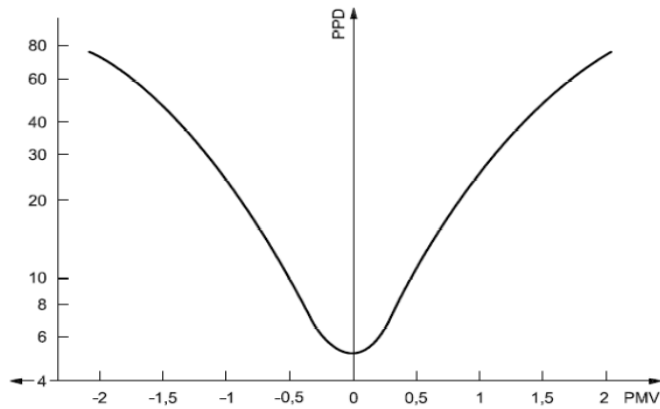
WBGT : Wet Bulb Globe Temperature (Islak Ampul Küresel Sıcaklık).

Ölçüm prensibi

Personellerin, yaptıkları faaliyetler, iş elbiseleri gibi kişisel ekipmanların etkisi ve üretim sahası sıcaklığı, radyal ısı, nemi ve hava akımı gibi fiziksel parametrelerin termal konfora etkisi vardır. Üretim ortamında bulunan personellerin termal konfor şartlarının belirlenebilmesi için Orta Dereceli Termal Ortamlar- PMV ve PPD İndislerinin Tayini Termal Rahatlık İçin Şartların standardı gereği ölçüm ve değerlendirmeler yapılarak hesaplama sonucu bulunur. Standartta bu değer PMV olarak isimlendirilmiştir. PMV değeri ortamın ısısal durumuna ilişkin fikir vererek sayısal olarak değerlendirmemize imkan tanır. Alt bölümde yer alan tabloya göre bir PMV değeri bulunur ve üretim sahasının termal olarak uygun ergonomik koşullar olması hakkında bilgi verir.

PPD; (Beklenen Ortalama Memnuniyetsizlik) Bir ortamda bulunan termal açıdan memnuniyetsiz olan kişilerin (çok sıcak veya çok soğuk kararı veren) sayısal yüzdesin veren bir indekstir.

+ 3	Sıcak
+ 2	Ilık
+ 1	Biraz Ilık
0	Nötr (normal)
- 1	Hafif serin
-2	Serin
- 3	Soğuk



Şekil 17. PMV indeksi hesaplama

Ölçüm öncesi yapılacaklar

- Öncelikle termal konfor ölçümü gerçekleştirilecek çalışma alanı detaylı şekilde incelenir. Ortamın ısıtma, soğutma kaynaklarının konumları tespit edilir. Varsa ortamın havalandırma sistemi hakkında bilgi istenir. Pencereilerin açık olup olmadığı, havalandırma kanallarının tıkalı olup olmadığı vb. durumlar not edilir.
- Çalışma ortamındaki kişilere ölçüm hakkında bilgi verilir ve tesis yetkilisinden günlük çalışma aktivitelerinin değişmeden devam ettirilmesi istenir. Doğru sonuçları elde etmek adına ölçüm cihazına müdahalede bulunmamaları belirtilmelidir.
- Tesis yetkilisinden veya çalışanlardan iş aktiviteleri hakkında bilgi alınır. Genel çalışma süreleri belirlenir ve forma ayrıntılı şekilde işlenir. İş aktivitelerinin tespiti, metabolik oranların belirlenmesi açısından oldukça önemlidir ve PMV hesaplamasında kullanılmaktadır.
- Çalışan personellerin iş aktivitelerini yürüttüğü sırada üstlerinde var olan kıyafetler belirlenmelidir. Çalışan üzerindeki her kıyafetin belli bir termal yalıtım değeri bulunmaktadır ve PMV hesaplamasında kullanılmaktadır.
- Gerekli bilgiler forma işlendikten sonra ölçüm cihazı tripod üzerine takılır.
- Ölçüm cihazı tripod üzerine sabitlendikten sonra ölçümde kullanılacak proplar ölçüm cihazına sabitlenir. Ölçüm cihazının pil durumu kontrol edilir ve gerekiyorsa yedek pil ile değiştirilmelidir.
- Ölçüm cihazı tripod ile birlikte ölçümü yapılacak noktaya konumlandırılır.

Ölçüm işlemleri

PMV-PPD değerinin belirlenmesi;

PMV-PPD değerlerinin tespit edilmesi için öncelikle çalışanların iş aktiviteleri detaylı şekilde belirlenmelidir. Aşağıda iş aktivitelerine göre metabolik oranları belirten tablo yer almaktadır.

Tablo 4. Yapılan Aktivite - Metabolik Oran Tablosu (Anonim, 2023)

Aktivite	Metabolik Oran	
	W/m ²	met
Uzanmış, dinlenme pozisyonu	46	0,8
Oturmuş, rahat pozisyon	58	1,0
Oturularak yapılan aktivite (ofis, evler, okul, laboratuvar)	70	1,2
Ayakta hafif yapılan aktivite (alışveriş, laboratuvar, hafif endüstri)	93	1,6
Ayakta orta seviyeli aktivite (dükkan asistanı, ev işleri, makine)	116	2,0
Farklı hızlarda yürüme :		
2 km/h	110	1,9
3 km/h	140	2,4
4 km/h	165	2,8
5 km/h	200	3,4

Çalışanların yaptığı işler, yukarıda yer alan tabloya göre değerlendirilmelidir. Yapılan aktiviteler, yukarıda yapılan işlere en yakın gruba göre değerlendirilmelidir.

Metabolik oranlar belirlendikten sonra çalışanların iş kıyafetleri belirlenmelidir. Çalışma kıyafetlerine göre kıyafet yalıtım değerleri aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

PMV-PPD Değerlerinin tespit edilmesi için öncelikle çalışanların iş aktiviteleri detaylı şekilde belirlenmelidir. Aşağıda iş aktivitelerine göre metabolik oranları belirten tablo yer almaktadır.

Tablo 5. İş Kıyafetleri Tablosu (Anonim, 2023)

İş Kıyafetleri	I_{cl}		Günlük Kıyafetler	I_{cl}	
	clo	$m^2 \cdot K/W$		clo	$m^2 \cdot K/W$
İç çamaşın, işçi tulumu, çorap, ayakkabı	0,70	0,110	İç çamaşın, T-shirt, hafif çorap, sandalet	0,30	0,050
İç çamaşın, t-shirt, işçi tulumu, çorap, ayakkabı	0,80	0,125	İç çamaşın, kısa kollu gömlek, ince pantolon, ince çorap, ayakkabı	0,50	0,080
İç çamaşın, gömlek, pantolon, önlük, çorap, ayakkabı	0,90	0,140	İç çamaşın, etek, çorap, elbise, ayakkabı	0,70	0,105
İç çamaşın (kısa kollu ve bacaklı), gömlek, pantolon, ceket, çorap, ayakkabı	1,00	0,155	İç çamaşın, gömlek, pantolon, çorap, ayakkabı	0,70	0,110
İç çamaşın (uzun kollu ve bacaklı), termo-yalıtımlı ceket, çorap, ayakkabı	1,20	0,185	İç çamaşın, gömlek, pantolon, ceket, çorap, ayakkabı	1,00	0,155
İç çamaşın (kısa kollu ve bacaklı) gömlek, pantolon, ceket, ağır kapitone dış ortam ceket ve aksesuarları, çorap, ayakkabı, şapka eldiven	1,40	0,220	İç çamaşın, çorap, bluz, uzun etek, ceket, ayakkabı	1,10	0,170
İç çamaşın (kısa kollu ve bacaklı), gömlek, pantolon, ağır kapitone dış ortam ceket ve aksesuarları, çorap, ayakkabı	2,00	0,310	İç çamaşın (uzun kollu ve bacaklı), gömlek, pantolon, V-yaka kazak, ceket, çorap, ayakkabı	1,30	0,200
İç çamaşın (uzun kollu ve bacaklı), termo-izolasyonlu ceket ve pantolon, ağır kapitone parka ve tüm aksesuarları, çorap, ayakkabı, şapka, eldiven	2,55	0,395	İç çamaşın (kısa kollu ve bacaklı), gömlek, pantolon, yelek, ceket, kaban, çorap, ayakkabı	1,50	0,230

Ölçüm öncesinde çalışanların üzerindeki tüm kıyafetler not edilerek yukarıdaki tabloya göre yalıtım değerlerine göre belirlenmelidir. Toplam yalıtım değeri tüm kıyafetlerin yalıtım değerlerinin toplamıdır.

Oturarak yapılan iş aktiviteleri için koltuk izolasyon değerleri aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 6. Oturularak Yapılan Aktiviteler Tablosu (Anonim, 2023)

Koltuk Cesi	I_{clu}	
	clo	$m^2 \cdot K/W$
File/Metal Koltuk	0,00	0,00
Tahta Oturak	0,01	0,002
Standart Ofis Koltuğu	0,10	0,016
Yönetici Koltuğu	0,15	0,023

Ölçüm sonrası yapılacaklar

Ölçüm sonrasında gerekli olan tüm veriler ölçüm formuna kaydedilir. Gerekli çizimler ve şekillerle desteklenir. Ölçüm cihaz ve ekipmanları dikkatli şekilde ayrılarak cihazın taşıma çantasına yerleştirilir. Yapılan işlemler yetkili kişilere aktarılır. Tüm veriler raporlanmak üzere laboratuvara getirilir.

Ölçümler sonucunda PMV değerleri hesaplanır. Çalışma ortamının PMV değeri $-2 < PMV < +2$ değerleri arasında ise bu şekilde raporlanır. Ölçüm sonucunda değerlendirme için TS ISO 7730 standardındaki aşağıdaki tablo referans alınarak yapılabilir. Ölçümler en az 1 saat süre ile devam ettirilir. Ölçüm tamamlandıktan sonra tüm proplara ait ölçüm verileri forma işlenir.

Tespit edilen PMV değerine göre ölçümü yapılan alanın sıcak ve soğuk olmasına göre farklı termal konfor standartları kullanılarak ölçüm yapıp yapılmayacağına karar verilmelidir. $PMV > +2$ değerinin üstünde olması durumunda TS EN 27243 metoduna göre WBGT ölçümleri gerçekleştirilmelidir. $PMV < -2$ değerinin altında olması durumunda soğuk ortamlar için TS EN ISO 11079 metodu uygulanmalıdır.

Tablo 7. Termal Durumunun Kategorizasyon Tablosu (Anonim, 2023)

Kategori	Vücudun Bütün Olarak Termal Durumu	
	% PPD	PMV
A Kategori	<6	$-0,2 < PMV < +0,2$
B Kategori	<10	$-0,5 < PMV < +0,5$
C Kategori	<15	$-0,7 < PMV < +0,7$

PPD değeri, PMV'de ölçülen değer ve ölçüm yapılan bir bölümde bulunan kişilerin termal açıdan uygun olmayan koşulların yüzdesini veren bir indekstir. PMV değerinin ± 0.5 , olarak ölçüldüğü ortamda bulunan memnuniyetsiz çalışanların oranının % 10'u geçmez, termal konfor değerlendirilmesinde kullanılan deneysel bir indekstir.

Hesaplamalar

$$PMV = [0,303 \cdot \exp(-0,036 \cdot M) + 0,028] \cdot$$

$$\left\{ \begin{aligned} &(M - W) - 3,05 \cdot 10^{-3} \cdot [5733 - 6,99 \cdot (M - W) - p_a] - 0,42 \cdot [(M - W) - 58,15] \\ &- 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot (5867 - p_a) - 0,0014 \cdot M \cdot (34 - t_a) \\ &- 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] - f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \end{aligned} \right\}$$

$$t_{cl} = 35,7 - 0,028 \cdot (M - W) - I_{cl} \cdot \left\{ 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] + f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \right\}$$

$$h_c = \begin{cases} 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} & \text{for } 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} > 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \\ 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} & \text{for } 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} < 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \end{cases}$$

$$f_{cl} = \begin{cases} 1,00 + 1,290 I_{cl} & \text{for } I_{cl} \leq 0,078 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \\ 1,05 + 0,645 I_{cl} & \text{for } I_{cl} > 0,078 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \end{cases}$$

$$PPD = 100 - 95 \cdot \exp(-0,03353 \cdot PMV^4 - 0,2179 \cdot PMV^2)$$

M: Metabolik oran [W/m ²]
W: Mekanik Etken Güç [W/ m ²]
I_{cl}: Kıyafet izolasyonu [m ² . K/W]
f_{cl}: Kıyafet yüzey alan faktörü
t_a: Hava sıcaklığı [°C]
t_r: Ortalama radyan (yansıyan) sıcaklık [°C]
v_{ar}: Bağlı hava hızı [m/s]
p_a: Su buharı kısmi basıncı [Pa]
h_c: Konvektif ısı transfer katsayısı [W/(m ² .K)]
t_{cl}: Kıyafet yüzeyinin yarattığı sıcaklık [°C] 1 metabolik birim = 1 met = 58,2 W/ m ² ;
1 kıyafet birim = 1 clo = 0,155 m ² .°C/W

Gürültü ölçümleri

Bu ölçüm, çalışanların gürültüye maruz kalınan ortamların gözlemlenerek analiz edilmesi sonucunda ölçüm stratejisinin (Görev tabanlı, İş tabanlı, Tam Zamanlı) belirlenmesi, Eşdeğer Sürekli dBA Ses Basınç seviyesi ve dBC pik seviyelerin ölçülmesi adımlarını, günlük gürültü maruziyet seviyesinin hesaplanması adımlarını kapsar.

Ölçüm standartı olarak TS EN ISO 9612:2009 Akustik – Çalışma Ortamında Maruz Kalınan Gürültünün Belirlenmesi- Mühendislik Yöntemi referans alınmıştır. Gürültü ölçümleri dozimetre ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 18. Gürültü ölçüm cihazı (<https://svantek.com/products/sv-104-personal-noise-dosimeter/>)

Tanımlar ve semboller

dB (A); A-frekans ağırlıklı desibel.

dB (C); C-frekans ağırlıklı desibel.

EA,8h : A-ağırlıklı gürültü seviyesi maruziyeti 8 saatlik çalışma gününe normalize edilmiş hali

LEX,8h : A-ağırlıklı gürültü seviyesi maruziyeti 8 saatlik çalışma gününe normalize edilmiş hali.

LEX,8h,m: Günlük gürültü maruziyet düzeyine katkıda bulunan m görevinin A-ağırlıklı gürültü maruziyet düzeyi

Lp A,eqT m *: Görev m için gerçek A-ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basıncı seviyesi tahmini

Lp,A,T :T süresi üzerinde ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basıncı seviyesi

L_p, A, eqT, m : Görev m için ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basıncı seviyesi

$L_p, A, eqTe$: Etin bir çalışma günü süresi için ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basıncı seviyesi

L_p, C_{peak} : C-ağırlıklı pik ses basınç seviyesi

Ölçüm öncesi yapılacaklar

Ölçüm temel olarak gürültülü ortamının analiz edilmesi sonucunda yapılan iş faaliyetlerinin ve iş faaliyetleri sırasındaki görevlerin tespit edilmesi ve belirlenen parametrelere göre ölçüm stratejisinin oluşturulması temeline dayanır. Birbirinden bağımsız her iş için, her görev için belirlenen ölçüm stratejisi doğrultusunda asgari ölçüm sayısı ve asgari ölçüm süresi gerekliliklerine dikkat ederek çalışanların gürültü maruziyet seviyelerinin uygun ölçüm cihazları ile Eşdeğer sürekli A-ağırlıklı ses basınç seviyeleri ve C-ağırlıklı pik ses basınç seviyesi belirlenebilmektedir. Öncelikle iş analizine dayalı ölçüm stratejisi belirlenir.

Tablo 8. Yapılan Aktivite - Metabolik Oran Tablosu (Anonim, 2023)

İş Model Tipi		Ölçümler		
Personel Çalışma Şekli	Personel Görevleri	Görev Tabanlı Ölçüm	İş Tabanlı Ölçüm	Tam Gün Ölçüm
Sabit yer	Basit veya tek bir görev	✓*	-	-
Sabit yer	Karışık veya birden çok görev	✓*	✓	✓
Hareketli çalışan	Tahmin edilebilir - Az sayıda görev	✓*	✓	✓
Hareketli çalışan	Tahmin edilebilir - Çok sayıda görev ve kompleks işler	✓	✓	✓*
Hareketli çalışan	Tahmin edilemez görevler	-	✓	✓*
Sabit veya Hareketli Çalışan	Görev zamanı belirsiz olan görevler	-	✓*	✓
Sabit veya Hareketli Çalışan	Görev yok	-	✓*	✓
✓ Kullanılabilir Ölçüm Şekli		*Tavsiye Edilen Ölçüm Şekli		

Personelin çalışma şekli, görevleri, faaliyetleri göz önüne alınarak yukarıda belirtilen tabloda personelin yaptığı işin niteliğine göre ölçüm stratejisi belirlenmektedir.

Görev Tabanlı Ölçümler : Daha çok kararlı gürültü kaynaklarında çalışanlarda uygulanır.

İş Tabanlı Ölçümler : Farklı görevlerden ve çok sayıda çalışandan oluşan iş faaliyetlerinde uygulanır.

Tam Zamanlı Ölçümler : Uzun süreli ve farklı çalışmalarını içeren iş faaliyetlerinde uygulanır.

Tablo 9. Bağdaşık Maruziyet Grupları Ölçüm Toplam Süresi Belirleme Tablosu. (Mesleki Gürültü Ölçüm ve Raporlama, 2022)

Gürültüye Maruz Kalan Homojen Gruptaki Çalışan Sayısı n_G	Ölçüm Süresi
$n_G \leq 5$	5h
$5 < n_G \leq 15$	$5 \text{ h} + (n_G - 5) * 0,5 \text{ h}$
$15 < n_G \leq 40$	$10 \text{ h} + (n_G - 15) * 0,25 \text{ h}$
$n_G > 40$	17 h

► Tam Zamanlı Ölçüm: Ölçüm süresi gürültüye sebep olan tüm iş aktivitelerini içerecek şekilde belirlenir. Belirlenemediğı durumlarda teknik uzman veya çalışanlardan bilgi alınabilir. Ayrıca temsili maruziyet ölçümleri gerçekleştirerek fikir elde edinilebilir.

► Ölçümü yapılacak çalışana ölçüm hakkında bilgi verilir. Ölçüm sırasında kaçınması gereken davranışlar aktarılır.(Mikrofona yanaşmadan konuşmak, gereksiz bağırarak, vb.).

► Ölçüm cihazının pil durumu kontrol edilir. Mikrofon üzerinde herhangi bir tıkanmanın kirliliğın olmadığından emin olunduktan sonra ölçüm cihazı kalibre edilir.

► Ölçüm cihazı gürültü kalibratörüyle gürültünün olmadığı bir ortamda kalibre edilir ve kalibrasyon bilgileri ölçüm formuna işlenir.

Ölçüm işlemleri

Görev Tabanlı Ölçüm;

► Ölçüm cihazı kalibre edildikten sonra ölçüm yapılacak kişinin baş hizasında konumlandırılır. Ayakta çalışıyorsa $1,55 \text{ m} \pm 0,075 \text{ m}$, oturarak çalışıyorsa $0,80 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ cihaz konumlandırılır.

► Eğer rüzgâr, hava akımı gibi etmenlerden şüpheleniyorsa hava akımı hızı gerçekleştirilmelidir. 80 dbA civarında ölçüm sonuçları için 10 m/s kadar hava akım hızı ihmal edilebilmektedir.

► Ölçüm başlangıç tarihi ve saati forma kaydedilir. Çalışandan işe başlaması istenir ve aynı anda ölçüm başlatılır.

► Kararlı gürültü oluşturan görev süresi 5 dk dan az ise, tüm ölçümler en az görev süresi kadar alınmalıdır. Eğer görev süresi 5 dk'dan daha fazla zaman alıyorsa, ölçümler en az 5 dk boyunca devam ettirilmelidir. Tekrar eden görevler sonucunda oluşan gürültüler için , en az 3 döngü süresinin 5 dk dan daha fazla sürede olması gerekir. Eğer 3 döngü süresi 5 dk'dan daha az ise 5 dk'yı geçecek sayıda döngünün ölçülmesi gerekir.

► Düzensiz gürültü oluşturan görevler için ölçüm süresi yapılan işin niteliğine göre uygun süre zarfında olmalıdır. Gürültü özelliğı yukarıda belirtilen aralıklardan hangi aralıkta kalırsa en az 3 kez tekrarlanmalıdır. Bu 3 gürültü ölçüm serisindeki sonuçların birbirinden 3 dB

veya daha fazla fark olması durumunda ölçüm sayısı artırılabilir, görev tanımı daha düşük işlere bölünür ve ölçüm tekrarlanır, ölçüm süresi uzatılabilir bu adımlardan herhangi biri uygulanabilir.

► Ölçüm sonucunda ölçüm bitiş zamanı, L_{pAeq} , L_{pCpeak} vb. bilgiler forma işlenir

İş Tabanlı Ölçüm;

► Homojen gürültüye maruz kalan alt gruplara ayrıldıktan sonra çalışan sayısına göre ölçüm süresi belirlenir.

► Ölçümü gerçekleştirecek kişiler belirlenir. Ölçüm sayısı en az 5 olmalıdır. Ölçümler işin tümünü temsil edecek şekilde planlanmalıdır. İlk ölçüm işin başlangıcında , son ölçüm işin sonunda olacak şekilde planlanmalıdır. Diğer ölçümler ilk ve son ölçüm arasına yayılarak gerçekleştirilir. Hangi ölçüm olursa olsun 5 dk'dan daha az olmalıdır. Eğer rüzgâr, hava akımı gibi etmenlerden şüpheleniyorsa hava akımı hızı gerçekleştirilmelidir. 80 dbA civarında ölçüm sonuçları için 10 m/s kadar hava akım hızı ihmal edilebilmektedir.

► Ölçüm cihazı kalibre edildikten sonra ölçüm yapılacak kişinin baş hizasında konumlandırılır. Ayakta çalışıyorsa $1,55 \text{ m} \pm 0,075 \text{ m}$, oturarak çalışıyorsa $0,80 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ cihaz konumlandırılır.

► Eğer dozimetre kullanılacak ise mikrofon, çalışanın üzerinde daha fazla maruziyet aldığı taraftan dış kulağın $0,10 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$ uzağına konumlandırılmalıdır.

► Eğer dozimetre kullanılacak ise mikrofon, çalışanın üzerinde daha fazla maruziyet aldığı taraftan dış kulağın $0,10 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$ uzağına konumlandırılmalıdır.

► Personel ölçümler konusunda bilgilendirildikten sonra ölçüme başlanır. Belirlenen ölçüm süreleri boyunca ölçümler devam ettirilir. Ölçümlerin ardından ölçüm bitiş zamanı , L_{pAeq} , L_{pCpeak} vb. bilgileri forma işlenir. Ölçüm sonuçlarından elde edilen $C1U1$ belirsizliği ($C1U1$: N adette ölçümde hesaplanan belirsizlik katsayısı) 3.5 desibelden az ise ölçüm geçerlidir.

Tam Zamanlı Ölçüm;

► Ölçüm dozimetresi kalibre edildikten sonra dozimetre mikrofonu, çalışanın üzerinde daha fazla maruziyet aldığı taraftan dış kulağın $0,10 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$ uzağına konumlandırılmalıdır.

► Ölçüm süresi çalışanın tüm faaliyetlerini içerecek şekilde gerçekleştirilmelidir. Rutin 3 çalışma gününde ölçümler gerçekleştirilmelidir. Eğer 3 farklı günde yapılan ölçüm sonuçları arasında 3 dB'den daha fazla bir fark var ise ilave olarak en az 2 tam gün ölçümü daha yapılır.

Ölçüm sonrası yapılacaklar

Ölçüm sonrasında kullanılan tüm cihazlar tekrar kalibre edilir. Ölçümden sonra ölçümde kullanılan cihaz ND9 ses kalibratörü ile doğrulama yapılır. Kalibratörde ayarlanan değer ile

okunan değer TİP-1 cihazlar için 0,5 desibelden , dozimetreler için 1,5 desibelden fazla fark olmamalıdır.

Hesaplamalar

Görev Tabanlı Ölçüm;

$$L_{p,A,eqT,m} = 10 \log \left(\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,mi}} \right) dB$$

$$L_{EX,8h} = 10 \log \left(\sum_{m=1}^M \frac{\bar{T}_m}{T_0} 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,m}} \right) dB$$

I: Toplam Görev/İş Sayısı
T₀: 8 saatlik referans süre
T_m: Aritmetik ortalama (m görevi için)
LEX,8h: A-ağırlıklı gürültü seviyesi maruziyeti 8 saatlik çalışma gününe normalize edilmiş hali
L_{p,A,eqT,m}: Görev m için ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basıncı seviyesi
i: Görev/İş Sayısı m: Görev/İş Sayısı

İş Tabanlı Ölçüm;

$$L_{p,A,eqT_e} = 10 \log \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,n}} \right) dB$$

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqT_e} + 10 \log \left(\frac{T_e}{T_0} \right) dB$$

N: Toplam Görev/İş Sayısı
T₀: 8 saatlik referans süre
T_e: Etkili çalışma günü süresi
LEX,8h: A-ağırlıklı gürültü seviyesi maruziyeti 8 saatlik çalışma gününe normalize edilmiş hali
L_{p,A,eqT_e}: Bir çalışma günü süresi için ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basıncı seviyesi
n: Görev/İş Sayısı

Tam Gün Ölçüm;

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqT_e} + 10 \log \left(\frac{T_e}{T_0} \right) dB$$

T₀: 8 saatlik referans süre
T_e: Etkili çalışma günü süresi
LEX,8h: A-ağırlıklı gürültü seviyesi maruziyeti 8 saatlik çalışma gününe normalize edilmiş hali
L_{p,A,eqT_e}: Bir çalışma günü süresi için ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basıncı seviyesi

Toz Ölçümleri

Toz ölçümü

Bu ölçüm çalışma ortamında maruz kalınan toplam ve solunabilir toz derişiminin tayini ve nasıl örnekleme yapılacağını amaçlar.

Ölçüm standartımız MDHS 14/3 Toplam Toz ve Solunabilir Toz Tayini referans alınmıştır.



Şekil 19. Toz ölçüm cihazı (<http://www.protos.com.tr/urun-detay/libra-personal-sampling-pump>, <https://novel.com.tr/gilian-gilair-plus-toz-gaz-hava-orneklemepompasi.html>)

Tanımlar ve semboller

Toz; Numune alma şartları altında herhangi bir yapı biçim, yapı veya yoğunlukta gaz fazında dağılmış tanecikler.

Solunabilir Toz; Aerodinamik eşdeğer çapı 0,1–5,0 mikron büyüklüğünde kristal veya amorf yapıda toz ile çapı 3 mikrondan küçük, uzunluğu çapının en az üç katı olan lifsi tozlar.

Örnekleme öncesi yapılacaklar

- Örnekleme öncesinde kullanılacak pompalar bir gece öncesinden tam şarj edilmelidir.
- Örneklemede kullanılacak olan filtre ve filtre kaseti ile ölçüme başlanmadan önce kalibratör ile pompa ayarlanır.
- Temsili numune alma hattı oluşturulur.
- Cihazın kalibrasyonu yapılarak ölçüme hazır hale getirilir.
- Kalibrasyon yapılan bölümün fiziksel ortam koşulları (sıcaklık, basınç, nem) ölçülerek ölçüm bilgi formlarına kaydedilir.
- TS EN 689 İş Yeri Havası - Solunumla Maruz Kalınan Kimyasal Maddelerin Sınır Değerler İle Karşılaştırılması ve Ölçme Stratejisinin Değerlendirilmesi İçin Kılavuz'da belirtilen ölçüm ve numune alma stratejisinin belirlenmesi gerekmektedir.

Örnekleme

► Ölçüme başlamadan önce sahada yapılan keşif çalışması sırasında tespit edilen;

- Ölçüm alanı
- Vardiya saatleri ve mola süreleri
- Yapılan iş faaliyetleri ve çalışma süreleri
- Maruz kalınan parametreler
- Maruz kalınan kaynaklar
- Maruziyet süreleri
- Kişisel koruyucu donanım kullanımları

gibi veriler teyit edilerek ölçüm formlarına işlenir.

- Keşif sırasında tespit edilen verilere göre;
- Maruziyet grubundaki ölçüm/numune alımı gerçekleştirilecek çalışanın bilgileri
 - Numune alma sayıları ve süreleri
 - Ölçüm yapılacak alana dair fiziksel şartlar (sıcaklık, basınç, nem)
 - Ölçüm/numune alma tarihi
 - Örneklemede kullanılan cihazlara ve kullanılan ekipmanlara ait bilgiler

gibi veriler teyit edilerek ölçüm formlarına kaydı yapılır.

► Üretim sahasında yapılan keşif faaliyetinde ölçüme başlamadan önce yapılan değerlendirmelere göre numune alma stratejisi (TWA, STEL, sabit nokta) ölçüm formlarına kaydı yapılır.

► Örnekleme başlangıcında kalibrasyonu yapılan hat ve kalibre edilen filtre kaseti yerine aynı seride bulunan örneklemede kullanılacak olan ve daha önceden tartılmış filtre içeren filtre kaseti örnekleme hattına yerleştirilir.

► Personel üzerinde maruziyet ölçümleri için, metot ve validasyonlarla belirlenmiş akış hızında kalibrasyon yapılmış örnekleme sistemi kişi üzerine konumlandırılır.

► Örnekleme Pompası kişinin bel bölgesinde çalışmasına engel olamayan bir noktaya bir noktaya bağlanır ve sabitlenir.

► Filtre kaseti ise çalışanın solunum bölgelerinden en fazla 30 cm uzağa çalışana engel olmayacak şekilde bağlanır. Eğer noktasal bir ölçüm gerçekleştirilecekse numune alma işlemi maruziyetin en fazla olduğu ve çalışanın solunum bölgelerine yakın noktalara konumlandırılır.

► Ölçüme hazır hale getirildikten sonra ölçüm cihazı çalıştırılır ve cihaz ölçüm başlama bilgileri formlara işlenir.

► Ölçme işlemi yapılan iş aktivitesindeki maruziyeti içerecek ve 4 saatten az olmayacak sürede ve gerekli hacimde gerçekleştirilmelidir.

► Ölçme süresi boyunca cihaz kapatılmaz işleme devam edilir. Ölçme işlemi boyunca belirli aralıklarla kontroller sağlanır.

► Ölçme işlemi başladıktan sonra çalışma ortamından kör numune diye adlandırdığımız numune alımı gerçekleştirilmelidir.

► Kör numuneler aşağıdaki gibi oluşturulur;

- Ölçümde kullanılan aynı seride olan filtre ve filtre kaseti kullanılmalıdır.
- Kör numuneler çalışma ortamında açılır ve kısa bir süre sonra kapatılarak kör numune olarak etiketlenir.
- Kör numune adeti bir ölçüm serisi için daimi 3 adet olmalıdır. Her 10 numunede 1 adet kör numune eklenmelidir.

► Ölçüm işlemi tamamlandıktan sonra cihaz durdurulur ve ölçüm kayıtları formlara işlenir.

► Ölçümde kullanılan filtreler kaseti ile çalışma ortamında kapatılarak ve etiketleme işlemi tamamlanır.

Örnekleme sonrası yapılacaklar

► Akış Hızı Doğrulaması; Örnekleme sonrasında numune alma hattı, kalibratöre bağlanarak tekrar doğrulaması yapılmalıdır. Örnekleme için belirlenen akış miktarında bir değişimin olup olmadığı tespit edilir. Ölçüm başlangıcında akış değerleri ile ölçüm sonrasındaki akış miktarı arasındaki fark % 5'ten fazla olmaması gerekmektedir.

► Filtrenin Taşınması, Depolanması; Örneklemede kullanılan, kör numune olarak ve kalite kontrol için kullanılan filtre kasetleri güvenli bir şekilde yalıtılmış bir kap içerisine konarak sarsıntıdan etkilenmeyecek şekilde laboratuvarlara götürülür. Filtredeki toplam toz miktarının belirlenmesi için gerekli ön işlemlerin ardından 0,01 mg veya daha iyi hassasiyetli terazi ile tartımı gerçekleştirilir.

Hesaplamalar

$$C = \frac{[(w_2 - w_1) - (B_2 - B_1)]}{v \left(\frac{mg}{m^3}\right)} \times 10^3$$

W1: Örnekleme öncesinde tartılan filtre ağırlığı, mg
W2: Örnekleme sonrasında tartılan filtre ağırlığı, mg
B1: Şahit filtre ilk tartımı, mg
B2 : Şahit filtre son tartımı, mg
V: Hava numunesi hacmi, mg/m ³
C : Hava numunesi toz konsantrasyonu, mg/m ³

Toz analizi

Bu analizde iş yeri havasındaki solunabilir ve toplam toz miktarının, tayin edilmesi amaçlanmıştır.

Ölçüm standartı olarak MDHS 14/3 Solunabilir ve Toplam Toz Gravimetrik Analiz Yöntemleri referans alınmıştır.

Uygulama

Çalışma aralığı toplam toz için 10 mg/m³, solunabilir toz için 4 mg/m³'tür. Bu metot ile akciğerlere kadar ulaşabilen boyuttaki solunabilir toz (respirable dust) ile burun ve ağızda takılabilen boyuttaki toplam solunabilir toz (inhaleable dust) konsantrasyonu belirlenir. IOM başlıklı örneklemelerde filtre ve kaset birlikte tartılır.

Numune koruması

Numuneler 8 saat içerisinde analiz edilmeyecekse, temiz, filtre kasetlerinde muhafaza edilmelidir. Numune taşınırken mümkün olduğunca sarsıntının önüne geçilmelidir.

Cihazlar

- ▶ Filtre (toplam toz; kasetle birlikte darası alınmış, 25 mm, 5 µm PVC filtre / solunabilir toz; darası alınmış 37 mm 5 µm PVC filtre)
- ▶ Mikroterazi: 0,001 mg ağırlığa uygun ve 6 dijitli.
- ▶ Statik nötrleştirici
- ▶ Pens (tercihen naylon)
- ▶ Terazî için çevre şartları ölçme cihazı (örneğin; sıcaklık 20±1 °C ve nem % 50±5)
- ▶ Hassas gaz sızdırmaz şırıngalar: Hacimleri tam olarak bilinen 1 mL ve 10 µL'lik, sırasıyla 0,1 mL ve 1 µL doğrulukla okunabilen.

Analiz işlemleri

Örnekleme Öncesi İşlemler: Toplam toz filtreleri: İyon tutucu başlık kullanılacağı için önce filtreler kasetlerine yerleştirilir ve etiketlenirler. Çevre şartları kontrol edilmiş tartım odasında en az 2 saat şartlandırılır. Şartlandırma koşulları ve süresi not edilir. Kasetleri ile şartlanan filtreler örnekleme öncesi tartılırlar. Filtrenin darası, W1 (mg) olarak kaydedilir. Her tartımdan önce terazi sıfırlanır. Filtrelerin bulunduğu kasetler pens ile tutulur. Solunabilir toz filtreleri: HD siklon başlık kullanılacağı için filtrenin kasetle tartılması gerekmemektedir. Filtre aynı oda koşullarında şartlanması için bekletilir, tartılır, kasetlere yerleştirilir, etiketlenir ve saha çalışanlarına teslim edilir.

Örnekleme: Örnekleme yapılmadan önce otomatik bir flowmetre ile sabit akışı sağlayacak olan pompanın kalibrasyonu yapılarak akış şartlarının sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilir. 1-2 L/dk minimum 4 saat örnekleme yapılır. Toplam filtre ağırlığı yaklaşık 2 mg toplam tozu aşmamalıdır..

Örnekleme Sonrası Filtre İşlemleri: Örnekleme sonrası gelen; Toplam toz filtreleri kasetlerinden çıkarılmadan tartım odasında en az 2 saat dengeye getirilir. Yine kasetlerinden çıkarılmadan tartımları alınarak W2 (mg) olarak kaydedilir. Filtre üzerine herhangi bir kayıt yapılmaz. Solunabilir toz filtreleri kasetlerinden çıkarılır ve tartım odasında en az 2 saat dengeye getirilir. Tartımları alınarak W2 (mg) olarak kaydedilir. Filtre üzerine herhangi bir kayıt yapılmaz.

Kalibrasyon ve Kalite Kontrol: Tüm tartımlardan önce mikroterazi sıfırlanır. Numune öncesinde ve sonrasında aynı filtreleri tartmak için aynı mikroterazi kullanılır. Kalite kontrol numuneleri aynı ekipman, prosedür ve çalışanlar ile sahadan alınmalıdır.

Hesaplamalar

$$C = \frac{[(w_2 - w_1) - (B_2 - B_1)]}{v \left(\frac{mg}{m^3} \right)} \times 10^3$$

W1: Örnekleme öncesinde tartılan filtre ağırlığı, mg
W2: Örnekleme sonrasında tartılan filtre ağırlığı, mg
B1: Şahit filtre ilk tartımı, mg
B2 : Şahit filtre son tartımı, mg
V: Hava numunesi hacmi, mg/m ³
C : Hava numunesi toz konsantrasyonu, mg/m ³

Ağır Metal Ölçümleri

Ağır metaller ölçümü

Bu ölçüm çalışma ortamında maruz kalınan , çalışma ortamında maruz kalınan, ICP ile analiz edilebilecek bazı ağır metallerin, derişiminin tayini ve nasıl örnekleme yapılacağını amaçlar.

Ölçüm standardı olarak Niosh 7302 Ağır Metal (ICP) Bileşiklerinin Örnekleme yöntemi referans alınmıştır.



Şekil 20. Ağır metaller ölçüm cihazı (<http://www.protos.com.tr/urun-detay/libra-personal-sampling-pump>, <https://novel.com.tr/gilian-gilair-plus-toz-gaz-hava-ornekleme-pompasi.html>)

Tanımlar ve semboller

Ağır Metal; metalik özellikler gösteren elementlerden oluşan, açık ve tam bir tanımlaması yapılmamış olan grupta bulunan elementlere verilen addır. Bu grubun içinde geçiş metalleri, bazı yarı metaller, lantanitler ve aktinitler bulunur. Bazıları yoğunluk, bazıları atomik sayı ya da atomik ağırlık, bazıları da kimyasal özellikler ya da toksisite üzerine dayanan birçok tanımlama önerilmiştir. Tutarsız tanımlamalar ve tutarlı bir bilimsel temeli olmaması nedeniyle IUPAC(Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği)'nin bir teknik raporunda ağır metal teriminin "anlamsız ve yanlış yönlendirici" olduğu belirtilmiştir. Duruma göre ağır metaller karbondan hafif elementleri içerdiği gibi en ağır metallerin bazılarını dışarıda tutabilir.

Örnekleme öncesi yapılacaklar

- Örnekleme öncesinde kullanılacak pompalar bir gece öncesinden tam şarj edilmelidir.
- Örneklemede kullanılacak olan filtre ve filtre kaseti ile ölçüme başlanmadan önce kalibratör ile pompa ayarlanır.
- Temsili numune alma hattı oluşturulur.

► Pompa çalıştırılarak metoda belirtilen akış hızları aralığında (1 L / dk – 4 L / dk) ayarlanır. (TWA ölçümleri için daha düşük akış hızlarında örnekleme yapılması, STEL ölçümleri için daha yüksek akış hızlarında örnekleme yapılması uygun olacaktır.).

► Cihazın kalibrasyonu yapılarak ölçüme hazır hale getirilir.

► Kalibrasyon yapılan bölümün fiziksel ortam koşulları (sıcaklık, basınç, nem) ölçülerek ölçüm bilgi formlarına kaydedilir.

► TS EN 689 İş Yeri Havası - Solunumla Maruz Kalınan Kimyasal Maddelerin Sınır Değerler İle Karşılaştırılması ve Ölçme Stratejisinin Değerlendirilmesi İçin Kılavuz'da belirtilen ölçüm ve numune alma stratejisinin belirlenmesi gerekmektedir.

Örnekleme

► Ölçüme başlamadan önce sahada yapılan keşif çalışması sırasında tespit edilen;

- Ölçüm alanı
- Vardiya saatleri ve mola süreleri
- Yapılan iş faaliyetleri ve çalışma süreleri
- Maruz kalınan parametreler
- Maruz kalınan kaynaklar
- Maruziyet süreleri
- Kişisel koruyucu donanım kullanımları

gibi veriler teyit edilerek ölçüm formlarına işlenir.

► Keşif sırasında tespit edilen verilere göre;

- Maruziyet grubundaki ölçüm/numune alımı gerçekleştirilecek çalışanın bilgileri
- Numune alma sayıları ve süreleri
- Ölçüm yapılacak alana dair fiziksel şartlar (sıcaklık, basınç, nem)
- Ölçüm/numune alma tarihi
- Örneklemede kullanılan cihazlara ve kullanılan ekipmanlara ait bilgiler

gibi veriler teyit edilerek ölçüm formlarına işlenir.

► Üretim sahasında yapılan keşif faaliyetinde ölçüme başlamadan önce yapılan değerlendirmelere göre numune alma stratejisi (TWA, STEL, sabit nokta) ölçüm formlarına kaydı yapılır.

► Örnekleme başlangıcında kalibrasyonu yapılan hat ve kalibre edilen filtre kaseti yerine aynı seride bulunan örneklemede kullanılacak olan ve daha önceden tartılmış filtre içeren filtre kaseti örnekleme hattına yerleştirilir.

► Personel üzerinde maruziyet ölçümleri için, metot ve validasyonlarla belirlenmiş akış hızında kalibrasyon yapılmış örnekleme sistemi kişi üzerine konumlandırılır.

► Örnekleme Pompası kişinin bel bölgesinde çalışmasına engel olamayan bir noktaya bir noktaya bağlanır ve sabitlenir.

► Filtre kaseti ise çalışanın solunum bölgelerinden en fazla 30 cm uzağa çalışana engel olmayacak şekilde bağlanır. Eğer noktasal bir ölçüm gerçekleştirilecekse numune alma işlemi maruziyetin en fazla olduğu ve çalışanın solunum bölgelerine yakın noktalara konumlandırılır.

► Ölçüme hazır hale getirildikten sonra ölçüm cihazı çalıştırılır ve cihaz ölçüm başlama bilgileri formlara işlenir.

► Ölçme işlemi yapılan iş aktivitesindeki maruziyeti içerecek ve 4 saatten az olmayacak sürede ve gerekli hacimde gerçekleştirilmelidir.

► Ölçme süresi boyunca cihaz kapatılmaz işleme devam edilir. Ölçme işlemi boyunca belirli aralıklarla kontroller sağlanır.

► Ölçme işlemi başladıktan sonra çalışma ortamından kör numune diye adlandırdığımız numune alımı gerçekleştirilmelidir.

► Kör numuneler aşağıdaki gibi oluşturulur;

- Ölçümde kullanılan aynı seride olan filtre ve filtre kaseti kullanılmalıdır.
- Kör numuneler çalışma ortamında açılır ve kısa bir süre sonra kapatılarak kör numune olarak etiketlenir.
- Kör numune adeti bir ölçüm serisi için daimi 3 adet olmalıdır. Her 10 numunede 1 adet kör numune eklenmelidir.

► Ölçüm işlemi tamamlandıktan sonra cihaz durdurulur ve ölçüm kayıtları formlara işlenir.

► Ölçümde kullanılan filtreler kaseti ile çalışma ortamında kapatılarak ve etiketleme işlemi tamamlanır.

Örnekleme sonrası yapılacaklar

► Akış Hızı Doğrulaması; Örnekleme sonrasında numune alma hattı, kalibratöre bağlanarak tekrar doğrulaması yapılmalıdır. Örnekleme için belirlenen akış miktarında bir değişimin olup olmadığı tespit edilir. Ölçüm başlangıcında akış değerleri ile ölçüm sonrasındaki akış miktarı arasındaki fark % 5'ten fazla olmaması gerekmektedir.

► Filtrenin Taşınması, Depolanması; Örneklemede kullanılan, kör numune olarak ve kalite kontrol için kullanılan filtre kasetleri güvenli bir şekilde yalıtılmış bir kap içerisine konarak sarsıntıdan etkilenmeyecek şekilde laboratuvarlara götürülür. Filtredeki toplam toz

miktarının belirlenmesi için gerekli ön işlemlerin ardından 0,01 mg veya daha iyi hassasiyetli terazi ile tartımı gerçekleştirilir.

Hesaplamalar

$$C = \frac{[(C_8 \cdot V_8) - (C_b \cdot V_b)]}{v \left(\frac{mg}{m^3} \right)}$$

C₈ : Kalibrasyon grafiğinden okunan absorbansa karşılık gelen numune konsantrasyonu (µg/mL)
C_b : Kalibrasyon grafiğinden okunan absorbansa karşılık gelen şahit numune konsantrasyonu (µg/mL)
V₈ : Numune çözelti hacmi (mL)
V_b : Şahit numune çözelti hacmi (mL)
v : Hava numunesi hacmi, mg/m ³
C : Hava numunesi ağır metal konsantrasyonu, mg/m ³

Ağır Metaller Analizi

Bu analizde ICP ile iş yeri havasındaki ağır metallerin tayin edilmesi amaçlanmıştır.

Ölçüm standardı olarak NIOSH 7302 ICP ile Ağır Metallerin Tayini referans alınmıştır. Bu talimat ile tayin edilen elementler Tablo 1’de verilmiştir;

Tablo 10. Ağır Metaller Referans Element Tablosu

Parametre Bilgileri		Parametre Bilgileri		Parametre Bilgileri	
Al	Alüminyum	Ba	Baryum	Co	Kobalt
B	Bor	Cr	Krom	Li	Li
Fe	Demir	Cu	Bakır	P	Fosfor
Mg	Magnezyum	K	Potasyum	Pb	Kurşun
Mo	Molibden	Na	Sodyum	Sb	Antimon
Ti	Titanyum	Ni	Nikel	Se	Selenyum
Zn	Çinko	Y	İtriyum	Te	Tellür
Zr	Zirkonyum	Ag	Gümüş	Tl	Talyum
Ca	Kalsiyum	As	Arsenik	V	Vanadyum
Mn	Manganez	Cd	Kadmiyum	Be	Berilyum
Sn	Kalay	Sr	Stronsiyum	Pt	Platin

Uygulama

Bu metot, çalışma ortamında MCE filtre üzerinde toplanan metal ve metal olmayan tozların analizleri içindir. Çalışma aralığı elementten elemente çeşitlilik gösterir. Bu metot, analizi kolaylaştırmak ve hızlandırmak için mikrodalga parçalama yöntemi kullanılarak eş zamanlı elemental analizi kapsar.

Özel önlem olarak tüm kimyasallar çalışılırken eldiven, laboratuvar önlüğü giyilir ve koruyucu gözlükler takılır. Tüm çalışma personel ve ekipmanlar için iyi havalandırılmış ortamda olmalıdır. Bu metodun kapaklı parçalama kapları içermesi nedeniyle şiddetli reaksiyona neden olabilecek nitrik asit ile kombinasyon halinde olabilecek perklorik asit gibi diğer asitlerin kullanımından kaçınılır. Parçalama ve seyreltme asitlerinin hazırlanmasında şiddetli ekzotermik reaksiyonları önlemek için suya asit ilave edilmesi zorunludur.

Numune koruması

Ölçüm işlemi tamamlandıktan sonra, ölçüm tüpleri soğuk zincir ve karanlık bir yerde taşınmalıdır. Uzun süre analiz edilmeyecek numunler 4 C° 'nin altında ve uygun koruma koşulları ile uygun kaplarda muhafazası sağlanmalıdır.

Cihazlar

► ICP: İndüktif Eşleşmiş Plazma Atomik Emisyon Spektrometresi (ICP-AES), sıvı numune veya bir kimyasal yardımı ile çözelti haline getirilebilir katı maddelerde metalik ve kısmen metalik olmayan elementlerin kantitatif (nicel) analizleri için kullanılır.

Numune solüsyonunun yüksek sıcaklıktaki bir plazma alevine gönderilmesi ile ani buharlaşma ile moleküllerin hareket etmesi sağlanarak, moleküler bağların kırıldığı ve atomların iyonlaştırılarak ışık geçirgenliğine göre karakteristik dalga boyları ile ayrıştırıldığı bir analitik tekniktir. Miktar tayini yapılacak elementin spektral şiddeti fotoelektrik üniteler tarafından absorblanır, elektrik sinyallerine dönüştürülür ve ışın ayırma sistemi ile bölünmesinden sonra kaydedilir. Elementel konsantrasyon ile spektral sinyal arasındaki orana karşılık gelen her bir değer için numune içindeki element oranları tespit edilir.



Şekil 21. Ağır metal analiz cihazı

(https://www.agilent.com/cs/library/usermanuals/public/8510230100_700SeriesICP)

- Regülatör, argon için
- Mikrodalga, programlanabilir, aktif sıcaklık kontrollü, havalandırma fırınlı ve dönebilir tablalı.

- Mikrodalga parçalama tüpleri, yüksek basınçlı, PTFE kapaklı.
- Balon jojeler, 25 mL'lik.
- Pipetler.

Kimyasallar

- Nitrik asit: Konsantre, eser metal saflığında
- Kalibrasyon stok çözeltileri, 1000 µg/mL ve 10,000 µg/mL: Hazırlanabilir ya da ticari olarak alınabilir.
- Parçalama asidi: 1:1 su ve nitrik asit, Argon sıvı, Deiyonize su
- Seyreltme asidi: Distile su içinde % 20 nitrik asit

Analiz İşlemleri

Numune Hazırlama: Kaset filtre tutucular açılır ve PTFE parçalama tüplerini temizlemek için numune, blank ve kalite kontrol filtreleri aktarılır. 37 mm MCE filtre ile iç kaset yüzeyleri deiyonize su ile ıslatılmış selülozik mendil veya polivinil alkol mendil ile temizlenir ve parçalama tüpünün içine filtersiz aerosol depozitleri aktarmak için parçalama tüpüne eklenir. 10 mL'ye kadar parçalama asidi eklenir ve kapakları kapatılır. Ekzotermik reaksiyonu önlemek için konsantre nitrik asit üzerine su eklenmez. Tüp içindeki su üzerine asit eklenmelidir.

Parçalama tüpleri mikrodalga cihazına yerleştirilir ve 12 tüp parçalama için ayarlanmış program çağrılır (1200 W güçte 20 dk'da 150 °C'ye çıkma, 215 °C'de 10 dk tutulma ve en az 5 dk soğuma). Numuneler oda sıcaklığına soğutulur. Tüplerin kapakları açılır ve içerik içinde su bulunan 25 mL'lik balon jojeye aktarılır. Su ile 25 mL'ye tamamlanır ve çalkalanır. Ekstrakte edilen ve seyreltilen numuneler analiz için teslim edilir.

Kalibrasyon ve Kontrol: Genellikle asit blanki ve multi element çalışma standartları kullanılır. Aşağıdaki multi element kombinasyonları % 20'lik HNO₃ içinde uyumlu kimyasallardır: Al, As, Ba, Be, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Se, Sr, Ti, V, Y, Zn, Zr B, K, P, Sn, Te, Tl, Ag, Cd, Sb Pt' dir. Tüm uygulanabilir standartlar en az 20 kez analiz edilir (çoğunlukla minimum % 5). Her 20 numunede bir en az bir ortam blanki ve iki spike edilmiş ortam blanki ile geri kazanım kontrolü yapılır.

Analiz: Ölçüm cihazı ayarlanır. Standartlar ve numuneler her element için uygun dalga boyunda analiz edilir. Analiz sonuçları cihazın lineer aralığının üzerinde ise numune seyreltme asidi ile seyreltilir, yeniden analiz edilir ve hesaplamalarda uygun seyreltme faktörü uygulanır. İşlemlerinde belirtildiği gibi analiz edilir. D'nin değeri, elde edilen miktarın uygulanan miktara bölümüdür.

Hesaplamalar

$$C = \frac{[(C_8 \cdot V_8) - (C_b \cdot V_b)]}{v \left(\frac{mg}{m^3} \right)}$$

C₈ : Kalibrasyon grafiğinden okunan absorbansa karşılık gelen numune konsantrasyonu (µg/mL)
C_b : Kalibrasyon grafiğinden okunan absorbansa karşılık gelen şahit numune konsantrasyonu (µg/mL)
V₈ : Numune çözelti hacmi (mL)
V_b : Şahit numune çözelti hacmi (mL)
V : Hava numunesi hacmi, mg/m ³
C : Hava numunesi ağır metal konsantrasyonu, mg/m ³

VOC Ölçümleri

VOC ölçümü

Bu ölçüm çalışma ortamında maruz kalınan VOC (Uçucu Organik Bileşikler) derişiminin tayini ve nasıl örnekleme yapılacağını amaçlar.

Ölçüm standardı olarak TS ISO 16200-1 İş Yeri Hava Kalitesi - Uçucu Organik Bileşiklerden Numune Alma ve Çözücü Desorpsiyonu / Gaz Kromatografisiyle Analiz Bölüm 1: Pompa ile Numune Alma Yöntemi referans alınmıştır.



Şekil 22. VOC ölçüm cihazı (<http://www.protos.com.tr/urun-detay/libra-personal-sampling-pump>, <https://novel.com.tr/gilian-gilair-plus-toz-gaz-hava-ornekleme-pompasi.html>)

Tanımlar ve Semboller

VOC (Volatile Organic Compound - Uçucu Organik Bileşik); Uçucu Organik Bileşikler (VOC) çok uçucu organik bileşikler (kaynama noktası $<0\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $100\text{ }^{\circ}\text{C}$)’den katı organik bileşiklere (kaynama noktası $>380\text{ }^{\circ}\text{C}$) kadar çok geniş bir bileşik grubunu kapsamaktadır. İç ortam ve dış ortam havasında sıklıkla gözlenen ve hava kalitesi açısından UOB olarak adlandırılan grup ise genellikle bazı parafinler ve benzenden başlayarak naftaline kadar olan bileşikler (kaynama noktası $<260\text{ }^{\circ}\text{C}$) kapsamaktadır. En yaygın gözlenenleri BTEX olarak adlandırılan benzen, toluen, etilbenzen ve ksilenler’dir. Bu bileşiklerin içinde iç ortamda en yüksek seviyelerde rastlanılanı ise toluendir. İç ortam havasında sıklıkla rastlanan ve seviyesi yüksek olduğunda insan üzerinde kanserojen olarak kabul edildiği için önem arz eden bileşik benzendir.

Örnekleme Öncesi Yapılacaklar

► Örnekleme öncesinde kullanılacak pompalar bir gece öncesinden tam şarj edilmelidir.

► Örneklemede kullanılacak olan sorbent tüp ile ölçüme başlanmadan önce kalibratör ile pompa ayarlanır.

► Temsili numune alma hattı oluşturulur.

► Pompa çalıştırılarak metoda belirtilen akış hızları aralığında (0,02 L / dk – 0,2 L / dk) ayarlanır.(TWA ölçümleri için daha düşük akış hızlarında örnekleme yapılması, STEL ölçümleri için daha yüksek akış hızlarında örnekleme yapılması uygun olacaktır.).

► Cihazın kalibrasyonu yapılarak ölçüme hazır hale getirilir.

► Kalibrasyon yapılan bölümün fiziksel ortam koşulları (sıcaklık, basınç, nem) ölçülerek ölçüm bilgi formlarına kaydedilir.

► TS EN 689 İş Yeri Havası - Solunumla Maruz Kalınan Kimyasal Maddelerin Sınır Değerler İle Karşılaştırılması Ve Ölçme Stratejisinin Değerlendirilmesi İçin Kılavuz'da belirtilen ölçüm ve numune alma stratejisinin belirlenmesi gerekmektedir.

Örnekleme

► Ölçüme başlamadan önce sahada yapılan keşif çalışması sırasında tespit edilen;

Ölçüm alanı

Vardiya saatleri ve mola süreleri

Yapılan iş faaliyetleri ve çalışma süreleri

Maruz kalınan parametreler

Maruz kalınan kaynaklar

Maruziyet süreleri

Kişisel koruyucu donanım kullanımları

gibi veriler teyit edilerek ölçüm formlarına işlenir.

► Keşif sırasında tespit edilen verilere göre;

Maruziyet grubundaki ölçüm/numune alımı gerçekleştirilecek çalışanın bilgileri

Numune alma sayıları ve süreleri

Ölçüm yapılacak alana dair fiziksel şartlar (sıcaklık, basınç, nem)

Ölçüm/numune alma tarihi

Örneklemede kullanılan cihazlara ve kullanılan ekipmanlara ait bilgileri

gibi veriler teyit edilerek ölçüm formlarına işlenir.

► Üretim sahasında yapılan keşif faaliyetinde ölçüme başlamadan önce yapılan değerlendirmelere göre numune alma stratejisi (TWA, STEL, sabit nokta) ölçüm formlarına kaydı yapılır.

► Ölçüm öncesinde kalibrasyonu yapılan hat ve kalibre edilen sorbent tüp yerine aynı seride bulunan örneklemede kullanılacak sorbent tüp örnekleme hattına yerleştirilir.

► Maruziyet ölçümleri, daha öncesinden belirlenen akış hızında kalibrasyonu yapılmış örnekleme sistemi (0,02 L / dk – 0,2 L / dk) ölçüm yapılacak kişi üzerine konumlandırılır.

► Ölçme işlemi ölçüm metodunda belirtilen optimum hacim miktarında gerçekleştirilir.

► Örnekleme Pompası kişinin bel bölgesinde çalışmasına engel olamayan bir noktaya konumlandırılır.

► Sorbent tüp tutucu çalışanın solunum bölgelerinden en fazla 30 cm uzağa çalışana engel olmayacak şekilde bağlanır. Eğer noktasal bir ölçüm gerçekleştirilecekse numune alma işlemi maruziyetin en fazla olduğu ve çalışanın solunum bölgelerine yakın noktalara konumlandırılır.

► Ölçüme hazır hale getirildikten sonra ölçüm cihazı çalıştırılır ve cihaz ölçüm başlama bilgileri formlara işlenir.

► Yüksek konsantrasyondan şüphelenilen ortamlarda minimum numune alma akış hızına yakın hızlarda ile minimum hacim örneklenmesi önerilir. Düşük konsantrasyondan şüpheleniyorsa maksimum numune alma akış hızına yakın hızlarda daha fazla hacim örneklenmesi önerilir.

► Ölçme süresi boyunca cihaz kapatılmaz işleme devam edilir. Ölçme işlemi boyunca belirli aralıklarla kontroller sağlanır.

► Ölçme işlemi başladıktan sonra çalışma ortamından kör numune diye adlandırdığımız numune alımı gerçekleştirilmelidir.

► Kör numune alımı şu şekilde gerçekleştirilir;

- Ölçümde kullanılan aynı seride olan sorbent tüp kullanılmalıdır.
- Kör numuneler çalışma ortamında açılır ve kısa bir süre sonra kapatılarak kör numune olarak etiketlenir.
- Kör numune adeti bir ölçüm serisi için daimi 3 adet olmalıdır. Her 10 numunede 1 adet kör numune eklenmelidir.

► Ölçüm işlemi tamamlandıktan sonra cihaz durdurulur ve ölçüm kayıtları formlara işlenir.

► Ölçümde kullanılan filtreler kaseti ile çalışma ortamında kapatılarak ve etiketleme işlemi tamamlanır.

► Ölçme işlemi başladıktan sonra çalışma ortamından kör numune diye adlandırdığımız numune alımı gerçekleştirilmelidir.

Örnekleme Sonrası Yapılacaklar

Akış Hızı Doğrulaması; Örnekleme sonrasında numune alma hattı, kalibratöre bağlanarak tekrar doğrulaması yapılmalıdır. Örnekleme için belirlenen akış miktarında bir değişimin olup olmadığı tespit edilir. Ölçüm başlangıcında akış değerleri ile ölçüm sonrasındaki akış miktarı arasındaki fark % 5'ten fazla olmaması gerekmektedir.

► Sorbent Tüplerin Taşınması, Depolanması; Örneklemede kullanılan, kör numune olarak ve kalite kontrol için kullanılan sorbent tüpler güvenli bir şekilde yalıtılmış bir kap içerisine konarak laboratuvara getirilir. (Vinil klorür gibi yüksek uçuculuğa sahip bileşikler dondurucu içerisinde, daha düşük uçuculuğa sahip bileşiklerin örneklenmesinde buzdolabında 5°C'de taşınması önerilir. Laboratuvara getirilen numuneler 8 saat boyunca laboratuvarda analizi sağlanmayacaksa steril ve kuru alanda izole edilmiş bir yerde saklanabilir. Sorbent Tüpler içindeki Uçucu Organik Bileşiklerin miktarının belirlenmesi için gerekli ön işlemlerin ardından Gaz Kromatografisinde analiz edilir.

Hesaplamalar

$$C_{voc} = \frac{(mf + mb - m_{blank})}{(Dxv)_{\left(\frac{mg}{m^3}\right)}} \times 10^3$$

mf : Numune içeren sorbent tüpün ön kısmında bulunan VOC kütlesi (µg)
mb : Numune içeren sorbent tüpün arka kısmında bulunan VOC kütlesi (µg)
mblank : Şahit numune içeren sorbent tüpde bulunan VOC kütlesi (µg)
D : Desorbsiyon Verimi
v : Hava numunesi hacmi, mg/m ³
C : Hava numunesi VOC konsantrasyonu, mg/m ³

VOC Analizi

Bu analizde pompalı numune alma yöntemi kullanılarak çözücü desorpsiyonu/gaz kromatografisiyle, iş yeri havasındaki uçucu organik bileşiklerin tayin edilmesi amaçlanmıştır.

Ölçüm standartımız TS ISO 16200-1 İş Yeri Hava Kalitesi - Uçucu Organik Bileşiklerden Numune Alma Ve Çözücü Desorpsiyonu / Gaz Kromatografisiyle Analiz Bölüm 1: Pompa İle Numune Alma Yöntemi referans alınmıştır. Bu talimat ile tayin edilen bileşikler aşağıda verilmiştir;

Tablo 11. VOC Referans Parametre Tablosu

Parametre Bilgileri			
CAS No*	Ölçülen Parametre	Eş Anlamlı ve Ticari İsimleri	Kanserojen Grubu**
108-88-3	Toluen	Methyl benzene, Methyl benzol, Phenyl methane, Toluol	3
95-47-6	o-Xylene	1,2-Dimethylbenzene, ortho-Xylene, o-Xylol	3
108-38-3	m-Xylene	1,3-Dimethylbenzene, meta-Xylene, m-Xylol	3
106-42-3	p-Xylene	1,4-Dimethylbenzene, para-Xylene, p-Xylol	3
156-60-5	Trans-1,2-Dichloroethene	Trans-1,2-Dichloroethylene	-
79-01-6	Trichloroethene	Trichloroethylene, Ethylene trichloride, TCE, Trilene	1
100-42-5	Styrene	Ethenyl benzene, Phenylethylene, Styrene monomer, Styrol, Vinyl benzene	2B
100-41-4	Ethyl benzene	Ethylbenzol, Phenylethane	2B
67-66-3	Chloroform	Methane trichloride, Trichloromethane	2B
75-25-2	Bromoform	Methyl tribromide, Tribromomethane	3
75-27-4	Bromodichloromethane	Dichlorobromomethane	2B
71-55-6	1,1,1-Trichloroethane	Methyl chloroform, Chloroethene, 1,1,1-Trichloroethane, 1,1,1-Trichloroethane (stabilized)	3
79-00-5	1,1,2-Trichloroethane	Ethane trichloride, β-Trichloroethane, Vinyl trichloride	3
108-90-7	Chlorobenzene	Benzene chloride, Chlorobenzol, MCB, Monochlorobenzene, Phenyl chloride	-

*Amerikan Kimya Derneği'nin (*American Chemical Society*) alt bölümü olan *Chemical Abstracts Service* (CAS), her bir kimyasal bileşik için CAS kayıt numaraları kimyasal bileşikler, polimerler, biyolojik dizinler, karışımlar ve alaşımlar için kullanılan tek tanımlayıcı (*unique*) sayılar tanımlamıştır.

**Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC), kanserojenlerin insanlara yönelik tehlikelerine ilişkin kuvvetli delillere dayanarak kanserojenleri 4 sınıflandırmaya ayırmaktadır. kanserojen / mutajen (KM): $\geq$ 0,1 kanserojen veya mutajen Grup. 1 (A veya B); reprotoksik (R): $\geq$ 0,3 reprotoksik Grup 1 (A veya B)

Tablo 11. VOC Referans Parametre Tablosu (Devamı)

Parametre Bilgileri			
CAS No*	Ölçülen Parametre	Eş Anlamlı ve Ticari İsimleri	Kanserojen Grubu**
95-49-8	2-Chlorotoluene	1-Chloro-2-methylbenzene, 2-Chloro-1-methylbenzene, o-Chlorotoluene, o-Tolyl chloride	-
87-68-3	heksakloro-1,3-butadien	HCBd, Hexachlorobutadiene, 1,3-Hexachlorobutadiene, Perchlorobutadiene	3
106-46-7	1,4-Diklorobenzen	p-DCB, p-Dichlorobenzene, para-Dichlorobenzene, Dichlorocide	2B
124-18-5	n-Dekan		-
106-43-4	4-Chlorotoluene		-
95-63-6	1,2,4-Trimethylbenzene	Asymmetrical trimethylbenzene, psi-Cumene, Hemimellitene [1,2,4-Trimethylbenzene], Pseudocumene [Note: Hemimellitene is a mixture of the 1,2,3-isomer with up to 10% of related aromatics such as the 1,2,4-isomer.]	-
108-67-8	1,3,5-Trimetilbenzen	Mesitylene, Symmetrical trimethylbenzene, sym-Trimethylbenzene	-
95-50-1	1,2-Dichlorobenzene	o-DCB, o-Dichlorobenzene, ortho-Dichlorobenzene, o-Dichlorobenzol	3
541-73-1	1,3-Dichlorobenzene	meta-Dichlorobenzene	3
127-18-4	Tetrakloroetilen	Perchlorethylene, Perchloroethylene, Perk, Tetrachlorethylene, Tetrakloroeten	2A
75-34-3	1,1, Dichloroethane	Asymmetrical dichloroethane, Ethylidene chloride, 1,1-Ethylidene dichloride	-
107-06-2	1,2-Dichloroethane	Ethylene dichloride, Ethylene chloride, Glycol dichloride	2B
56-23-5	Carbon tetrachloride	Carbon chloride, Carbon tet, Freon® 10, Halon® 104, Tetrachloromethane	2B
591-78-6	2-Hexanone	Butyl methyl ketone, MBK, Methyl butyl ketone, Methyl n-butyl ketone	-
78-87-5	1,2-Dikloropropan	Propylene dichloride, Dichloro-1,2-propane, 1,2-Dichloropropane	1
142-28-9	1,3-Dikloropropan	Trimethylene dichloride	-

*Amerikan Kimya Derneği'nin (*American Chemical Society*) alt bölümü olan *Chemical Abstracts Service* (CAS), her bir kimyasal bileşik için CAS kayıt numaraları kimyasal bileşikler, polimerler, biyolojik dizinler, karışımlar ve alaşımlar için kullanılan tek tanımlayıcı (*unique*) sayılar tanımlamıştır.

**Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC), kanserojenlerin insanlara yönelik tehlikelerine ilişkin kuvvetli delillere dayanarak kanserojenleri 4 sınıflandırmaya ayırmaktadır. kanserojen / mutajen (KM): $\geq 0,1$ kanserojen veya mutajen Grup. 1 (A veya B); reprotoksik (R): $\geq 0,3$ reprotoksik Grup 1 (A veya B)

Tablo 11. VOC Referans Parametre Tablosu (Devamı)

Parametre Bilgileri			
CAS No*	Ölçülen Parametre	Eş Anlamlı ve Ticari İsimleri	Kanserojen Grubu**
78-93-3	2-Butanon	Ethyl methyl ketone, MEK, Methyl acetone, Methyl ethyl ketone	-
108-10-1	4-metil 2-pentanon	Isobutyl methyl ketone, Methyl isobutyl ketone, MIBK, Hexone	2B
103-65-1	n-Propilbenzen		-
123-86-4	n-Bütil asetat	Butyl acetate, n-Butyl ester of acetic acid, Butyl ethanoate	-
141-78-6	Etil asetat	Acetic ester, Acetic ether, Ethyl ester of acetic acid, Ethyl ethanoate	-
75-09-2	Diklorometan	Methylene chloride, Methylene dichloride	2A
71-36-3	1-Butanol	n-Butanol, Butyl alcohol, 1-Hydroxybutane, n-Propyl carbinol, n-Butyl alcohol	-
135-98-8	Sec-Bütilbenzen		-
104-51-8	n-Bütilbenzen		-
91-20-3	Naftalen	Naphthalin, Tar camphor, White tar	2B
96-18-4	1,2,3-Trikloropropan	Allyl trichloride, Glycerol trichlorohydrin, Glyceryl trichlorohydrin, Trichlorohydrin	2A
96-12-8	1,2-Dibromo-3-kloropropan	1-Chloro-2,3-dibromopropane, DBCP, Dibromochloropropane	2B
71-43-2	Benzen	Benzol, Phenyl hydride	1
124-48-1	Dibromoklorometan	Chlorodibromomethane	3
98-06-6	tert-Bütilbenzen		-
120-82-1	1,2,4-Triklorobenzen	unsym-Trichlorobenzene, 1,2,4-Trichlorobenzol	-
106-93-4	1,2-Dibromoetan	Ethylene dibromide, Ethylene bromide, Glycol dibromide	2A
630-20-6	1,1,1,2-tetrakloroetan	-	2B
110-54-3	n-hekzan	Hexane, normal-Hexane, Hexyl hydride	-
98-82-8	Kümen	İzopropil benzen, Cumol, 2-Phenyl propane	2B
10061-02-6	Trans-1,3-Dikloropropen		-
75-35-4	1,1-Dikloroeten	1,1-DCE, 1,1-Dichloroethene, 1,1-Dichloroethylene, VDC, Vinylidene chloride monomer, Vinylidene dichloride, Vinylidene chloride	2B
110-82-7	siklohekzan	Benzene hexahydride, Hexahydrobenzene, Hexamethylene, Hexanaphthene	3
106-89-8	epichlorohydrin	1-Chloro-2,3-epoxypropane, 2-Chloropropylene oxide, ̑-Chloropropylene oxide	2A
79-34-5	1,1,2,2-Tetrachloroethane	Acetylene tetrachloride, Symmetrical tetrachloroethane	2B
74-97-5	Chlorobromomethane	Bromochloromethane, CB, CBM, Fluorocarbon 1011, Halon® 1011, Methyl chlorobromide	-

*Amerikan Kimya Derneği'nin (*American Chemical Society*) alt bölümü olan *Chemical Abstracts Service* (CAS), her bir kimyasal bileşik için CAS kayıt numaraları kimyasal bileşikler, polimerler, biyolojik dizinler, karışımlar ve alaşımlar için kullanılan tek tanımlayıcı (*unique*) sayılar tanımlamıştır.

**Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC), kanserojenlerin insanlara yönelik tehlikelerine ilişkin kuvvetli delillere dayanarak kanserojenleri 4 sınıflandırmaya ayırmaktadır. kanserojen / mutajen (KM): $\geq$ 0,1 kanserojen veya mutajen Grup. 1 (A veya B); reprotoksik (R): $\geq$ 0,3 reprotoksik Grup 1 (A veya B)

Uygulama

Ölçümler çalışma ortamında hava numunesinin bir hacmi, seçilen bir tutucu ile uygun ortam koşullarında sorbent tüplerden geçirilir. Uygun tutucularla, sorbent tüpte tutulur ve böylece hava akımından bağımsız bir hacim olarak ayrılır. Toplanan buhar, genellikle karbon sülfür çözücüsü ile ayrılır ve çözelti, alev iyonlaşma dedektörü, kütle spektrometresi veya seçilen başka bir dedektör ile donatılmış gaz kromatograf cihazı ile analiz edilir.

Numune koruması

Numuneler eğer 8 saatlik süreçte laboratuvar ortamında analiz edilmeyecekse, steril, kaplamasız ve sızdırmaz metal veya cam kaplar içerisinde muhafaza edilmelidir. Vinil klorür gibi çok uçucu maddelerin numuneleri, uçuculuklarına bağlı olarak kuru buz veya derin dondurucu içerisinde muhafaza edilmelidir. Daha az uçucu maddeler, 5 °C'nin altındaki sıcaklıklarda muhafaza edilmelidir.

Cihazlar

► Gaz kromatografisi cihazı: Sinyal gürültü oranı en az 5:1 olan, 0,5 ng toluen enjeksiyonunu tespit edebilme özelliğinde bir alev iyonlaşma, foto-iyonlaşma dedektörü, kütle spektrometresi veya uygun diğer bir dedektör ile donatılmış. Diğer bileşenlerden deneye tabi tutulan ilgili maddeleri ayırabilecek özellikte bir gaz kromatografi kolonu. Uygun seçeneklere örnek olarak, 50 m x 0,22 mm boyutlarında BP-1 veya BP-10 durgun fazlı ergimiş silika kolonları verilebilir. Genellikle film kalınlığı 0,5 µm-2,0 µm arasındadır. Bu kolonlar için genel işletme şartları, 5 °C/dakika sıcaklık artış hızı ile 50 °C'dan 200°C'a bir programlaması olan, helyum taşıyıcı gaz akış hızı da 0,7-0,8 mL/dakika olan.



Şekil 23. VOC analiz cihazı (<https://www.labmanager.com/the-agilent-5977c-gc-msd-29192>)

- Hassas balon jojeler
- Hassas gaz sızdırmaz şırıngalar: Hacimleri tam olarak bilinen 1 mL ve 10 µL'lik, sırasıyla 0,1 mL ve 1 µL doğrulukla okunabilen.

Kimyasallar

► Desorpsiyon Çözücüsü: Genellikle karbon sülfür olan desorpsiyon veya yıkama çözücüsü, kromatografik saflıkta olmalıdır. Çözücü, ilgili maddeler ile birlikte yıkanan bileşikler ihtiva etmemelidir.

Aktif karbondan polar olmayan maddelerin ayrılması için genel olarak karbon sülfür önerilmektedir. Polar bileşikler; polar ve polar olmayan bileşiklerin karışımları için ideal bir ayırma çözücüsü yoktur. Diklorometan, metanol, yüksek alkoller, dimetilformamit ve asetonitril tek başına veya birbirleriyle karışımı veya karbon sülfürle karışımları eluant olarak kullanılır.

► Kalibrasyon Çözeltileri: Kalibrasyon karışım çözeltileri, gaz kromatografik analizde kalibrasyon standartları ile desorpsiyon çözeltilerinin derişimlerini karşılaştırılmak için gereklidir. Kalibrasyon çözeltileri için depolama süreleri uygulamaya göre değişir. Genellikle, karbon sülfür çözeltileri haftalık olarak, bozunma ya da buharlaşma belirtileri gözlenmişse daha sık olarak taze hazırlanmalıdır. Kalibrasyon çözeltileri her bir bileşen için ayrı ayrı oluşturulmalıdır.

Analiz işlemleri

Desorpsiyon: Numuneler mümkün olduğu kadar çabuk analiz edilir. Her durumda, desorpsiyon temiz atmosferde ve çeker ocakta yapılır. Tanık numuneler, numunelerle aynı şekilde ayrılır.

Analiz: Uçucu organik bileşiklerin analizi için gaz kromatografisi cihazı ayarlanır. Değişik kromatografik kolonlar bu bileşiklerin analizi için kullanılabilir. Kolon seçimi büyük ölçüde varsa kromatografik analizde girişim yapabilecek olan bileşiklere bağlıdır.

Her standart çözeltinin bilinen sabit hacmi (1 µL-5 µL) gaz kromatografına enjekte edilir. Tekrarlanabilir pik yükseklikleri veya alanları elde edebilecek bir enjeksiyon tekniği kullanılmalıdır.

Desorpsiyon Verimi Tayini: VOC'lerin desorpsiyon verimleri (D), kullanılan tutucunun tipine ve partisine bağlı olarak değişebilir. Bundan dolayı, her tutucu ve deneye tabi tutulan her madde için, numune derişim aralığında D'yi tayin etmek gerekir. Numuneler desorpsiyon verimi için standartlarda belirtildiği gibi hazırlanır, maddeler desorpsiyonda belirtildiği gibi

ayrılır ve deney işlemlerinde belirtildiği gibi analiz edilir. D'nin değeri, elde edilen miktarın uygulanan miktara bölümüdür.

Hesaplamalar

Deneye tabi tutulan madde piklerinin tanık numune seviyelerine göre düzeltilmiş yüksekliklerinin veya alanlarının on tabanlı logaritması düşey eksene, kalibrasyon karışım çözeltilerinin enjekte edilmiş küçük kısımlarındaki, deneye tâbi tutulan madde derişiminin (mikrogram/mililitre cinsinden) on tabanlı logaritması yatay eksene çizilerek, log-dönüşümlü kalibrasyon grafiği hazırlanır.

Numunesi alınmış havadaki deneye tâbi tutulan maddenin kütle derişimi, miligram/metreküp olarak, aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır;

$$C_{voc} = \frac{(mf + mb - m_{blank})}{(Dxv) \left(\frac{mg}{m^3}\right)} \times 10^3$$

mf : Numune içeren sorbent tüpün ön kısmında bulunan VOC kütlesi (µg)

mb : Numune içeren sorbent tüpün arka kısmında bulunan VOC kütlesi (µg)

mblank : Şahit numune içeren sorbent tüpde bulunan VOC kütlesi (µg)

D : Desorbsiyon Verimi

v: Hava numunesi hacmi, mg/m³

C : Hava numunesi VOC konsantrasyonu, mg/m³

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve DEĞERLENDİRİLMESİ

Aydınlatma Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi

İlgili yönetmelik maddeleri

17.07.2013 tarihli ve 28710 sayılı İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik gereğince;

Aydınlatma

Madde 22- İşyerlerinin gün ışığıyla yeter derecede aydınlatılmış olması esastır. İşin konusu veya işyerinin inşa tarzı nedeniyle gün ışığından yeterince yararlanılamayan hallerde yahut gece çalışmalarında, suni ışıkla uygun ve yeterli aydınlatma sağlanır. İşyerlerinin aydınlatmasında TS EN 12464-1: 2013; TS EN 12464-1.2011: 2012; standartları esas alınır.

Madde 23- Çalışma mahalleri ve geçiş yollarındaki aydınlatma sistemleri, çalışanlar için kaza riski oluşturmayacak türde olur ve uygun şekilde yerleştirilir.

Madde 24- Aydınlatma sisteminin devre dışı kalmasının çalışanlar için risk oluşturabileceği yerlerde yeterli aydınlatmayı sağlayacak ayrı bir enerji kaynağına bağlı acil aydınlatma sistemi bulunur.

Aydınlatma sınır değerleri TS EN 12464-1 ve TS EN 12464-2 standartlarına göre aydınlatma sınır değerleri belirlenmiştir.

Ölçüm sonuçları

Üretim sahasında çeşitli alanlarda lüksmetre kullanılarak 20 adet gündüz ve 12 adet gece aydınlatma seviyesi ölçümü yapılmıştır.

Tablo 12. Aydınlatma Düzeyi Gündüz Ölçüm Sonuçları

No	Ölçüme Ait Bilgiler	Ayd. Kayn.	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm	4. Ölçüm	Sonuç (Lx)	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Ref. Değer* (Lx)	TS EN 12464-1 Standart Sınıfı Ref. No
1	Lojistik-1	Doğal, Yapay	366	374	311	371	382	19	300	5,4,2
2	Lojistik 2-Raf Arası	Doğal, Yapay	351	366	354	321	373	19	300	5,4,2
3	Kalıphane	Doğal, Yapay	360	361	321	311	363	18	300	5,53,11
4	Giriş Kalite Kontrol	Doğal, Yapay	261	266	261	224	270	14	1000	5,24,5
5	Recovery Alanı	Doğal, Yapay	1351	1341	1334	1341	1451	73	300	5,24,6
6	Temizlik Odası	Doğal, Yapay	220	215	241	211	237	12	300	5,24,6
7	Montaj Hattı	Doğal, Yapay	1040	1081	1001	1014	1117	56	500	5,24,1
8	Kaplama Hattı Hard Coating	Doğal, Yapay	1926	1911	1901	1916	2071	104	500	5,24,1
9	Kaplama Hattı Base Coating	Doğal, Yapay	1611	1614	1621	1611	1746	87	500	5,24,1
10	Kaplama Hattı Metalize	Doğal, Yapay	1201	1204	1206	1201	1300	65	500	5,24,1
11	Enjeksiyon 1500 4K ENGEL	Doğal, Yapay	711	706	714	704	765	38	500	5,24,1
12	Enjeksiyon 550 1K ENGEL	Doğal, Yapay	681	688	661	611	712	36	500	5,24,1
13	Mekanik Bakım Atölyesi	Doğal, Yapay	547	541	546	544	586	29	300	5,53,11
14	CMM Lab.	Doğal, Yapay	341	314	321	311	345	17	300	5,24,6
15	Eğitim Salonu	Doğal, Yapay	547	561	571	514	591	30	500	5,26,5
16	2. Kat Ofis	Doğal, Yapay	461	471	441	411	480	24	300	5,26,1
17	Yardımcı Tesisler Yangın Sistem Odası	Doğal, Yapay	380	381	401	406	421	21	200	5,20,4
18	Yardımcı Tesisler Elektrik Pano Odası	Doğal, Yapay	375	380	371	401	410	21	200	5,20,4
19	Yardımcı Tesisler Kazan Dairesi	Doğal, Yapay	350	370	366	381	394	20	200	5,20,4
20	Yardımcı Tesisler Kompresör Odası	Doğal, Yapay	254	276	281	296	296	15	200	5,20,4

*: Referans değer TS EN 12464-1 2013 Işık ve Aydınlatma-Çalışma Yerlerinin Aydınlatılması ve TS EN 12464-2 2013 Işık ve Aydınlatma Çalışma Yerlerinin Aydınlatılması standartları gereği olması gereken en düşük değerdir.

Tablo 13. Aydınlatma Düzeyi Gece Ölçüm Sonuçları

No	Ölçüme Ait Bilgiler	Ayd. Kayn.	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm	4. Ölçüm	Sonuç (Lx)	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Ref. Değer* (Lx)	TS EN 12464-1 Standart Sınıfı Ref. No
1	Lojistik-1	Yapay	321	311	314	326	341	17	300	5,4,2
2	Lojistik 2-Raf Arası	Yapay	341	311	344	346	360	18	300	5,4,2
3	Kaliphane	Yapay	348	321	304	306	324	16	300	5,4,2
4	Giriş Kalite Kontrol	Yapay	261	266	251	254	276	14	1000	5,24,5
5	Recovery Alanı	Yapay	1006	1011	1028	1104	1121	56	300	5,24,6
6	Temizlik Odası	Yapay	201	211	204	206	219	11	300	5,24,6
7	Montaj Hattı	Yapay	981	894	1001	1004	1048	52	500	5,24,1
8	Kaplama Hattı Hard Coating	Yapay	1681	1621	1001	1604	1597	80	500	5,24,1
9	Kaplama Hattı Base Coating	Yapay	1511	1604	1611	1602	1711	86	500	5,24,1
10	Kaplama Hattı Metalize	Yapay	1011	1106	1091	1011	1140	57	500	5,24,1
11	Enjeksiyon 1500 4K ENGEL	Yapay	601	614	606	608	655	33	500	5,24,1
12	Enjeksiyon 550 1K ENGEL	Yapay	604	611	616	611	658	33	500	5,24,1

*: Referans değer TS EN 12464-1 2013 Işık ve Aydınlatma-Çalışma Yerlerinin Aydınlatılması ve TS EN 12464-2 2013 Işık ve Aydınlatma Çalışma Yerlerinin Aydınlatılması standartları gereği olması gereken en düşük değerdir.

Tablo 14. Aydınlatma Düzeyi Dış Alan Ölçüm Sonuçları

No	Ölçüme Ait Bilgiler	Ayd. Kayn.	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm	4. Ölçüm	Sonuç (Lx)	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Ref. Değer* (Lx)	TS EN 12464-2 Standart Sınıfı Ref. No
1	Lojistik Dış Alan 1	Yapay	34	36	17	24	29	1	20	5,1,3
2	Lojistik Dış Alan 2	Yapay	234	241	244	211	248	12	20	5,1,3

*: Referans değer TS EN 12464-1 2013 Işık ve Aydınlatma-Çalışma Yerlerinin Aydınlatılması ve TS EN 12464-2 2013 Işık ve Aydınlatma Çalışma Yerlerinin Aydınlatılması standartları gereği olması gereken en düşük değerdir.

Değerlendirme

TS EN 12464-1 (Işık ve Aydınlatma - Çalışma Yerlerinin Aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı Çalışma Alanları ve TS EN 12464-2 (Işık Ve Aydınlatma - Çalışma Yerlerinin Aydınlatılması - Bölüm 2: Açık Çalışma Alanları) standartları referans alınarak değerlendirmeler yapılmıştır.

Standartların değerlendirme tabloları TS EN 12464-1 Bölüm 5.3 İç kısımların (alanların), işlerin ve faaliyetlerin aydınlatma özellikleri ve TS EN 12464-2 Bölüm 5.3 Alanlar, işler ve faaliyetler için aydınlatma özellikleri kısımlarında verilen tablolar aşağıda verilmiştir.

Tablo 15. TS EN 12464-1 Aydınlatma Sınır Değerleri (Işık Ve Aydınlatma - Çalışma Yerlerinin Aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı Çalışma Alanları)

Referans No	İç kısımların (alanların), işlerin ve faaliyetlerin planı	İç kısım, iş veya faaliyet tipi	Ēm [lx]	UGR ₁	U ₀	R _a	Açıklama
5.4.2	Çizelge 5.4: Binaların içindeki genel alanlar – Depo odaları, soğuk depolar	Dağıtım paketleme alanları	300	25	0,60	60	
5.20.4	Çizelge 5.20: Endüstriyel faaliyetler ve zanaatlar – Güç istasyonları	Yan odalar, örneğin pompa odaları, yoğunlaştırıcı odaları, anahtarlama panoları (binaların içinde)	200	25	0,40	60	
5.24.1	Çizelge 5.24: Endüstriyel faaliyetler ve zanaatlar – Taşıt yapımı ve tamiri	Karoseri işi ve montajı	500	22	0,60	80	
5.24.5	Çizelge 5.24: Endüstriyel faaliyetler ve zanaatlar – Taşıt yapımı ve tamiri	Son muayene	1000	19	0,70	80	
5.24.6	Çizelge 5.24: Endüstriyel faaliyetler ve zanaatlar – Taşıt yapımı ve tamiri	Genel taşıt hizmetleri, tamir ve deney	300	22	0,60	80	Yerel aydınlatma yapılmalıdır.
5.26,1	Çizelge 5.26 - Ofisler	Dosyalama, kopyalama, vb.	300	19	0,40	80	
5.26,5	Çizelge 5.26 - Ofisler	Konferans ve toplantı odaları	500	19	0,60	80	Aydınlatma kontrol edilebilir olmalıdır.
5.53.11	Çizelge 5.53: Ulaşım ile ilgili alanlar – Demiryolu tesisleri	Bakım ve servis barakaları	300	22	0,50	60	

Tablo 16. TS EN 12464-2 Aydınlatma Sınır Değerleri (Işık ve Aydınlatma - Çalışma Yerlerinin Aydınlatılması - Bölüm 2: Açık Çalışma Alanları)

Referans No	İç kısımların (alanların), işlerin ve faaliyetlerin planı	İç kısım, iş veya faaliyet tipi	Ēm [lx]	GR ₁	U ₀	R _a	Açıklama
5.1.3	Çizelge 5.1 - Açık çalışma alanlarında genel dolaşım alanları	Düzenli taşıt trafiği (en fazla 40 km/h)	20	45	0,40	20	Tersanelerde ve doklarda GR ₁ 50 olabilir.

Ölçüm görselleri



Şekil 24. Aydınlatma ölçüm görselleri

Sonuç ve araştırma bulguları

Yapılan ölçüm ve değerlendirmelere istinaden üretim tesisimizde gündüz ölçümlerinde 4 ve 6 numaralı ölçümler ve gece ölçümlerinde 4 ve 6 numaralı ölçümler referans değerin altında kalmıştır.

Üretim tesisimizin Giriş Kalite Kontrol ve Temizlik Odasında ortamın aydınlatmasının yetersiz olmasından dolayı tesisin bu bölümlerine doğal yada yapay yollarla aydınlatma yapılması gerekmektedir.

Üretim tesisimizin diğer bölümlerinde ise referans değerlerin altında kalan herhangi bir bölüm tespit edilmemiştir.

Özellikle aydınlatma sistemlerinin tasarımında üretim tesisinde karanlık bölge kalmadan ergonomik çalışma koşulları açısından ve özellikle iş sağlığı ve güvenliği kapsamında aydınlatma sistemlerinin çok iyi dizayn edilmesi gerekmektedir.

Titreşim Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi

İlgili yönetmelik maddeleri

Tüm vücut titreşim maruziyeti ve el kol titreşim maruziyet ölçümleri, Titreşim Yönetmeliği Madde 4 ve 5'e göre değerlendirilmektedir;

MADDE 4- Yönetmelikte geçen tanımlar;

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

Madde 5- Maruziyet sınır değerleri ve maruziyet etkin değerleri aşağıda verilmiştir;

El Kol Titreşim;

- 1) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri (MSD) 5 m/s^2 ,
- 2) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değeri (MED) $2,5 \text{ m/s}^2$

Bütün Vücut Titreşim;

- 1) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri (MSD) $1,15 \text{ m/s}^2$,
- 2) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değeri (MED) $0,5 \text{ m/s}^2$

Ölçüm sonuçları

Üretim sahasında çeşitli alanlarda termal konfor cihazı kullanılarak 10 adet termal konfor ölçümü yapılmıştır.

Tablo 17. Tüm Vücut Titreşim Ölçüm Sonuçları

No	1									Ölçüm Bilgileri			
Ölçüm Yeri	Lojistik					Çalışma Süresi [saat]		8					
Çalışan Bilgileri	Ahmet GÖKBULUT					Maruziyet Süresi [saat]		7					
Görevi	Lojistik Opr.					Titreşim Kaynağı		Reach Truck					
Ölçüm Sonuçları													
Ölçüm No	x Eksen	y Eksen	z Eksen	aw _{max} [m/s ²]	aw _{max} ortalama [m/s ²]	Ölçüm Süresi [dk]	Günlük Maruziyet A(8)* [m/s ²]	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Sınır Değer ⁽¹⁾ [m/s ²]				
1.Ölçüm [aw] [m/s ²]	0,21	0,18	0,22	0,29	0,28	3	0,26	0,7	1,15				
2.Ölçüm aw [m/s ²]	0,20	0,17	0,22	0,28									
3.Ölçüm aw [m/s ²]	0,19	0,13	0,12	0,27									
No	2									Ölçüm Bilgileri			
Ölçüm Yeri	Lojistik					Çalışma Süresi [saat]		8					
Çalışan Bilgileri	Emir CANDAN					Maruziyet Süresi [saat]		7					
Görevi	Lojistik Opr.					Titreşim Kaynağı		Forklift					
Ölçüm Sonuçları													
Ölçüm No	x Eksen	y Eksen	z Eksen	aw _{max} [m/s ²]	aw _{max} ortalama [m/s ²]	Ölçüm Süresi [dk]	Günlük Maruziyet A(8)* [m/s ²]	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Sınır Değer ⁽¹⁾ [m/s ²]				
1.Ölçüm [aw] [m/s ²]	0,34	0,43	0,44	0,60	0,52	3	0,5	0,7	1,15				
2.Ölçüm aw [m/s ²]	0,41	0,38	0,42	0,58									
3.Ölçüm aw [m/s ²]	0,28	0,23	0,35	0,39									

****8 saatlik çalışma süresi için hesaplanan günlük maruziyet değeridir.**

Tablo 18. El Kol Titreşim Ölçüm Sonuçları

No	1									Ölçüm Bilgileri				
Ölçüm Yeri	Kalıphane					Çalışma Süresi [saat]				8				
Çalışan Bilgileri	Hakan ÖZTÜRK					Maruziyet Süresi [saat]				1				
Görevi	Kalıp Opr.					Titreşim Kaynağı				Spiral, Taşlama				
El Kullanımı (Sağ-Sol)	Sağ					El Tutamak Tipi				Plastik				
Ölçüm Sonuçları														
Ölçüm No	x Ekseni	y Ekseni	z Ekseni	ahv [m/s²]	ahv _{ortalama} [m/s²]	Ölçüm Süresi [dk]	Günlük Maruziyet A(8)* [m/s²]	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Sınır Değer ⁽¹⁾ [m/s²]					
1.Ölçüm [ahw] [m/s²]	2,325	2,051	1,565	3,71										
2.Ölçüm [ahw] [m/s²]	1,740	1,519	1,519	3,70	4,03	1	1,43	0,3	5					
3.Ölçüm [ahw] [m/s²]	2,315	2,673	4,154	4,70										
No	2									Ölçüm Bilgileri				
Ölçüm Yeri	Montaj Hattı					Çalışma Süresi [saat]				8				
Çalışan Bilgileri	Selçuk KASAROĞLU					Maruziyet Süresi [saat]				7				
Görevi	Montaj Opr.					Titreşim Kaynağı				Matkap, Vidalama				
El Kullanımı (Sağ-Sol)	Sağ					El Tutamak Tipi				Plastik				
Ölçüm Sonuçları														
Ölçüm No	x Ekseni	y Ekseni	z Ekseni	ahv [m/s²]	ahv _{ortalama} [m/s²]	Ölçüm Süresi [dk]	Günlük Maruziyet A(8)* [m/s²]	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Sınır Değer ⁽¹⁾ [m/s²]					
1.Ölçüm [ahw] [m/s²]	309	188	230	0,61										
2.Ölçüm [ahw] [m/s²]	350	191	263	0,38	0,48	1	0,45	0,3	5					
0,3.Ölçüm [ahw] [m/s²]	395	274	282	0,45										

*8 saatlik çalışma süresi için hesaplanan günlük maruziyet değeridir.

Tablo 18. El Kol Titreşim Ölçüm Sonuçları (Devamı)

No	3	Ölçüm Bilgileri							
Ölçüm Yeri	Lojistik	Çalışma Süresi [saat]				8			
Çalışan Bilgileri	Enis ASLAN	Maruziyet Süresi [saat]				3			
Görevi	Montaj Opr.	Titreşim Kaynağı				Titreşimle Kesim, Raspalama Mak.			
El Kullanımı (Sağ-Sol)	Sağ	El Tutamak Tipi				Plastik			
Ölçüm Sonuçları									
Ölçüm No	x Eksen	y Eksen	z Eksen	ahv [m/s²]	ahvortalama [m/s²]	Ölçüm Süresi [dk]	Günlük Maruziyet A(8)* [m/s²]	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Sınır Değer ⁽¹⁾ [m/s²]
1.Ölçüm [ahw] [m/s²]	3,491	2,234	1,914	6,59					
2.Ölçüm [ahw] [m/s²]	4,150	2,325	3,886	4,03	5,5	1	3,40	0,3	5
3.Ölçüm [ahw] [m/s²]	3,737	2,424	4,121	6,00					

*8 saatlik çalışma süresi için hesaplanan günlük maruziyet değeridir.

Değerlendirme

Ölçümler, TS EN 1032+A1:2011 “Mekanik Titreşim – Titreşim Emisyon Değerinin Belirlenmesi Amacıyla Hareketli Makinelerin Deneye Tabi Tutulması” ile TS ISO 2631-1 “Mekanik Titreşim ve Şok- Tüm Vücut Titreşime Maruz Kalma Değerlendirilmesi-Bölüm 1: Genel Kurallar” standartlarına ve bu standartların en güncel hallerine göre yapılmıştır.

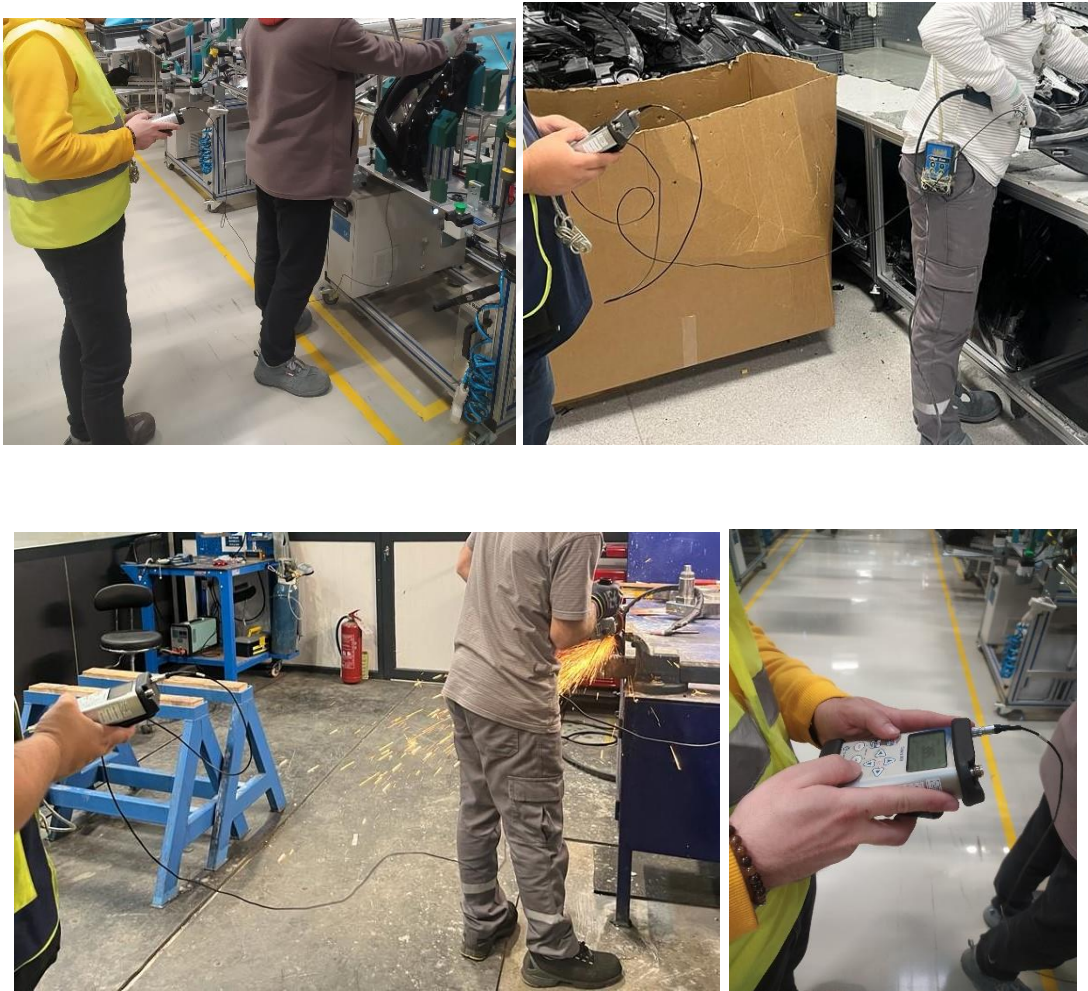
Ölçümler, TS EN ISO 5349-1 “Mekanik Titreşim –Kişilerin Maruz Kaldığı, Elle İletilen Titreşimin Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi-Bölüm 1: Genel Kurallar” ile TS EN ISO 5349-2 “Mekanik Titreşim – Kişilerin Maruz Kaldığı, Elden Vücuda İletilen Titreşimin Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi – Bölüm 2: İşyerlerinde Ölçme Yapmak için Pratik Kılavuz” standartlarına ve bu standartların en güncel hallerine göre yapılmıştır.

Değerlendirmeler ise Titreşim Yönetmeliği Madde 5’de verilen sınır değerler referans alınarak kıyaslamalar yapılmıştır. Herhangi bir durumdan kaynaklı olarak maruziyet değerlerinin aşılması durumunda Titreşim Yönetmeliği Madde 8 hükümleri uygulanmalıdır.

Ölçüm görselleri



Şekil 25. tüm vücut titreşim ölçüm görselleri



Şekil 26. El kol titreşim ölçüm görselleri

Sonuç ve araştırma bulguları

Yapılan ölçüm ve değerlendirmelere istinaden üretim tesisimizde sınır değerin üzerinde kalan herhangi bir ölçüm bulunmamıştır.

Üretim tesisimizin Recovery bölümünde titreşimle kesim yapılan bölümde yapılan ölçüm sonucunda sonucun maruziyet sınır değeri geçmemiş olsada maruziyet eylem değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu bölüme özellikle ekipman olarak iyileştirmeler yapılması gerekmektedir. Mekanik ekipmanın alternatifi iş sağlığı ve güvenliği açısından problemler oluşturma ihtimaline karşı uygun kişisel koruyucu donanımlar temin edilmelidir. Mevcut ekipmanla çalışma koşulunda ise uygun titreşimi emici eldiven vb. uygun bir tedbir alınması uygundur.

Üretim tesisimizde özellikle Lojistik Ekipmanları seçilirken titreşim faktörünü de dikkate alınmalıdır. Seçilen ekipmanlar bütün vücuda etkileyen titreşimi minimum seviyede tutması insan sağlığı açısından oldukça önemlidir. Özellikle bakım faaliyetleri, montaj işleri vb. işlerde kullanılan taşlama, vidalama, vb. faaliyetlerde seçilen ekipmanlar el kol sağlığı ve ergonomik açıdan oldukça iyi tasarlanmış ekipmanlar tercih edilmelidir.

Termal Konfor Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi

İlgili yönetmelik maddeleri

17.07.2013 tarihli ve 28710 sayılı İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik gereğince;

Ortam Sıcaklığı

Madde 19- İşyerlerinde termal konfor şartlarının çalışanları rahatsız etmeyecek, çalışanların fiziksel ve psikolojik durumlarını olumsuz etkilemeyecek şekilde olması esastır. Çalışılan ortamın sıcaklığının çalışma şekline ve çalışanların harcadıkları güce uygun olması sağlanır. Dinlenme, bekleme, soyunma yerleri, duş ve tuvaletler, yemekhaneler, kantinler ve ilk yardım odaları kullanım amaçlarına göre yeterli sıcaklıkta bulundurulur. Isıtma ve soğutma amacıyla kullanılan araçlar, çalışanı rahatsız etmeyecek ve kaza riski oluşturmayacak şekilde yerleştirilir, bakım ve kontrolleri yapılır. İşyerlerinde termal konfor şartlarının ölçülmesi ve değerlendirilmesinde TS EN 27243 standardından yararlanılabilir.

Madde 20- Yapılan işin niteliğine göre, sürekli olarak çok sıcak veya çok soğuk bir ortamda çalışılması ve bu durumun değiştirilmemesi zorunlu olunan hallerde, çalışanları fazla sıcak veya soğuktan koruyucu tedbirler alınır.

Madde 21- 21 - İşyerinin ve yapılan işin özelliğine göre pencerelerin ve çatı aydınlatmalarının, güneş ışığının olumsuz etkilerini önleyecek şekilde olması sağlanır.

Ölçüm sonuçları

Üretim sahasında çeşitli alanlarda termal konfor cihazı kullanılarak 10 adet termal konfor ölçümü yapılmıştır.

Tablo 19. Termal Konfor Ölçüm Sonuçları

No	Ölçüm Yeri / Personel Adı/ Görevi	Hava Akım Hızı [m/s]	Çalışma Süresi [saat]	Sıcaklık [°C]***	Nem [%Rh]	Kıyafet Katsayısı [CLO]*	Metabolik Oran [met]**	PPD [%]	PMV	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değeri
1	Ölçüm Yeri	Eğitim Salonu	0,1	8	25,2	42,7	1,2	2	54,3	1,56	±0,9
	Çalışan Bilgileri	Erdem Alparslan ÖZGÜR									
	Görevi	Eğitim									(-2) (+2)
No	Ölçüm Yeri / Personel Adı/ Görevi	Hava Akım Hızı [m/s]	Çalışma Süresi [saat]	Sıcaklık [°C]***	Nem [%Rh]	Kıyafet Katsayısı [CLO] *	Metabolik Oran [met] **	PPD [%]	PMV	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değeri
2	Ölçüm Yeri	2.Kat Ofisler	0,1	8	26,9	46,0	1,2	2	65,2	1,76	±0,9
	Çalışan Bilgileri	Ahmet Yüksel TOPRAK									
	Görevi	Ofis									(-2) (+2)
No	Ölçüm Yeri / Personel Adı/ Görevi	Hava Akım Hızı [m/s]	Çalışma Süresi [saat]	Sıcaklık [°C]***	Nem [%Rh]	Kıyafet Katsayısı [CLO]*	Metabolik Oran [met]**	PPD [%]	PMV	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değeri
3	Ölçüm Yeri	Hammadde Depo	0,1	8	23,8	44,3	1,2	2	43,7	1,36	±0,9
	Çalışan Bilgileri	Deniz KARACAN									
	Görevi	Depo									(-2) (+2)
No	Ölçüm Yeri / Personel Adı/ Görevi	Hava Akım Hızı [m/s]	Çalışma Süresi [saat]	Sıcaklık [°C]***	Nem [%Rh]	Kıyafet Katsayısı [CLO] *	Metabolik Oran [met] **	PPD [%]	PMV	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değeri
4	Ölçüm Yeri	CMM Lab.	0,1	8	24,4	33,7	1,2	2	45,0	1,39	±0,9
	Çalışan Bilgileri	Erkan Aktaş									
	Görevi	Laboratuvar									(-2) (+2)

*TS ISO 7730 Orta Dereceli Termal Ortamlar- PMV Ve PPD İndislerinin Tayini Termal Rahatlık İçin Şartların Belirlenmesi Standardı Tablo C.1. ve Tablo C.2.'de yer alan giysi kombinasyonları için belirlenen ısı yalıtım değeridir.

**TS ISO 7730 Orta Dereceli Termal Ortamlar- PMV Ve PPD İndislerinin Tayini Termal Rahatlık İçin Şartların Belirlenmesi Standardı Tablo B.1.'de yer alan metabolik oran değeridir.

*** Termal konfor ölçümleri homojen ortamda gerçekleştirilmiştir.

Tablo 19. Termal Konfor Ölçüm Sonuçları (Devamı)

No	Ölçüm Yeri / Personel Adı/ Görevi	Hava Akım Hızı [m/s]	Çalışma Süresi [saat]	Sıcaklık [°C]***	Nem [%Rh]	Kıyafet Katsayısı [CLO]*	Metabolik Oran [met]**	PPD [%]	PMV	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değeri
5	Ölçüm Yeri	1500 2K Engel Makinesi	8	25,4	34,7	1,2	2	52,7	1,53	±0,9	(-2) (+2)
	Çalışan Bilgileri	Fatih YAĞIZ									
	Görevi	Enjeksiyon									
No	Ölçüm Yeri / Personel Adı/ Görevi	Hava Akım Hızı [m/s]	Çalışma Süresi [saat]	Sıcaklık [°C]***	Nem [%Rh]	Kıyafet Katsayısı [CLO] *	Metabolik Oran [met] **	PPD [%]	PMV	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değeri
6	Ölçüm Yeri	Engel 550K Makinesi	8	28,3	35,0	1,2	2	72,6	1,91	±0,9	(-2) (+2)
	Çalışan Bilgileri	Hasan SAĞLAM									
	Görevi	Enjeksiyon									
No	Ölçüm Yeri / Personel Adı/ Görevi	Hava Akım Hızı [m/s]	Çalışma Süresi [saat]	Sıcaklık [°C]***	Nem [%Rh]	Kıyafet Katsayısı [CLO]*	Metabolik Oran [met]**	PPD [%]	PMV	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değeri
7	Ölçüm Yeri	Kalıphane	8	28,4	32,8	1,2	2	71,8	1,89	±0,9	(-2) (+2)
	Çalışan Bilgileri	Recep KAMİLOĞLU									
	Görevi	Kalıp İşlemleri									
No	Ölçüm Yeri / Personel Adı/ Görevi	Hava Akım Hızı [m/s]	Çalışma Süresi [saat]	Sıcaklık [°C]***	Nem [%Rh]	Kıyafet Katsayısı [CLO] *	Metabolik Oran [met] **	PPD [%]	PMV	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değeri
8	Ölçüm Yeri	Kaplama Hattı	8	25,4	34,7	1,2	2	52,7	1,53	±0,9	(-2) (+2)
	Çalışan Bilgileri	Emin YARKAYA									
	Görevi	Kaplama									

*TS ISO 7730 Orta Dereceli Termal Ortamlar- PMV Ve PPD İndislerinin Tayini Termal Rahatlık İçin Şartların Belirlenmesi Standardı Tablo C.1. ve Tablo C.2.'de yer alan giysi kombinasyonları için belirlenen ısı yalıtım değeridir.

**TS ISO 7730 Orta Dereceli Termal Ortamlar- PMV Ve PPD İndislerinin Tayini Termal Rahatlık İçin Şartların Belirlenmesi Standardı Tablo B.1.'de yer alan metabolik oran değeridir.

*** Termal konfor ölçümleri homojen ortamda gerçekleştirilmiştir.

Tablo 19. Termal Konfor Ölçüm Sonuçları (Devamı)

No	Ölçüm Yeri / Personel Adı/ Görevi	Hava Akım Hızı [m/s]	Çalışma Süresi [saat]	Sıcaklık [°C]***	Nem [%Rh]	Kıyafet Katsayısı [CLO]*	Metabolik Oran [met]**	PPD [%]	PMV	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değeri
9	Ölçüm Yeri	Montaj Hattı									
	Çalışan Bilgileri	Selçuk KASAROĞLU	0,1	8	27,0	33,4	1,2	2	64,6	1,75	±0,9 (-2) (+2)
	Görevi	Montaj									
No	Ölçüm Yeri / Personel Adı/ Görevi	Hava Akım Hızı [m/s]	Çalışma Süresi [saat]	Sıcaklık [°C]***	Nem [%Rh]	Kıyafet Katsayısı [CLO] *	Metabolik Oran [met] **	PPD [%]	PMV	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değeri
10	Ölçüm Yeri	Lojistik Alanı									
	Çalışan Bilgileri	Feridun KANDEMİR	0,1	8	17,0	44,3	1,2	2	11,7	0,52	±0,9 (-2) (+2)
	Görevi	Lojistik									

*TS ISO 7730 Orta Dereceli Termal Ortamlar- PMV Ve PPD İndislerinin Tayini Termal Rahatlık İçin Şartların Belirlenmesi Standardı Tablo C.1. ve Tablo C.2.'de yer alan giysi kombinasyonları için belirlenen ısı yalıtım değeridir.

**TS ISO 7730 Orta Dereceli Termal Ortamlar- PMV Ve PPD İndislerinin Tayini Termal Rahatlık İçin Şartların Belirlenmesi Standardı Tablo B.1.'de yer alan metabolik oran değeridir.

*** Termal konfor ölçümleri homojen ortamda gerçekleştirilmiştir.

Değerlendirme

Termal Konfor sınır değerleri TS EN ISO 7730 standartlarına göre termal konfor sınır değerleri belirlenmiştir. TS EN ISO 7730 standardı termal konfor şartlarının hesaplanabilmesi için kullanılabilecek standartlardandır.

Bu standart ılıman ortamlarda kullanılabilecek bir standarttır. İki ana kısımdan oluşan bu standardın ilk kısmı kişisel, ikinci kısmı bölgesel memnuniyetsizlik başlıkları altında toplanabilir. Günümüzde PMV (Tahmin Edilen Ortalama Oy) ve buna bağlı olarak elde edilen PPD (Kişisel Memnuniyetsizlik Yüzdesi) indeksleri kişisel memnuniyetsizlik kısmını oluşturmaktadır. Standartta, PMV değerinin “-2” ile “2” değerleri arasında olduğu ortamlar ılıman olarak tanımlanmıştır. “2”nin üstündeki değerler çok sıcak olarak tanımlanmıştır.

Tablo 20. PMV Predicted Mean Vote (Tahmin Edilen Ortalama Oy) Tablosu

PMV	Evaluation	Anlam
+3	Hot	Sıcak
+2	Warm	Ilık
+1	Slightly warm	Hafif ılık
0	Neutral	Nötr
-1	Slightly cool	Hafif serin
-2	Cool	Serin
-3	Cold	Soğuk

Ölçüm görselleri



Şekil 27. Termal konfor ölçüm görselleri

Sonuç ve araştırma bulguları

Yapılan ölçüm ve değerlendirmelere istinaden üretim tesisimizde referans değerlerin dışında kalan herhangi bir ölçüm bulunmamıştır. Üretim tesisimizin Lojistik bölümünde PMV değerinin 0'a yakın olması özellikle bölgede kış döneminde fiziksel iyileştirmeler gerektirebilir gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Üretim tesisimizin Enjeksiyon bölümünde sıcak kalıplama ve kalıphane bölümünde sıcak işlemlerin varlığından dolayı özellikle yaz mevsimlerinde alanlarda fiziksel iyileştirmeler gerektirebilir ilgili tedbirlerin alınması gerekmektedir. Özellikle termal konfor ölçümlerinde üretim tesisi havalandırma sistemlerinin yanında iklimlendirme sistemlerinin çok iyi dizayn edilmesi gerekmektedir.



Gürültü Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi

İlgili yönetmelik maddeleri

Gürültü maruziyet ölçümleri, Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliği Madde 4 ve 5'e göre değerlendirilmektedir;

Ölçüm sonuçları

Üretim sahasında çeşitli alanlarda gürültü ölçüm cihazı kullanılarak 11 adet gürültü maruziyet ölçümü yapılmıştır.

Tablo 21. Kişisel Gürültü Maruziyeti Ölçüm Sonuçları (Görev tabanlı)

No 1		Ölçüm Bilgileri							
Ölçüm Yeri		Lojistik			Çalışma Süresi [saat]		8		
Çalışan Bilgileri		Emir CANDAN			Maruziyet Süresi [saat]		7		
Görevi		Lojistik Opr.			Maruziyet Kaynağı		Forklift		
Ölçüm Sonuçları									
Ölçüm No	Ölçüm Başlangıç Saati	Ölçüm Bitiş Saati	Ölçüm Sonucu Leq dB(A)	Ölçüm Sonucu Ort. (Lp,A,eq,Te)	Günlük Maruziyet düzeyi LEX,8h*	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Sınır Değer* dB(A)	PPEAK dB(C)	Sınır Değer* PPEAK dB(C)
1.Ölçüm	10:30	10:35	79,3	78,5	77,94	2,6	MSD (87)	129,8	MSD (140)
2.Ölçüm	10:35	10:40	76,7				EYMED (85)		EYMED (137)
3.Ölçüm	10:40	10:45	79,1				EDMED (80)		EDMED (135)
No 2		Ölçüm Bilgileri							
Ölçüm Yeri		Montaj Hattı			Çalışma Süresi [saat]		8		
Çalışan Bilgileri		Sercan YILMAZ			Maruziyet Süresi [saat]		7		
Görevi		Montaj Opr.			Maruziyet Kaynağı		Montaj Bankosu		
Ölçüm Sonuçları									
Ölçüm No	Ölçüm Başlangıç Saati	Ölçüm Bitiş Saati	Ölçüm Sonucu Leq dB(A)	Ölçüm Sonucu Ort. (Lp,A,eq,Te)	Günlük Maruziyet düzeyi LEX,8h*	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Sınır Değer* dB(A)	PPEAK dB(C)	Sınır Değer* PPEAK dB(C)
1.Ölçüm	10:14	10:19	87,9	85,7	85,09	2,9	MSD (87)	125,7	MSD (140)
2.Ölçüm	10:19	10:24	87,0				EYME D (85)		EYMED (137)
3.Ölçüm	10:24	10:29	84,8						
4.Ölçüm	10:29	10:34	82,9						
5.Ölçüm	10:34	10:39	83,6						

*8 saatlik çalışma süresi için hesaplanan günlük maruziyet değeridir.

Tablo 21. Kişisel Gürültü Maruziyeti Ölçüm Sonuçları (Görev tabanlı) (Devamı)

No	3	Ölçüm Bilgileri								
Ölçüm Yeri	Montaj Hattı		Çalışma Süresi [saat]		8					
Çalışan Bilgileri	Mustafa AKKAYA		Maruziyet Süresi [saat]		7					
Görevi	Montaj Opr.		Maruziyet Kaynağı		Montaj Bankosu					
Ölçüm Sonuçları										
Ölçüm No	Ölçüm Başlangıç Saati	Ölçüm Bitiş Saati	Ölçüm Sonucu Leq dB(A)	Ölçüm Sonucu Ort. (Lp,A,eq,Te)	Günlük Maruziyet düzeyi LEX,8h*	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Sınır Değer* dB(A)	PPEAK dB(C)	Sınır Değer* PPEAK dB(C)	
1.Ölçüm	10:11	10:16	80,7	80,8	80,25	2,6	MSD (87)	116,4	MSD (140)	
2.Ölçüm	10:16	10:21	81,5				EYMED (85)		EYMED (137)	
3.Ölçüm	10:21	10:26	80,2				EDMED (80)		EDMED (135)	
No	4	Ölçüm Bilgileri								
Ölçüm Yeri	Enjeksiyon Bölümü		Çalışma Süresi [saat]		8					
Çalışan Bilgileri	Arda BAYGIN		Maruziyet Süresi [saat]		7					
Görevi	Enjeksiyon Opr.		Maruziyet Kaynağı		Enjeksiyon Makinesi					
Ölçüm Sonuçları										
Ölçüm No	Ölçüm Başlangıç Saati	Ölçüm Bitiş Saati	Ölçüm Sonucu Leq dB(A)	Ölçüm Sonucu Ort. (Lp,A,eq,Te)	Günlük Maruziyet düzeyi LEX,8h*	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Sınır Değer* dB(A)	PPEAK dB(C)	Sınır Değer* PPEAK dB(C)	
1.Ölçüm	10:03	10:08	85,5	84,6	83,97	2,6	MSD (87)	116,4	MSD (140)	
2.Ölçüm	10:08	10:13	83,4				EYMED (85)		EYMED (137)	
3.Ölçüm	10:13	10:18	84,5				EDMED (80)		EDMED (135)	
No	5	Ölçüm Bilgileri								
Ölçüm Yeri	Recovery Alanı		Çalışma Süresi [saat]		8					
Çalışan Bilgileri	Enis ASLAN		Maruziyet Süresi [saat]		7					
Görevi	Montaj Opr.		Maruziyet Kaynağı		Kesme El Aletleri					
Ölçüm Sonuçları										
Ölçüm No	Ölçüm Başlangıç Saati	Ölçüm Bitiş Saati	Ölçüm Sonucu Leq dB(A)	Ölçüm Sonucu Ort. (Lp,A,eq,Te)	Günlük Maruziyet düzeyi LEX,8h*	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Sınır Değer* dB(A)	PPEAK dB(C)	Sınır Değer* PPEAK dB(C)	
1.Ölçüm	13:34	13:39	101,4	104,2	99,93	7,8	MSD (87)	129,6	MSD (140)	
2.Ölçüm	13:39	13:44	106,5				EYMED (85)		EYMED (137)	
3.Ölçüm	13:44	13:49	83,3							
4.Ölçüm	13:49	13:54	104,9				EDMED (80)		EDMED (135)	
5.Ölçüm	13:54	13:59	106,2							

*8 saatlik çalışma süresi için hesaplanan günlük maruziyet değeridir.

Tablo 21. Kişisel Gürültü Maruziyeti Ölçüm Sonuçları (Görev tabanlı) (Devamı)

No		6		Ölçüm Bilgileri						
Ölçüm Yeri		Hammadde Depo		Çalışma Süresi [saat]		8				
Çalışan Bilgileri		Deniz KARACAN		Maruziyet Süresi [saat]		7				
Görevi		Hammadde Opr.		Maruziyet Kaynağı		Hammadde Besleme Makineleri				
Ölçüm Sonuçları										
Ölçüm No	Ölçüm Başlangıç Saati	Ölçüm Bitiş Saati	Ölçüm Sonucu Leq dB(A)	Ölçüm Sonucu Ort. (Lp,A,eq,Te)	Günlük Maruziyet düzeyi LEX,8h*	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Sınır Değer* dB(A)	PPEAK dB(C)	Sınır Değer* PPEAK dB(C)	
1.Ölçüm	11:13	11:18	77,2	76,8	76,27	2,3	MSD (87)	99,4	MSD (140)	
2.Ölçüm	11:18	11:23	76,9				EYMED (85)		EYMED (137)	
3.Ölçüm	11:23	11:28	76,4				EDMED (80)		EDMED (135)	
No		7		Ölçüm Bilgileri						
Ölçüm Yeri		Temizlik Odası		Çalışma Süresi [saat]		8				
Çalışan Bilgileri		Nurkan ÇELEBİ		Maruziyet Süresi [saat]		1				
Görevi		Kaplama Opr.		Maruziyet Kaynağı		Temizlik Makineleri				
Ölçüm Sonuçları										
Ölçüm No	Ölçüm Başlangıç Saati	Ölçüm Bitiş Saati	Ölçüm Sonucu Leq dB(A)	Ölçüm Sonucu Ort. (Lp,A,eq,Te)	Günlük Maruziyet düzeyi LEX,8h*	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Sınır Değer* dB(A)	PPEAK dB(C)	Sınır Değer* PPEAK dB(C)	
1.Ölçüm	10:34	10:39	76,9	75,2	63,16	8,2	MSD (87)	109,8	MSD (140)	
2.Ölçüm	10:39	10:44	73,6				EYMED (85)		EYMED (137)	
3.Ölçüm	10:44	10:49	74,5							
4.Ölçüm	10:49	10:54	74,8				EDMED (80)		EDMED (135)	
5.Ölçüm	10:54	10:59	75,5							
No		8		Ölçüm Bilgileri						
Ölçüm Yeri		Kalıphane		Çalışma Süresi [saat]		8				
Çalışan Bilgileri		Burhan KIRCA		Maruziyet Süresi [saat]		7				
Görevi		Kalıp Opr.		Maruziyet Kaynağı		Kalıp Bakım İşleri				
Ölçüm Sonuçları										
Ölçüm No	Ölçüm Başlangıç Saati	Ölçüm Bitiş Saati	Ölçüm Sonucu Leq dB(A)	Ölçüm Sonucu Ort. (Lp,A,eq,Te)	Günlük Maruziyet düzeyi LEX,8h*	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Sınır Değer* dB(A)	PPEAK dB(C)	Sınır Değer* PPEAK dB(C)	
1.Ölçüm	09:43	09:48	80,3	84,1	83,56	3,5	MSD (87)	146,4	MSD (140)	
2.Ölçüm	09:48	09:53	77,6				EYMED (85)		EYMED (137)	
3.Ölçüm	09:53	09:58	83,3							
4.Ölçüm	09:58	10:03	88,0				EDMED (80)		EDMED (135)	
5.Ölçüm	10:03	10:08	84,6							

*8 saatlik çalışma süresi için hesaplanan günlük maruziyet değeridir.

Tablo 21. Kişisel Gürültü Maruziyeti Ölçüm Sonuçları (Görev tabanlı) (Devamı)

No		9		Ölçüm Bilgileri					
Ölçüm Yeri		Enjeksiyon Bölümü		Çalışma Süresi [saat]		8			
Çalışan Bilgileri		Fatih YAĞIZ		Maruziyet Süresi [saat]		7			
Görevi		Enjeksiyon Opr.		Maruziyet Kaynağı		Kalıp Bakım İşleri			
Ölçüm Sonuçları									
Ölçüm No	Ölçüm Başlangıç Saati	Ölçüm Bitiş Saati	Ölçüm Sonucu Leq dB(A)	Ölçüm Sonucu Ort. (Lp,A,eq,Te)	Günlük Maruziyet düzeyi LEX,8h*	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Sınır Değer* dB(A)	PPEAK dB(C)	Sınır Değer* PPEAK dB(C)
1.Ölçüm	10:38	10:43	77,4	76,9	76,29	2,7	MSD (87)	117,9	MSD (140)
2.Ölçüm	10:43	10:38	76,6				EYMED (85)		EYMED (137)
3.Ölçüm	10:48	10:43	71,6				EDMED (80)		EDMED (135)
4.Ölçüm	10:53	10:58	77,7						
5.Ölçüm	10:58	11:03	78,4						
No		10		Ölçüm Bilgileri					
Ölçüm Yeri		Klimatik Test Lab.		Çalışma Süresi [saat]		8			
Çalışan Bilgileri		Hüsnü DEMİR		Maruziyet Süresi [saat]		1			
Görevi		Test Mühendisi		Maruziyet Kaynağı		Test Cihazları			
Ölçüm Sonuçları									
Ölçüm No	Ölçüm Başlangıç Saati	Ölçüm Bitiş Saati	Ölçüm Sonucu Leq dB(A)	Ölçüm Sonucu Ort. (Lp,A,eq,Te)	Günlük Maruziyet düzeyi LEX,8h*	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Sınır Değer* dB(A)	PPEAK dB(C)	Sınır Değer* PPEAK dB(C)
1.Ölçüm	11:10	11:15	68,9	69,0	57,0	5,6	MSD (87)	87,0	MSD (140)
2.Ölçüm	11:15	11:20	69,0				EYMED (85)		EYMED (137)
3.Ölçüm	11:20	11:25	69,0				EDMED (80)		EDMED (135)
No		11		Ölçüm Bilgileri					
Ölçüm Yeri		Kaplama Bölümü		Çalışma Süresi [saat]		8			
Çalışan Bilgileri		Musa GEDİK		Maruziyet Süresi [saat]		6			
Görevi		Kaplama Opr		Maruziyet Kaynağı		Hard Coating Makinesi			
Ölçüm Sonuçları									
Ölçüm No	Ölçüm Başlangıç Saati	Ölçüm Bitiş Saati	Ölçüm Sonucu Leq dB(A)	Ölçüm Sonucu Ort. (Lp,A,eq,Te)	Günlük Maruziyet düzeyi LEX,8h*	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Sınır Değer* dB(A)	PPEAK dB(C)	Sınır Değer* PPEAK dB(C)
1.Ölçüm	11:02	11:07	81,4	80,0	78,8	2,7	MSD (87)	118,3	MSD (140)
2.Ölçüm	11:07	11:12	80,1				EYMED (85)		EYMED (137)
3.Ölçüm	11:12	11:17	77,1				EDMED (80)		EDMED (135)
4.Ölçüm	11:17	11:22	77,6						
5.Ölçüm	11:22	11:27	81,9						

*8 saatlik çalışma süresi için hesaplanan günlük maruziyet değeridir.

Değerlendirme

Ölçümler, TS EN ISO 9612:2009-06 “8.2. Akustik - Çalışma Ortamında Maruz Kalınan Gürültünün Belirlenmesi-Mühendislik Yöntemi Ölçüm Metodu” standartlarına ve bu standartların en güncel hallerine göre yapılmıştır.

Değerlendirmeler ise Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliği Madde 5’de verilen sınır değerler referans alınarak kıyaslamalar yapılmıştır. Herhangi bir durumdan kaynaklı olarak maruziyet değerlerinin aşılması durumunda Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliği Madde 8 ve Madde 9 hükümleri uygulanmalıdır.

Ölçüm görselleri



Şekil 28. Gürültü Ölçüm Görselleri

Sonuç ve araştırma bulguları

Yapılan ölçüm ve değerlendirmelere istinaden üretim tesisimizde sınır değerın üzerinde kalan bölüm Recovery alanı olmuştur. Bu bölümde titreşimle parçalar kesilerek ıskarta durumunda olan malzemelerin kullanılabilecek komponentleri, kartları, elektronik ekipmanları ayrıştırılmaktadır. Bölümde çok ciddi derecede gürültü olduğu tespit edilmiş, alana kişisel gürültünün kaynağında müdahale edilmesi gerekmektedir. Kullanılan ekipmanın değiştirilmesi yada kullanılan ayrıştırma prosesinde revizeler yapılması gerekmektedir.

Üretim tesisimizin ayrıca Montaj Bölümü, Enjeksiyon Bölümü ve Kalıphane Bölümünde gürültü değerleri En Düşük Maruziyet Eylem Değeri (80 dBA) ‘nden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bölümlerde En Yüksek Maruziyet Eylem Değeri (85 dBA)’dan yüksek olan bölümlerde kulaklık takılması gerekmektedir. Diğer bölümlerde ise kulaklığın hazır durumda bulundurulması gerekmektedir.

Maruziyetlerin üretim tesisin bazı bölümlerinde iş organizasyonları örneğin personelin maruziyet süresini düşürmek için alternatif işler oluşturmak ile belirli seviyelere düşürülebileceği gibi bazı bölümlerde ise fiziksel müdahaleler sahada iyileştirmeler yapılması gerekmektedir.

Özellikle tesis tasarımında ve seçilen ekipmanların gürültü seviyesi insan sağlığı üzerindeki birçok etkisi göz önüne alındığında tercih edilen ekipmanları ergonomik çalışma koşullarına en uygun şekilde tercih edilmesi üretim tesisi verimi açısından oldukça önemlidir.



Toz Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi

İlgili yönetmelik maddeleri

Toz maruziyet ölçümleri, 05.11.2013 tarihli ve 28812 sayılı resmi gazetede yayınlanan Tozla Mücadele Yönetmeliği kapsamında Madde 4 ve 5'e göre değerlendirilmiştir.

Ölçüm sonuçları

Üretim sahasında çeşitli alanlarda 11 adet toplam toz ve 8 adet solunabilir toz ölçümü yapılmıştır.

Tablo 22. Toplam Toz Ölçüm Sonuçları

No	Ölçüm Yeri / Personel Adı/ Görevi		Ölçüm Başlangıç Saati	Ölçüm Bitiş Saati	Çalışma Süresi (Saat)	Maruziyet Süresi (Saat)	Ölçüm Değeri (mg/m³) (8 saat)*	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Sınır Değeri (mg/m³)
1	Ölçüm Yeri	Kaplama Bölümü (Hard Coating)	13:21	15:22	8	7	0,822	0,06	15
	Çalışan Bilgileri	Hakan AKSU							
	Görevi	Kaplama Opr.							
2	Ölçüm Yeri	Kaplama Bölümü (Base Coating)	13:26	15:26	8	7	0,980	0,07	15
	Çalışan Bilgileri	Hasan SAĞLAM							
	Görevi	Kaplama Opr.							
3	Ölçüm Yeri	Kaplama Bölümü (Metalize Kaplama)	13:28	15:28	8	7	0,980	0,07	15
	Çalışan Bilgileri	Samet SUBAŞI							
	Görevi	Kaplama Opr.							
4	Ölçüm Yeri	Montaj Hattı	13:31	15:31	8	7	0,980	0,07	15
	Çalışan Bilgileri	Hakan ÖRGÜN							
	Görevi	Montaj Opr.							
5	Ölçüm Yeri	Giriş Kalite Bölümü	13:34	15:34	8	7	0,980	0,07	15
	Çalışan Bilgileri	Ahmet KURT							
	Görevi	Kalite Opr.							
6	Ölçüm Yeri	Lojistik Bölümü	13:36	15:40	8	7	0,897	0,06	15
	Çalışan Bilgileri	Bircan TETİK							
	Görevi	Lojistik Opr.							

*8 saatlik çalışma süresi için hesaplanan günlük maruziyet değeridir.

Tablo 22. Toplam Toz Ölçüm Sonuçları (Devamı)

No	Ölçüm Yeri / Personel Adı/ Görevi		Ölçüm Başlangıç Saati	Ölçüm Bitiş Saati	Çalışma Süresi (Saat)	Maruziyet Süresi (Saat)	Ölçüm Değeri (mg/m³) (8 saat)*	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Sınır Değeri (mg/m³)
7	Ölçüm Yeri	Hammadde Bölümü	13:38	15:42	8	7	0,839	0,06	15
	Çalışan Bilgileri	Muhammet FIRTINA							
	Görevi	Lojistik Opr.							
8	Ölçüm Yeri	Kalıphane	09:34	11:36	8	7	0,819	0,06	15
	Çalışan Bilgileri	Recep KAMILOĞLU							
	Görevi	Kalıp Opr.							
9	Ölçüm Yeri	Temizlik Odası	09:38	11:38	8	7	0,870	0,06	15
	Çalışan Bilgileri	Atilla KAÇAR							
	Görevi	Kaplama Opr.							
10	Ölçüm Yeri	Mekanik Bakım Atölyesi	09:41	11:41	8	7	0,908	0,06	15
	Çalışan Bilgileri	Kadir GÜNEŞ							
	Görevi	Takım Lideri							
11	Ölçüm Yeri	Recovery Bölümü	13:51	15:51	8	7	0,795	0,06	15
	Çalışan Bilgileri	Enes ÇEKER							
	Görevi	Montaj Opr.							

*8 saatlik çalışma süresi için hesaplanan günlük maruziyet değeridir.

Tablo 23. Solunabilir Toz Ölçüm Sonuçları

No	Ölçüm Yeri / Personel Adı/ Görevi		Ölçüm Başlangıç Saati	Ölçüm Bitiş Saati	Çalışma Süresi (Saat)	Maruziyet Süresi (Saat)	Ölçüm Değeri (mg/m³) (8 saat)*	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Sınır Değeri (mg/m³)
1	Ölçüm Yeri	Enjeksiyon Bölümü	10:01	12:02	8	7	0,176	0,01	5
	Çalışan Bilgileri	Arda BAYGIN							
	Görevi	Enjeksiyon Opr.							
2	Ölçüm Yeri	Kaplama Bölümü (Hard Coating)	10:04	12:06	8	7	0,349	0,02	5
	Çalışan Bilgileri	Hakan AKSU							
	Görevi	Kaplama Opr.							

*8 saatlik çalışma süresi için hesaplanan günlük maruziyet değeridir.

Tablo 23. Solunabilir Toz Ölçüm Sonuçları (Devamı)

No	Ölçüm Yeri / Personel Adı/ Görevi	Ölçüm Başlangıç Saati	Ölçüm Bitiş Saati	Çalışma Süresi (Saat)	Maruziyet Süresi (Saat)	Ölçüm Değeri (mg/m ³) (8 saat)*	Ölçüm Belirsizlik Değeri (±)	Sınır Değeri (mg/m ³)
3	Ölçüm Yeri	Kaplama Bölümü (Metalize Kaplama)	10:06	12:06	8	0,355	0,02	5
	Çalışan Bilgileri	Emin YARKAYA						
	Görevi	Kaplama Opr.						
4	Ölçüm Yeri	Enjeksiyon Bölümü	10:11	12:11	8	0,399	0,03	5
	Çalışan Bilgileri	Hakan AKSU						
	Görevi	Enjeksiyon Opr.						
5	Ölçüm Yeri	Enjeksiyon Bölümü	10:14	12:14	8	0,488	0,03	5
	Çalışan Bilgileri	Mehmet Ali BOZAN						
	Görevi	Enjeksiyon Opr.						
6	Ölçüm Yeri	Kaliphane	09:36	11:36	8	0,490	0,03	5
	Çalışan Bilgileri	Burhan KIRCA						
	Görevi	Kalıp Opr.						
7	Ölçüm Yeri	Temizlik Odası	09:41	11:41	8	0,445	0,03	5
	Çalışan Bilgileri	Nurkan ÇELEBİ						
	Görevi	Kaplama Opr.						
8	Ölçüm Yeri	Recovery Bölümü	13:51	15:51	8	0,490	0,03	5
	Çalışan Bilgileri	Enis ASLAN						
	Görevi	Montaj Opr.						

*8 saatlik çalışma süresi için hesaplanan günlük maruziyet değeridir.

Değerlendirme

Ölçümler, MDHS 14/3 (General Methods For Sampling Gravimetric Analysis of Respirable and Inhalable Dust (Toz ve Solunabilir Toz Örnekleme Gravimetrik Analiz İçin Genel Metod) standartlarına ve bu standartların en güncel hallerine göre yapılmıştır.

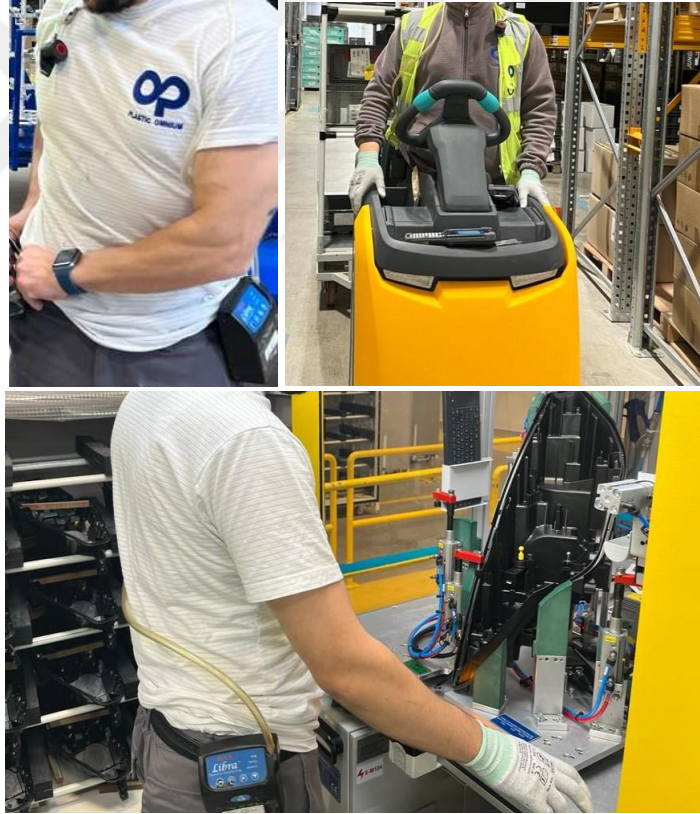
Değerlendirmeler ise Tozla Mücadele Yönetmeliği kapsamında Madde 8’de verilen sınır değerler referans alınarak kıyaslamalar yapılmıştır. Herhangi bir durumdan kaynaklı

olarak maruziyet değerlerinin aşılması durumunda Tozla M¼cadele Y¼netmelięi Madde 6 h¼k¼mleri uygulanmalıdır.

¼l¼¼m g¼rselleri



şekil 29. Solunabilir Toz ¼l¼¼m G¼rselleri



şekil 30. Toplam Toz ¼l¼¼m G¼rselleri

Sonuç ve Araştırma Bulguları

Yapılan ölçüm ve değerlendirmelere istinaden üretim tesisimizde yapılan toplam toz ve solunabilir toz ölçümlerinde sınır değerin üzerinde kalan herhangi bir bölüm olmamıştır. Bu durumun başlıca sebepleri üretilen parçaların hassasiyet gerektiren plastik parçalar olması toz faktörünün üretimi çok ciddi şekilde etkileyeceği için toz faktörü konusunda tesis tasarlanırken tedbirler alınmıştır.

Üretim tesisimizin ayrıca zemininde Montaj hatlarında Epoksi Zemin bulunurken tesisin genelinde Ashford, zemin bulunmaktadır Ashford zemin ise tozumsuzluk özelliği diğer zeminlere göre oldukça iyi bakım maliyetleri düşük, yüksek tonajlı makinelerde dayanım ve kalite açısından bitmiş ürünleri toz faktörüne karşı oldukça iyi korur. Ashford Zeminin önemli bir özelliği de zamanla temizlendikçe parlamasıdır buda estetik açıdan güzel bir görsel oluşturmaktadır.

Özellikle tesis tasarımında seçilen ekipmanlar, zemin yapısı, tesis fiziksel tasarımı, havalandırma sistemi Toz ve Solunabilir Toz faktörü açısından yapılan işin niteliğine göre uygun prosesler seçilmesi gerekmektedir. Hassas üretim tesislerinde özellikle toz faktörü ciddi problem oluşturmazken, özellikle ağır sanayi diye nitelendireceğimiz üretim tesislerinde toz faktörü oldukça ciddi sağlık problemlerine yol açabilmektedir.

Ağır Metal lüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi

İlgili yönetmelik maddeleri

Ağır metal maruziyet ölçümleri, 12.08.2013 tarihli ve 28733 sayılı resmi gazetede yayınlanan Kimyasal Maddelerle alışmalarda Sağlık Ve Güvenlik nlemleri Hakkında Yönetmeliği kapsamında Madde 5'e göre değerlendirilmiştir.

lüm sonuçları

Üretim sahasında çeşitli alanlarda 5 adet ağır metal ölçümü yapılmıştır.



Tablo 24. Ağır Metaller Ölçüm Sonuçları

No	1	Ölçüm Bilgileri				
Ölçüm Yeri	Kaplama Bölümü (Hard Coating)	Çalışma Süresi [saat]	8			
Çalışan Bilgileri	Ozan TURAN	Maruziyet Süresi [saat]	7			
Görevi	Kaplama Opr.	Ölçüm Başlangıç - Bitiş [saat]	10:01 – 18:01			
Ölçüm Parametresi [ENG]	Ölçüm Parametresi [TR]	Ölçüm Sonucu [mg/m ³]	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değer TWA [mg/m ³]*		
				KMSGHY** [mg/m ³]	NIOSH**** [mg/m ³]	OSHA *** [mg/m ³]
Al (Aluminium)	Alüminyum	<0,1884* ¹	0,0092	-	10	15
B (Boron)	Bor	<0,1884* ¹	0,0104	-	10	15
Fe (Iron)	Demir	<0,1884* ¹	0,0093	-	5	10
Mg (Magnesium)	Magnezyum	<0,1884* ¹	0,0092	-	-	15
Mo (Molybdenum)	Molibden	<0,1884* ¹	0,0092	-	-	15
Ti (Titanium)	Titanyum	<0,1884* ¹	0,0092	-	-	15
Zn (Zinc)	Çinko	<0,1884* ¹	0,0092	-	15	5
Zr (Zirconium)	Zirkonyum	<0,1884* ¹	0,0092	-	5	5
Ca (Calcium)	Kalsiyum	<0,0188* ¹	0,0019	-	10	15
Mn (Manganese)	Manganez	<0,0075* ¹	0,0004	-	1	5
Sn (Tin)	Kalay	<0,1884* ¹	0,0090	2	2	2
Ba (Barium)	Baryum	<0,0188* ¹	0,0010	0,5	0,5	0,5
Cr (Chromium)	Krom	<0,0188* ¹	0,0018	2	0,5	1
Cu (Copper)	Bakır	<0,0188* ¹	0,0009	-	1	1
K (Potassium)	Potasyum	<0,0188* ¹	0,0009	-	2	-
Na (Sodium)	Sodyum	<0,0188* ¹	0,0018	-	2	2
Ni (Nickel)	Nikel	<0,0188* ¹	0,0009	-	0,015	1
Y (Yttrium)	İttriyum	<0,0188* ¹	0,0009	-	1	1
Ag (Silver)	Gümüş	<0,0025* ¹	0,0001	0,01	0,01	0,01
As (Arsenic)	Arsenik	<0,0025* ¹	0,0001	-	0,02	0,01
Cd (Cadmium)	Kadmiyum	<0,0001* ¹	0,00001	-	-	0,005
Sr (Strontium)	Stronsiyum	<0,0006* ¹	0,00003	-	0,0002	0,005
Co (Cobalt)	Kobalt	<0,0063* ¹	0,0003	-	0,05	0,1
Li (Lithium)	Lityum	<0,0063* ¹	0,0004	-	0,025	0,025
P (Phosphorus)	Fosfor	<0,0063* ¹	0,0003	-	0,1	-
Pb (Lead)	Kurşun	<0,0063* ¹	0,0003	0,15	0,5	0,5
Sb (Antimony)	Antimon	<0,0063* ¹	0,0003	-	-	0,5
Se (Selenium)	Selenyum	<0,0063* ¹	0,0003	-	0,2	0,2
Te (Tellurium)	Tellür	<0,0063* ¹	0,0003	-	0,1	0,1
Tl (Thallium)	Talyum	<0,0063* ¹	0,0003	-	0,1	0,1
V (Vanadium)	Vanadyum	<0,0063* ¹	0,0003	-	0,05	0,5
Be (Beryllium)	Berilyum	<0,0002* ¹	0,00001	1	0,005	0,002
Pt (Platinum)	Platin	<0,0006* ¹	0,00004	1	1	-

*TWA 8 saatlik çalışma süresi için hesaplanan günlük maruziyet değeridir. Sınır değerlerin en düşük olanı ile kıyaslama yapılmıştır.

**Sınır değeri Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik (KMÇSG) Ek-1, Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik(KMÇSG) Ek-2 çizelgelerinden alınmıştır.

***Sınır değerleri OSHA ve USA-OSHA İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinden alınmıştır.

****Sınır değerleri USA-NIOSH ve NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) (İş Güvenliği ve Sağlığı Ulusal Enstitüsü) Tüzüğünden alınmıştır.

(*¹) Analiz sonucu deney metotlarında verilen en alt tayin limiti, altındadır. Ölçüm sonucu en alt tayin limiti olarak kabul edilmiş olup, ölçüm sonuçları en alt tayin limiti analiz değerine göre hesaplanmıştır. Her parametrenin kendi özelinde en alt tayin limiti ölçüm cihazı, yapılan validasyon ve belirsizlik hesapları ile belirlenmiştir.

Tablo 24. Ağır Metaller Ölçüm Sonuçları (Devamı)

No	2	Ölçüm Bilgileri				
Ölçüm Yeri	Kaplama Bölümü (Base Coating)	Çalışma Süresi [saat]	8			
Çalışan Bilgileri	Arda BAYGIN	Maruziyet Süresi [saat]	7			
Görevi	Kaplama Opr.	Ölçüm Başlangıç - Bitiş [saat]	10:01 – 18:01			
Ölçüm Parametresi [ENG]	Ölçüm Parametresi [TR]	Ölçüm Sonucu [mg/m ³]	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değer TWA [mg/m ³]*		
				KMSGHY** [mg/m ³]	NIOSH**** [mg/m ³]	OSHA *** [mg/m ³]
Al (Aluminium)	Alüminyum	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	10	15
B (Boron)	Bor	<0,1884 ^{*1}	0,0104	-	10	15
Fe (Iron)	Demir	<0,1884 ^{*1}	0,0093	-	5	10
Mg (Magnesium)	Magnezyum	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	-	15
Mo (Molybdenum)	Molibden	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	-	15
Ti (Titanium)	Titanyum	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	-	15
Zn (Zinc)	Çinko	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	15	5
Zr (Zirconium)	Zirkonyum	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	5	5
Ca (Calcium)	Kalsiyum	<0,0188 ^{*1}	0,0019	-	10	15
Mn (Manganese)	Manganez	<0,0075 ^{*1}	0,0004	-	1	5
Sn (Tin)	Kalay	<0,1884 ^{*1}	0,0090	2	2	2
Ba (Barium)	Baryum	<0,0188 ^{*1}	0,0010	0,5	0,5	0,5
Cr (Chromium)	Krom	<0,0188 ^{*1}	0,0018	2	0,5	1
Cu (Copper)	Bakır	<0,0188 ^{*1}	0,0009	-	1	1
K (Potassium)	Potasyum	<0,0188 ^{*1}	0,0009	-	2	-
Na (Sodium)	Sodyum	<0,0188 ^{*1}	0,0018	-	2	2
Ni (Nickel)	Nikel	<0,0188 ^{*1}	0,0009	-	0,015	1
Y (Yttrium)	İttriyum	<0,0188 ^{*1}	0,0009	-	1	1
Ag (Silver)	Gümüş	<0,0025 ^{*1}	0,0001	0,01	0,01	0,01
As (Arsenic)	Arsenik	<0,0025 ^{*1}	0,0001	-	0,02	0,01
Cd (Cadmium)	Kadmiyum	<0,0001 ^{*1}	0,00001	-	-	0,005
Sr (Strontium)	Stronsiyum	<0,0006 ^{*1}	0,00003	-	0,0002	0,005
Co (Cobalt)	Kobalt	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,05	0,1
Li (Lithium)	Lityum	<0,0063 ^{*1}	0,0004	-	0,025	0,025
P (Phosphorus)	Fosfor	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,1	-
Pb (Lead)	Kurşun	<0,0063 ^{*1}	0,0003	0,15	0,5	0,5
Sb (Antimony)	Antimon	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	-	0,5
Se (Selenium)	Selenyum	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,2	0,2
Te (Tellurium)	Tellür	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,1	0,1
Tl (Thallium)	Talyum	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,1	0,1
V (Vanadium)	Vanadyum	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,05	0,5
Be (Beryllium)	Berilyum	<0,0002 ^{*1}	0,00001	1	0,005	0,002
Pt (Platinum)	Platin	<0,0006 ^{*1}	0,00004	1	1	-

*TWA 8 saatlik çalışma süresi için hesaplanan günlük maruziyet değeridir. Sınır değerlerin en düşük olanı ile kıyaslama yapılmıştır.

**Sınır değeri Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik (KMÇSG) Ek-1, Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik(KMÇSG) Ek-2 çizelgelerinden alınmıştır.

***Sınır değerleri OSHA ve USA-OSHA İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinden alınmıştır.

****Sınır değerleri USA-NIOSH ve NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) (İş Güvenliği ve Sağlığı Ulusal Enstitüsü) Tüzüğünden alınmıştır.

(*1) Analiz sonucu deney metotlarında verilen en alt tayin limiti, altındadır. Ölçüm sonucu en alt tayin limiti olarak kabul edilmiş olup, ölçüm sonuçları en alt tayin limiti analiz değerine göre hesaplanmıştır. Her parametrenin kendi özelinde en alt tayin limiti ölçüm cihazı, yapılan validasyon ve belirsizlik hesapları ile belirlenmiştir.

Tablo 24. Ağır Metaller Ölçüm Sonuçları (Devamı)

No	3	Ölçüm Bilgileri				
Ölçüm Yeri	Kaplama Bölümü (Metalize)	Çalışma Süresi [saat]	8			
Çalışan Bilgileri	Samet SUBAŞI	Maruziyet Süresi [saat]	7			
Görevi	Kaplama Opr.	Ölçüm Başlangıç - Bitiş [saat]	10:01 – 18:01			
Ölçüm Parametresi [ENG]	Ölçüm Parametresi [TR]	Ölçüm Sonucu [mg/m ³]	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değer TWA [mg/m ³]*		
				KMSGHY** [mg/m ³]	NIOSH**** [mg/m ³]	OSHA *** [mg/m ³]
Al (Aluminium)	Alüminyum	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	10	15
B (Boron)	Bor	<0,1884 ^{*1}	0,0104	-	10	15
Fe (Iron)	Demir	<0,1884 ^{*1}	0,0093	-	5	10
Mg (Magnesium)	Magnezyum	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	-	15
Mo (Molybdenum)	Molibden	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	-	15
Ti (Titanium)	Titanyum	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	-	15
Zn (Zinc)	Çinko	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	15	5
Zr (Zirconium)	Zirkonyum	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	5	5
Ca (Calcium)	Kalsiyum	<0,0188 ^{*1}	0,0019	-	10	15
Mn (Manganese)	Manganez	<0,0075 ^{*1}	0,0004	-	1	5
Sn (Tin)	Kalay	<0,1884 ^{*1}	0,0090	2	2	2
Ba (Barium)	Baryum	<0,0188 ^{*1}	0,0010	0,5	0,5	0,5
Cr (Chromium)	Krom	<0,0188 ^{*1}	0,0018	2	0,5	1
Cu (Copper)	Bakır	<0,0188 ^{*1}	0,0009	-	1	1
K (Potassium)	Potasyum	<0,0188 ^{*1}	0,0009	-	2	-
Na (Sodium)	Sodyum	<0,0188 ^{*1}	0,0018	-	2	2
Ni (Nickel)	Nikel	<0,0188 ^{*1}	0,0009	-	0,015	1
Y (Yttrium)	İttriyum	<0,0188 ^{*1}	0,0009	-	1	1
Ag (Silver)	Gümüş	<0,0025 ^{*1}	0,0001	0,01	0,01	0,01
As (Arsenic)	Arsenik	<0,0025 ^{*1}	0,0001	-	0,02	0,01
Cd (Cadmium)	Kadmiyum	<0,0001 ^{*1}	0,00001	-	-	0,005
Sr (Strontium)	Stronsiyum	<0,0006 ^{*1}	0,00003	-	0,0002	0,005
Co (Cobalt)	Kobalt	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,05	0,1
Li (Lithium)	Lityum	<0,0063 ^{*1}	0,0004	-	0,025	0,025
P (Phosphorus)	Fosfor	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,1	-
Pb (Lead)	Kurşun	<0,0063 ^{*1}	0,0003	0,15	0,5	0,5
Sb (Antimony)	Antimon	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	-	0,5
Se (Selenium)	Selenyum	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,2	0,2
Te (Tellurium)	Tellür	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,1	0,1
Tl (Thallium)	Talyum	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,1	0,1
V (Vanadium)	Vanadyum	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,05	0,5
Be (Beryllium)	Berilyum	<0,0002 ^{*1}	0,00001	1	0,005	0,002
Pt (Platinum)	Platin	<0,0006 ^{*1}	0,00004	1	1	-

*TWA 8 saatlik çalışma süresi için hesaplanan günlük maruziyet değeridir. Sınır değerlerin en düşük olanı ile kıyaslama yapılmıştır.

**Sınır değeri Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik (KMÇSG) Ek-1, Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik(KMÇSG) Ek-2 çizelgelerinden alınmıştır.

***Sınır değerleri OSHA ve USA-OSHA İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinden alınmıştır.

****Sınır değerleri USA-NIOSH ve NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) (İş Güvenliği ve Sağlığı Ulusal Enstitüsü) Tüzüğünden alınmıştır.

(*) Analiz sonucu deney metotlarında verilen en alt tayin limiti, altındadır. Ölçüm sonucu en alt tayin limiti olarak kabul edilmiş olup, ölçüm sonuçları en alt tayin limiti analiz değerine göre hesaplanmıştır. Her parametrenin kendi özelinde en alt tayin limiti ölçüm cihazı, yapılan validasyon ve belirsizlik hesapları ile belirlenmiştir.

Tablo 24. Ağır Metaller Ölçüm Sonuçları (Devamı)

No 4		Ölçüm Bilgileri				
Ölçüm Yeri		Kalıphane	Çalışma Süresi [saat]		8	
Çalışan Bilgileri		Burhan KIRCA	Maruziyet Süresi [saat]		7	
Görevi		Kalıp Opr.	Ölçüm Başlangıç - Bitiş [saat]		10:01 – 18:01	
Ölçüm Parametresi [ENG]	Ölçüm Parametresi [TR]	Ölçüm Sonucu [mg/m³]	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değer TWA [mg/m³]*		
				KMSGHY** [mg/m³]	NIOSH**** [mg/m³]	OSHA *** [mg/m³]
Al (Aluminium)	Alüminyum	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	10	15
B (Boron)	Bor	<0,1884 ^{*1}	0,0104	-	10	15
Fe (Iron)	Demir	<0,1884 ^{*1}	0,0093	-	5	10
Mg (Magnesium)	Magnezyum	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	-	15
Mo (Molybdenum)	Molibden	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	-	15
Ti (Titanium)	Titanyum	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	-	15
Zn (Zinc)	Çinko	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	15	5
Zr (Zirconium)	Zirkonyum	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	5	5
Ca (Calcium)	Kalsiyum	<0,0188 ^{*1}	0,0019	-	10	15
Mn (Manganese)	Manganez	<0,0075 ^{*1}	0,0004	-	1	5
Sn (Tin)	Kalay	<0,1884 ^{*1}	0,0090	2	2	2
Ba (Barium)	Baryum	<0,0188 ^{*1}	0,0010	0,5	0,5	0,5
Cr (Chromium)	Krom	<0,0188 ^{*1}	0,0018	2	0,5	1
Cu (Copper)	Bakır	<0,0188 ^{*1}	0,0009	-	1	1
K (Potassium)	Potasyum	<0,0188 ^{*1}	0,0009	-	2	-
Na (Sodium)	Sodyum	<0,0188 ^{*1}	0,0018	-	2	2
Ni (Nickel)	Nikel	<0,0188 ^{*1}	0,0009	-	0,015	1
Y (Yttrium)	İtiryum	<0,0188 ^{*1}	0,0009	-	1	1
Ag (Silver)	Gümüş	<0,0025 ^{*1}	0,0001	0,01	0,01	0,01
As (Arsenic)	Arsenik	<0,0025 ^{*1}	0,0001	-	0,02	0,01
Cd (Cadmium)	Kadmiyum	<0,0001 ^{*1}	0,00001	-	-	0,005
Sr (Strontium)	Stronsiyum	<0,0006 ^{*1}	0,00003	-	0,0002	0,005
Co (Cobalt)	Kobalt	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,05	0,1
Li (Lithium)	Lityum	<0,0063 ^{*1}	0,0004	-	0.025	0.025
P (Phosphorus)	Fosfor	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,1	-
Pb (Lead)	Kurşun	<0,0063 ^{*1}	0,0003	0,15	0,5	0,5
Sb (Antimony)	Antimon	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	-	0,5
Se (Selenium)	Selenyum	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,2	0,2
Te (Tellurium)	Tellür	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,1	0,1
Tl (Thallium)	Talyum	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,1	0,1
V (Vanadium)	Vanadyum	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,05	0,5
Be (Beryllium)	Berilyum	<0,0002 ^{*1}	0,00001	1	0,005	0,002
Pt (Platinum)	Platin	<0,0006 ^{*1}	0,00004	1	1	-

*TWA 8 saatlik çalışma süresi için hesaplanan günlük maruziyet değeridir. Sınır değerlerin en düşük olanı ile kıyaslama yapılmıştır.

**Sınır değeri Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik (KMÇSG) Ek-1, Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik(KMÇSG) Ek-2 çizelgelerinden alınmıştır.

***Sınır değerleri OSHA ve USA-OSHA İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinden alınmıştır.

****Sınır değerleri USA-NIOSH ve NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) (İş Güvenliği ve Sağlığı Ulusal Enstitüsü) Tüzüğünden alınmıştır.

*¹Analiz sonucu deney metotlarında verilen en alt tayin limiti, altındadır. Ölçüm sonucu en alt tayin limiti olarak kabul edilmiş olup, ölçüm sonuçları en alt tayin limiti analiz değerine göre hesaplanmıştır. Her parametrenin kendi özelinde en alt tayin limiti ölçüm cihazı, yapılan validasyon ve belirsizlik hesapları ile belirlenmiştir.

Tablo 24. Ağır Metaller Ölçüm Sonuçları (Devamı)

No	5	Ölçüm Bilgileri				
Ölçüm Yeri	Temizlik Odası	Çalışma Süresi [saat]	8			
Çalışan Bilgileri	Nurkan ÇELEBİ	Maruziyet Süresi [saat]	7			
Görevi	Kaplama Opr.	Ölçüm Başlangıç - Bitiş [saat]	10:01 – 18:01			
Ölçüm Parametresi [ENG]	Ölçüm Parametresi [TR]	Ölçüm Sonucu [mg/m³]	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değer TWA [mg/m³]*		
				KMSGHY** [mg/m³]	NIOSH**** [mg/m³]	OSHA *** [mg/m³]
Al (Aluminium)	Alüminyum	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	10	15
B (Boron)	Bor	<0,1884 ^{*1}	0,0104	-	10	15
Fe (Iron)	Demir	<0,1884 ^{*1}	0,0093	-	5	10
Mg (Magnesium)	Magnezyum	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	-	15
Mo (Molybdenum)	Molibden	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	-	15
Ti (Titanium)	Titanyum	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	-	15
Zn (Zinc)	Çinko	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	15	5
Zr (Zirconium)	Zirkonyum	<0,1884 ^{*1}	0,0092	-	5	5
Ca (Calcium)	Kalsiyum	<0,0188 ^{*1}	0,0019	-	10	15
Mn (Manganese)	Manganez	<0,0075 ^{*1}	0,0004	-	1	5
Sn (Tin)	Kalay	<0,1884 ^{*1}	0,0090	2	2	2
Ba (Barium)	Baryum	<0,0188 ^{*1}	0,0010	0,5	0,5	0,5
Cr (Chromium)	Krom	<0,0188 ^{*1}	0,0018	2	0,5	1
Cu (Copper)	Bakır	<0,0188 ^{*1}	0,0009	-	1	1
K (Potassium)	Potasyum	<0,0188 ^{*1}	0,0009	-	2	-
Na (Sodium)	Sodyum	<0,0188 ^{*1}	0,0018	-	2	2
Ni (Nickel)	Nikel	<0,0188 ^{*1}	0,0009	-	0,015	1
Y (Yttrium)	İttriyum	<0,0188 ^{*1}	0,0009	-	1	1
Ag (Silver)	Gümüş	<0,0025 ^{*1}	0,0001	0,01	0,01	0,01
As (Arsenic)	Arsenik	<0,0025 ^{*1}	0,0001	-	0,02	0,01
Cd (Cadmium)	Kadmiyum	<0,0001 ^{*1}	0,00001	-	-	0,005
Sr (Strontium)	Stronsiyum	<0,0006 ^{*1}	0,00003	-	0,0002	0,005
Co (Cobalt)	Kobalt	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,05	0,1
Li (Lithium)	Lityum	<0,0063 ^{*1}	0,0004	-	0.025	0.025
P (Phosphorus)	Fosfor	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,1	-
Pb (Lead)	Kurşun	<0,0063 ^{*1}	0,0003	0,15	0,5	0,5
Sb (Antimony)	Antimon	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	-	0,5
Se (Selenium)	Selenyum	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,2	0,2
Te (Tellurium)	Tellür	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,1	0,1
Tl (Thallium)	Talyum	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,1	0,1
V (Vanadium)	Vanadyum	<0,0063 ^{*1}	0,0003	-	0,05	0,5
Be (Beryllium)	Berilyum	<0,0002 ^{*1}	0,00001	1	0,005	0,002
Pt (Platinum)	Platin	<0,0006 ^{*1}	0,00004	1	1	-

*TWA 8 saatlik çalışma süresi için hesaplanan günlük maruziyet değeridir. Sınır değerlerin en düşük olanı ile kıyaslama yapılmıştır.

**Sınır değeri Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik (KMÇSG) Ek-1, Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik(KMÇSG) Ek-2 çizelgelerinden alınmıştır.

***Sınır değerleri OSHA ve USA-OSHA İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinden alınmıştır.

****Sınır değerleri USA-NIOSH ve NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) (İş Güvenliği ve Sağlığı Ulusal Enstitüsü) Tüzüğünden alınmıştır.

*¹Analiz sonucu deney metotlarında verilen en alt tayin limiti, altındadır. Ölçüm sonucu en alt tayin limiti olarak kabul edilmiş olup, ölçüm sonuçları en alt tayin limiti analiz değerine göre hesaplanmıştır. Her parametrenin kendi özelinde en alt tayin limiti ölçüm cihazı, yapılan validasyon ve belirsizlik hesapları ile belirlenmiştir.

Değerlendirme

Ölçümler, NIOSH 7302 (Ağır Metal Maruziyet Ölçümleri) standartlarına ve bu standartların en güncel hallerine göre yapılmıştır.

Ağır metal ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinde tesiste yapılan havadaki ağır metal ölçümlerine ait sınır değerler 12.08.2013 tarihli ve 28733 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik (KMÇSG) Ek-1 çizelgelerinden, çizelgelerinden ve uluslararası metotlardan (NIOSH - The National Institute for Occupational Safety and Health (Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü) ve OSHA - Occupational Safety and Health Administration (İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı)) referans alınmaktadır.

Ölçüm görselleri



Şekil 31. Ağır Metaller Ölçüm Görselleri

Sonuç ve araştırma bulguları

Üretim tesisimizde yapılan ölçüm ve değerlendirmelere istinaden havadaki ağır metal ölçüm sonuçlarının sınır değerlerin üzerinde kalmadığı tespit edilmiştir. Üretim tesisimizde havadaki ağır metalin maruziyet etkisi olabileceği üç bölüm özelinde Kalıphane, Kaplama Bölümleri ve Temizlik Odasında ölçülen ağır metal değerleri insan sağlığı üzerinde etki oluşturmayacak şekilde varlığı tespit edilmiştir.

Kaplama bölümü Metalize, Hard Coating ve Base Coating makinelerinde kimyasallarla birlikte ağır metaller ile çalışmalarda mevcuttur bu bölümde Coating makinelerinde vernikle sert kaplama yapılırken, Metalize makinesinde alüminyum kullanılarak santrifüj etkisiyle

alüminyum buharlaşarak kaplama yapılacak parçaların üzerine ince bir film tabaka oluşturmaktadır. Bu bölümde kullanılan sistemler tamamen kapalı sistemler olmakla birlikte çevresel açıdan da oldukça emniyetli makinelerdir. Temizlik odası olarak nitelendirdiğimiz bölümde ise Metalize makinelerinin alüminyum plakalarının bakım faaliyetleri için Kostik Soda kullanılmaktadır. Bu bölümde kostik soda ile dolu havuzlar mevcuttur. Sistemler tamamen kapalı sistemler olup insan sağlığı açısından herhangi bir sıçrama yada fiziksel maruziyet durumunda ciddi problemler yaratabilir. Kalıphane bölümünde ise yüksek tonajlı kalıplara müdahale işlemlerinden kaynaklı operasyonel olarak birçok işlem mevcuttur. Özellikle kaynak, torna, freze vb. faaliyetler ağır metal maruziyeti açısından dikkat edilmesi gereken faaliyetlerdir. Bu faaliyetler gerçekleştirilirken kişisel koruyucu donanımların kullanımı oldukça önemlidir.

Tesis tasarımında özellikle ağır metallerle çalışmaların olduğu bölümlerde kapalı sistemler kullanılması insan sağlığı açısından oldukça önemlidir. Tabi bu bölümlerde havadaki ağır metaller için mühendislik tedbirlerinin yanında maruziyeti önlemek adına kişisel koruyucu tedbirler alınması da gerekmektedir.



VOC Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi

İlgili yönetmelik maddeleri

VOC maruziyet ölçümleri, 12.08.2013 tarihli ve 28733 sayılı resmi gazetede yayınlanan Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmeliği kapsamında Madde 5'e göre değerlendirilmiştir.

Ölçüm sonuçları

Üretim sahasında çeşitli alanlarda 6 adet VOC(Volatile Organic Compound – Uçuşu Organik Bileşikler) ölçümü yapılmıştır.

Tablo 25. VOC Ölçüm Sonuçları

No	1	Ölçüm Bilgileri				
Ölçüm Yeri	Enjeksiyon Bölümü	Çalışma Süresi [saat]	8			
Çalışan Bilgileri	Erdem ÖZGÜR	Maruziyet Süresi [saat]	7			
Görevi	Enjeksiyon Opr.	Ölçüm Başlangıç - Bitiş [saat]	10:03 – 12:03			
Ölçüm Parametresi	Ölçüm Sonucu [mg/m ³]	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değer TWA [mg/m ³]*			
			KMSGHY** [mg/m ³]	NIOSH**** [mg/m ³]	OSHA *** [mg/m ³]	KMMSGÖHY** [mg/m ³]
Izobutanol	0,643	0,031	-	300	150	-
Benzen	0,296	0,015	-	0,319	3,19	3,25
1,1,2 Trikloroetan	0,671	0,033	-	45	45	-
Butilakrilat	0,122	0,006	11	55	-	-
Stiren	23,403	1,137	-	215	426	-
1,1,2,2 Tetrakloroetan*	0,705	0,035	-	7	35	-

*TWA 8 saatlik çalışma süresi için hesaplanan günlük maruziyet değeridir. Sınır değerlerin en düşük olanı ile kıyaslama yapılmıştır.

**Sınır değeri Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik (KMÇSG) Ek-1, Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik(KMÇSG) Ek-2 çizelgelerinden alınmıştır.

***Sınır değerleri OSHA ve USA-OSHA İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinden alınmıştır.

****Sınır değerleri USA-NIOSH ve NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) (İş Güvenliği ve Sağlığı Ulusal Enstitüsü) Tüzüğünden alınmıştır.

Tablo 25. VOC Ölçüm Sonuçları (Devamı)

No	2	Ölçüm Bilgileri				
Ölçüm Yeri	Enjeksiyon Bölümü	Çalışma Süresi [saat]	8			
Çalışan Bilgileri	Orçun ÖZKOÇ	Maruziyet Süresi [saat]	7			
Görevi	Takım Lideri	Ölçüm Başlangıç - Bitiş [saat]	10:15 – 12:15			
Ölçüm Parametresi	Ölçüm Sonucu [mg/m ³]	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değer TWA [mg/m ³]*			
			KMSGHY** [mg/m ³]	NIOSH**** [mg/m ³]	OSHA *** [mg/m ³]	KMSGÖHY** [mg/m ³]
Stiren	0,197	0,010	-	215	426	-
Benzen	0,245	0,012	-	0,319	3,19	3,25
No	3	Ölçüm Bilgileri				
Ölçüm Yeri	Kaplama Bölümü	Çalışma Süresi [saat]	8			
Çalışan Bilgileri	Gökhan YILMAZ	Maruziyet Süresi [saat]	7			
Görevi	Kaplama Opr.	Ölçüm Başlangıç - Bitiş [saat]	10:15 – 12:15			
Ölçüm Parametresi	Ölçüm Sonucu [mg/m ³]	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değer TWA [mg/m ³]*			
			KMSGHY** [mg/m ³]	NIOSH**** [mg/m ³]	OSHA *** [mg/m ³]	KMSGÖHY** [mg/m ³]
Izobutanol	0,644	0,031	-	300	150	-
Benzen	0,248	0,012	-	0,319	3,19	3,25
1,1,2 Trikloroetan	0,707	0,035	-	45	45	-
Kloroform	0,342	0,017	10	-	240	-
1,2 dikloroetan	0,132	0,007	-	4	202,5	-
No	4	Ölçüm Bilgileri				
Ölçüm Yeri	Enjeksiyon Bölümü	Çalışma Süresi [saat]	8			
Çalışan Bilgileri	Orçun ÖZKOÇ	Maruziyet Süresi [saat]	7			
Görevi	Takım Lideri	Ölçüm Başlangıç - Bitiş [saat]	10:26 – 12:26			
Ölçüm Parametresi	Ölçüm Sonucu [mg/m ³]	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değer TWA [mg/m ³]*			
			KMSGHY** [mg/m ³]	NIOSH**** [mg/m ³]	OSHA *** [mg/m ³]	KMSGÖHY** [mg/m ³]
Benzen	0,258	0,013	-	0,319	3,19	3,25

*TWA 8 saatlik çalışma süresi için hesaplanan günlük maruziyet değeridir. Sınır değerlerin en düşük olanı ile kıyaslama yapılmıştır.

**Sınır değeri Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik (KMÇSG) Ek-1, Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik(KMÇSG) Ek-2 çizelgelerinden alınmıştır.

***Sınır değerleri OSHA ve USA-OSHA İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinden alınmıştır.

****Sınır değerleri USA-NIOSH ve NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) (İş Güvenliği ve Sağlığı Ulusal Enstitüsü) Tüzüğünden alınmıştır.

Tablo 25. VOC Ölçüm Sonuçları (Devamı)

No	5	Ölçüm Bilgileri				
Ölçüm Yeri	Enjeksiyon Bölümü	Çalışma Süresi [saat]	8			
Çalışan Bilgileri	Ugur DAĞLAR	Maruziyet Süresi [saat]	7			
Görevi	Enjeksiyon Opr.	Ölçüm Başlangıç - Bitiş [saat]	10:12 – 12:12			
Ölçüm Parametresi	Ölçüm Sonucu [mg/m ³]	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değer TWA [mg/m ³]*			
			KMSGHY** [mg/m ³]	NIOSH**** [mg/m ³]	OSHA *** [mg/m ³]	KMSGÖHY** [mg/m ³]
Izobutanol	1,154	0,056	-	300	150	-
Benzen	0,285	0,014	-	0,319	3,19	3,25
Butilakrilat	0,035	0,002	11	55	-	-
Stiren	26,371	1,282	-	215	426	-
1,1,2 Trikloroetan	0,834	0,041	-	45	45	-
No	6	Ölçüm Bilgileri				
Ölçüm Yeri	Kaplama Bölümü	Çalışma Süresi [saat]	8			
Çalışan Bilgileri	Emin YARKAYA	Maruziyet Süresi [saat]	7			
Görevi	Kaplama Opr.	Ölçüm Başlangıç - Bitiş [saat]	10:11 – 12:11			
Ölçüm Parametresi	Ölçüm Sonucu [mg/m ³]	Ölçüm Belirsizlik Değeri [±]	Sınır Değer TWA [mg/m ³]*			
			KMSGHY** [mg/m ³]	NIOSH**** [mg/m ³]	OSHA *** [mg/m ³]	KMSGÖHY** [mg/m ³]
Benzen	0,229	0,011	-	0,319	3,19	3,25

*TWA 8 saatlik çalışma süresi için hesaplanan günlük maruziyet değeridir. Sınır değerlerin en düşük olanı ile kıyaslama yapılmıştır.

**Sınır değeri Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik (KMÇSG) Ek-1, Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik(KMÇSG) Ek-2 çizelgelerinden alınmıştır.

***Sınır değerleri OSHA ve USA-OSHA İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinden alınmıştır.

****Sınır değerleri USA-NIOSH ve NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) (İş Güvenliği ve Sağlığı Ulusal Enstitüsü) Tüzüğünden alınmıştır.

Değerlendirme

Ölçümler, TS ISO 16200-1 (İşyeri Hava Kalitesi-Uçucu Organik Bileşiklerden Numune Alma ve Çözücü Desorpsiyonu/Gaz Kromatografisiyle Analiz-Bölüm 1: Pompa İle Numune Alma Yöntemi) standartlarına ve bu standartların en güncel hallerine göre yapılmıştır.

VOC ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinde tesiste yapılan kimyasal madde (VOC) ölçümlerine ait sınır değerler 12.08.2013 tarihli ve 28733 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik (KMÇSG) Ek-1 çizelgelerinden, Kanserojen Veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik Ek-2 çizelgelerinden ve uluslararası metotlardan (NIOSH - The National Institute for Occupational Safety and Health (Ulusal İş Sağlığı ve

Güvenliği Enstitüsü) ve OSHA - Occupational Safety and Health Administration (İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı)) referans alınmaktadır.

Ölçüm görselleri



Şekil 32. VOC Ölçüm Görselleri

Sonuç ve araştırma bulguları

Yapılan ölçüm ve değerlendirmelere istinaden üretim tesisimizde yapılan VOC(Volatile Organic Compound – Uçuşu Organik Bileşikler) parametresinde sınır değerin üzerinde kalan herhangi bir bölüm olmamıştır. Üretim tesisimizde kimyasalla çalışmanın olduğu iki bölüm özelinde yapılan ölçümlerde Enjeksiyon ve Kaplama hattında VOC değerleri insan sağlığı üzerinde etki oluşturmayacak şekilde varlığı tespit edilmiştir.

Enjeksiyon bölümünde plastik hammaddelerin dışında hamur şeklinde kullanılan BMC(Bulk Moulding Compound - Sıcak Pres Kalıplama Hamuru) çevresel açıdan bir takım riskler oluşturmaktadır. Özellikle üretilen far yapılarında yuva kısımlarında oldukça sık tercih edilen bu malzeme bir çok avantaj sağlamaktadır. İçerisinde bulunan cam elyaf ve katkı maddeleri ile mukavemeti oldukça yüksek bir parça elde edilmektedir. BMC hammaddesi işlem görmeden önce hamur halinde tehlikeli sınıfta değerlendiriliyor sebebi içerisinde alkol içerikli katkı maddelerinin buhar oluşturması fakat sıcak işlem gördükten sonra ürün halinde sadece cam elyaf kaldığı için tehlikeli sınıfta değerlendirilmemektedir. İçerisindeki Stiren oranının yüksek

olması üretim tesisinde koku problemi oluşturduğu ayrıca tespit edilmiştir. Geri kazanımı mümkün olmayan bu malzeme Çimento üretim tesisleri gibi yerlerde dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Tesis tasarımında çalışma ortamı havasında VOC bileşiklerinin insan sağlığı üzerindeki etkisini minimize etmek için seçilen hammaddelerin kimyasal yapıları çok iyi incelenmeli ve hammaddelerin insan sağlığı üzerindeki etkileri oldukça iyi araştırılmalıdır.

Çevresel açıdan geri dönüştürülebilir nitelikte hammaddeler seçilmesi hem üretim açısından hem de doğaya olan etkisi açısından katkıda bulunacaktır.



KAYNAKLAR

- Anonim 2016 Automotive lighting takes new shape with latest technologies - Bhargav S
<https://autocomponentsindia.com/automotive-lighting-takes-new-shape-with-latest-technologies> (10.02.2024)
- Anonim 2023 Ağır Metal https://tr.wikipedia.org/wiki/Ağır_metal (18.03.2024)
- Anonim WHO, “Indoor air quality: organic pollutants,” EURO Reports and Studies NO. 111, World Health Organization Regional Office for Europe
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2531320> (20.03.2024)
- Anonim Organization, Copenhagen, 1989. EPA, “Benzene”,
<https://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/benzene.html> (02.04.2024)
- Anonim ICP-AES Plasma1000 Inductive Coupling Plasma - Atomic Emission Spectrometer
<https://www.duatek.com/icp-oes-spektrometre-analiz-cihazlari.html> (15.03.2024)
- COHSR-928-1-IPG-039-2009, Canada Occupational Health and Safety Regulations. *Measurement of Lighting Levels in the Work Place Part VI*. Ekim 2009.
- Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, *Resmî Gazete Tarihi*: (28 Temmuz 2013), Kanun No. 28721.
- Çalışanların Titreşim İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, *Resmî Gazete Tarihi*: (22 Ağustos 2013), Kanun No. 28743.
- Güllü Gülen, Menteşe Sibel “Organik Bileşiklerin Farklı İç Ortamlardaki Seviyeleri”, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Mayıs 2009, (7).
- İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik, *Resmî Gazete Tarihi*: (17 Temmuz 2013), Kanun No. 28710.
- Kanserojen ve Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, *Resmî Gazete Tarihi*: (6 Ağustos 2013), Kanun No. 28730.
- Kanserojen ve Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, *Resmî Gazete Tarihi*: (6 Ağustos 2013), Kanun No. 28730.
- Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, *Resmî Gazete Tarihi*: (12 Ağustos 2013), Kanun No. 28733.
- MDHS 14/3, Methods for the Determination of Hazardous Substances Health and Safety Laboratory. *General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust*. Şubay 2000.
- NIOSH National Institute for Occupational Safety and Health - Ulusal Mesleki Sağlık Ve Güvenlik Enstitüsü
- NIOSH 7302, Ulusal Mesleki Sağlık Ve Güvenlik Enstitüsü. *Elements by ICP (Microwave Digestion)*. Haziran 2014.
- OSHA Occupational Safety and Health Administration-Mesleki Sağlık ve Güvenlik Kurumu
- TS EN ISO 7730, Türk Standardları Enstitüsü. *Isıl Çevrenin Ergonomisi – PMV ve PPD indislerinin hesabını ve bölgesel ısı konfor kriterlerini kullanarak ısı konforunun analitik olarak belirlenmesi ve yorumlanması standardı*. Nisan 2006.
- TS EN ISO 9612:2009-06, Türk Standardları Enstitüsü. *(Maruziyet) Çalışma Ortamında Maruz Kalınan Gürültünün Ölçülmesi*. Haziran 2009.

- TS EN ISO 1032+A1:2011, Türk Standardları Enstitüsü. *Tüm Vücut Titreşim Maruziyetinin Belirlenmesi*. Ocak 2010.
- TS EN ISO 2631-1, Türk Standardları Enstitüsü. *Mekanik titreşim ve şok - tüm vücut titreşime maruz kalma değerlendirilmesi*. Nisan 2013.
- TS EN ISO 5349-1, Türk Standardları Enstitüsü. *Mekanik titreşim-Kişilerin maruz kaldığı elle iletilen titreşimin ölçülmesi ve değerlendirilmesi Bölüm 1 Genel Kurallar*. Aralık 2005.
- TS EN ISO 5349-2, Türk Standardları Enstitüsü. *Mekanik titreşim - Kişilerin maruz kaldığı, elden vücuda iletilen titreşimin ölçülmesi ve değerlendirilmesi – Bölüm 2:İş Yerlerinde Ölçme Yapmak İçin Pratik Kılavuz*. Kasım 2011.
- TS EN ISO 16200-1, Türk Standardları Enstitüsü. *İşyeri Hava Kalitesi-Uçucu Organik Bileşiklerden Numune Alma ve Çözücü Desorpsiyonu/Gaz Kromatografisiyle Tayini*. Mart 2003.
- TS EN ISO 12464-1, Türk Standardları Enstitüsü. *İç Mekan Aydınlatma Sınır Değerler*. Şubat 2013.
- TS EN ISO 12464-2, Türk Standardları Enstitüsü. *Dış Mekan Aydınlatma Sınır Değerler*. Şubat 2013.
- Tozla Mücadele Yönetmeliği, *Resmî Gazete Tarihi: (05 Kasım 2013)*, Kanun No. 28812.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Orhan ATMACA
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	
Eğitim	
Lisans:	Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Yüksek Lisans:	Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği