



**T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**KOMPOZİT ÜRETİM SEKTÖRÜNDE STİREN, TOZ
VE GÜRÜLTÜ MARUZİYETİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Merve İSTİF

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi)

ANKARA-2016

**T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**KOMPOZİT ÜRETİM SEKTÖRÜNDE STİREN, TOZ
VE GÜRÜLTÜ MARUZİYETİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Merve İSTİF

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi)

**Tez Danışmanı
Dr. Fatma IŞIK COŞKUNSES**

ANKARA-2016

T.C.
Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü

O N A Y

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcısı **Merve İSTİF**'in, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı **Dr. Fatma IŞIK COŞKUNSES** danışmanlığında başlığı “**Kompozit Üretim Sektöründe Stiren, Toz ve Gürültü Maruziyetinin Değerlendirilmesi**” olarak teslim edilen bu tezin tez savunma sınavı 03/06/2016 tarihinde yapılarak aşağıdaki jüri üyeleri tarafından “**İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi**” olarak kabul edilmiştir.

Dr. Serhat AYRIM
Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
Müsteşar Yardımcısı
JÜRİ BAŞKANI

Kasım ÖZER
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürü
ÜYE

Dr. H. N. Rana GÜVEN
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yrd.
ÜYE

İsmail GERİM
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yrd.
ÜYE

Prof. Dr. Yasin Dursun SARI
Öğretim Üyesi
ÜYE

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Kasım ÖZER
İSGGM Genel Müdürü

TEŞEKKÜR

Tez hazırlık süreci ve Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Genel Müdürlüğü'ndeki çalışma hayatım boyunca kıymetli bilgi, deneyim ve desteklerini esirgemeyen başta Genel Müdürüm Sayın Kasım ÖZER olmak üzere, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcısı Sayın İsmail GERİM, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcısı Sayın Dr. H. N. Rana GÜVEN, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcısı Sayın Sedat YENİDÜNYA ve İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı Kocaeli Bölge Laboratuvar Müdür Vekili Sayın Hüseyin SEZEK'e teşekkürlerimi sunarım. Değerli bilgi ve deneyimleriyle tez çalışmama önemli ölçüde katkı sağlayan tez danışmanım İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı Sayın Dr. Fatma IŞIK COŞKUNSES'e, yardımlarından ve manevi desteklerinden dolayı tüm çalışma arkadaşlarıma ve annem başta olmak üzere tüm aileme teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Merve İSTİF

Kompozit Üretim Sektöründe Stiren, Toz ve Gürültü Maruziyetinin Değerlendirilmesi

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü

İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi

Ankara, 2016

Cam elyaf takviyeli plastikler (CTP) dünyada en çok üretilen kompozit malzemelerdendir. CTP üretiminde stiren kullanımının fazla olması, bu sektörde mesleki stiren maruziyetiyle ilgili çeşitli araştırmalar yapılmasına yol açmıştır. Bu çalışma, doymamış polyeşter reçinesi içeren SMC / BMC (hazır kalıplama pestili / hazır kalıplama hamuru) yarı mamulleri kullanarak CTP üretimi yapılan beş işletmede yürütölmüştür. Çalışma kapsamında, işletmelerde stiren, toz ve gürültü maruziyetinin bulunduğu hamurhane, presşane, montaj ve kalite kontrol laboratuvarlarında kişisel gaz ve toz örneklemleri ve analizleri ile gürültü ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada NIOSH 1501 “Aromatik Hidrokarbonlar Metodu” ile 31 noktada stiren, MDHS 14/3 “Solunabilir Tozların Gravimetrik Analizi ve Örnekleme Metodu” ile 33 noktada solunabilir toz, “Membran Filtre Metodu” ile 5 noktada lifsi toz ve TS EN ISO 9612 “Akustik Çalışma Ortamında Maruz Kalınan Gürültünün Ölçölmesi ve Değerlendirilmesi İçin Prensipler” standardında belirtilen metot ile 21 noktada gürültü ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Belirlenen maruziyet değeri ve işletmelerde yapılan incelemelere dayanılarak iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili riskler tespit edilmiş ve bu riskler için çözüm önerileri sunulmuştur. Çalışmanın diğeri aşamasında her işletmenin stiren maruziyetinin olduğu belirlenen bir noktasında analitik yöntemle (örnekleme / gaz kromatografisi analizi) yapılan ölçümlere paralel olarak kolorimetrik dedektör tüpleri ile anlık gaz ölçümleri gerçekleştirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılarak anlık gaz ölçümlerinin güvenilirliği tartışılmıştır. Bu çalışma toz maruziyet değeri ve tüm proseslerde yasal limit değeri altında olduğunu ve stiren ile gürültü maruziyetinin bu sektörde çalışanlar için en önemli tehlikeyi oluşturduğunu ortaya çıkarmıştır. Dedektör tüpleri ile yapılan anlık gaz ölçümlerinin ise, sürekli olarak ve yüksek konsantrasyonda gerçekleşen stiren maruziyetlerinde analitik metoda (örnekleme / analiz) en yakın sonuçları verdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İş sağlığı ve güvenliği, CTP, stiren, toz, gürültü

ABSTRACT

Merve İSTİF

Assessment of Styrene, Dust and Noise Exposure in Composite Manufacturing Industry

Ministry of Labour and Social Security, Directorate General of Occupational

Health and Safety

Thesis for Occupational Health and Safety Expertise

Ankara, 2016

Glass fibre reinforced plastics (GFRP) are one of the most widely produced composite materials throughout the world. Too much styrene consumption in GFRP production has led to do several investigations of occupational exposure to styrene in this sector. This study was carried out at five companies, that are producing GFRP with SMC / BMC (sheet moulding compound / bulk moulding compound) semi-finished products containing unsaturated polyester resin. In the scope of the study personal gas, dust and noise exposure measurements were performed in the compound preparation, press, montage and quality control departments of the companies. In this study 31 styrene, 33 inhalable dust, 5 fibre dust and 21 noise exposure measurements were carried out at the designated points using NIOSH 1501 “Aromatic hydrocarbons” method for styrene, MDHS 14/3 “General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust” method for inhalable dust, “Membrane filter” method for fibre dust and TS EN ISO 9612 “Acoustics-Determination of Occupational Noise Exposure” method for noise exposure. Based on the determined exposure values and observations, occupational health and safety risks have been identified and solution offers have been proposed for these risks. In the other phase of the study, colorimetric method’s reliability was discussed by comparing styrene measurements’ results obtained with both analytical method and colorimetric gas detection tubes. This study has revealed that styrene and noise are the most important hazards for workers in this sector and dust exposure values are lower than the legal limits in all processes. It has also been reported that the closest results for colorimetric and analytical method measurements were obtained for high concentration and continuous styrene exposures.

Keywords: Occupational health and safety, GFRP, styrene, dust, noise

İÇİNDEKİLER

ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
GRAFİKLERİN LİSTESİ	vi
RESİMLERİN LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	ix
TABLoların LİSTESİ	x
SİMGE VE KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. KOMPOZİT MALZEMELER	3
2.1.1. Kompozit Malzemelerin Tarihçesi	4
2.1.2. Türkiye’de ve Dünyada Kompozit Sektörü.....	5
2.1.3. Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması	6
2.1.4. Cam Elyaf Takviyeli Plastikler	10
2.1.5. Kompozit Malzemelerin Üretim Yöntemleri	14
2.2. STİREN	21
2.2.1. Stirenin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	21
2.2.2. Stirenin Vücuda Girişi ve Etkisi.....	22
2.2.3. Stirenin Ototoksik Etkisi ve Gürültüyle Sinerjik Etkileşimi	25
2.2.4. Mesleki Stiren Maruziyeti ve Etkileri	26
2.3. TOZ KAVRAMI VE TOZUN SAĞLIK ÜZERİNDE ETKİLERİ.....	27
2.4. GÜRÜLTÜ KAVRAMI VE GÜRÜLTÜNÜN SAĞLIK ÜZERİNDE ETKİLERİ	29
2.5. KOMPOZİT SEKTÖRÜ İLE İLGİLİ İSTATİSTİKİ VERİLER	29
2.6. YASAL DÜZENLEMELER.....	30
2.6.1. Kompozit Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği ile İlgili Yasal Düzenlemeler	30
2.6.2. Toz, Stiren ve Gürültü İçin Ulusal ve Uluslararası Maruziyet Sınır Değerleri	32
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER	35
3.1. ÖLÇÜM YAPILAN İŞLETMELER.....	38
3.2. KİŞİSEL GAZ, TOZ VE GÜRÜLTÜ MARUZİYETİ ÖLÇÜMÜ.....	40
3.2.1. Kullanılan Cihazlar ve Sarf Malzemeleri	40
3.2.2. Numune Alma İşlemleri	40

3.2.3. Gaz Kromatografisinde Stiren Metodu İçin Kalibrasyon ve Analiz İşlemleri	45
3.2.4. Solunabilir Toz Numunesi Gravimetrik Analizi	48
3.2.5. İşletmelerde Gürültü Maruziyeti Ölçümü	49
4. BULGULAR	51
4.1. STİREN, TOZ VE GÜRÜLTÜ MARUZİYETİ ÖLÇÜM SONUÇLARI.....	51
4.1.1. Hamurhanede Yapılan Ölçüm Sonuçları ve Bulgular	51
4.1.2. Preshanede Yapılan Ölçüm Sonuçları ve Bulgular	56
4.1.3. Montaj Bölümünde Yapılan Ölçüm Sonuçları ve Bulgular	59
4.1.4. Kalite Kontrol Laboratuvarında Yapılan Ölçüm Sonuçları ve Bulgular.....	63
4.1.5. Stirene Ait Anlık Gaz Ölçüm Sonuçları ve Analitik Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırması	65
4.2. İŞLETMELERDE İSG RİSKLERİ İLE İLGİLİ TESPİTLER	68
4.2.1. Kimyasal Riskler	68
4.2.2. Kimyasalların Depolanması, Yangın, Patlama ve Elektrik Kaynaklı Riskler.....	85
4.2.3. Fiziksel Etmenlere İlişkin Tespitler	90
4.2.4. Mekanik Riskler	97
4.2.5. Ergonomi	102
4.3. İŞLETMELERDE YAŞANAN İŞ KAZALARI VE MESLEK HASTALIKLARI İLE İLGİLİ VERİLER	107
5. TARTIŞMA.....	109
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	115
KAYNAKLAR.....	121
ÖZGEÇMİŞ.....	127

GRAFİKLERİN LİSTESİ

Grafik	Sayfa
Grafik 4.1. Hamurhane bölümü stiren maruziyet değerleri	52
Grafik 4.2. Hamurhane bölümü solunabilir toz maruziyet değerleri	54
Grafik 4.3. Hamurhane bölümü lifsi toz maruziyet değerleri	55
Grafik 4.4. Hamurhane bölümü gürültü maruziyet değerleri	56
Grafik 4.5. Preshane bölümü stiren maruziyet değerleri	57
Grafik 4.6. Preshane bölümü solunabilir toz maruziyet değerleri	58
Grafik 4.7. Preshane bölümü gürültü maruziyet değerleri	59
Grafik 4.8. Montaj bölümü stiren maruziyet değerleri	60
Grafik 4.9. Montaj bölümü solunabilir toz maruziyet değerleri	61
Grafik 4.10. Montaj bölümü gürültü maruziyet değerleri	62
Grafik 4.11. Kalite kontrol laboratuvarı stiren maruziyet değerleri	63
Grafik 4.12. Kalite kontrol laboratuvarı solunabilir toz maruziyet değerleri	64
Grafik 4.13. Kalite kontrol laboratuvarı gürültü maruziyet değerleri	65
Grafik 4.14. Stirene ait anlık gaz ölçümü sonuçları ve analitik ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması	66

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 4.1. Mikserde malzeme karışımı sırasında yapılan anlık gaz ölçümü.....	68
Resim 4.2. Katkı malzemelerinin tartılması / hamur kazanına kalsit ve polyeester aktarılması	69
Resim 4.3. Kazana kalsit dökülmesi sırasında oluşan tozun kaynağında emilişi.....	70
Resim 4.4. Cam elyaf bobinlerinden SMC makinesine elyaf sarımı ve SMC makinesinde cam elyafının kesilmesi sırasında oluşan cam elyaf tozu maruziyeti.....	71
Resim 4.5. Hamurhanelerde kullanılan açık ve kapalı mikserler	72
Resim 4.6. Hamur boşaltımının yapıldığı noktada lokal emiş yapılan bir SMC makinesi	73
Resim 4.7. Etrafı kapatılmış ve otomasyonla beslenen SMC makinesi	74
Resim 4.8. SMC makinesinin beslenmesi sırasında oluşan yoğun stiren maruziyeti sırasında çalışanların toz maskesi takması.....	74
Resim 4.9. Yetersiz lokal havalandırmayla çalışılan BMC makinesine hamur boşaltımı ve kırpık elyaf yüklenmesi	75
Resim 4.10. Göz ve boy duşu ile temizlik için kullanılacak adsorban madde	76
Resim 4.11. BMC hamurunun pres önünde istiflenmesi.....	77
Resim 4.12. Pres kullanımı sırasında hiç maske takmayan, kısa kollu elbiseyle çalışan ve toz maskesi takan çalışanlar	78
Resim 4.13. Lokal havalandırmanın yapıldığı bir ortamda toz emişi yapılan masada çalışma ve herhangi bir havalandırma olmadan yapılan çalışma	79
Resim 4.14. Kapak gövde birleştirme ve breytle yapılan delme işlemleri	81
Resim 4.15. Toz emişi yapılmayan ve havalandırması olmayan montaj bölümünde yerde biriken tozun kuru olarak süpürülmesi	82
Resim 4.16. Viskozite ve mekanik testleri yapan çalışanlar ve mekanik test cihazı.....	83
Resim 4.17. Aktif çalışmanın olmadığı bir laboratuvarda sabit nokta ölçümleri.....	83
Resim 4.18. 1) Depoda köpüklü sprink sistemi, 2) uyarıcı levhalar, 3) havalandırma 4) güneş ışığını önleyici paravanlar, 5) polyeester tanklarının uygun olmayan istiflenmesi	86
Resim 4.19. Kimyasalların düşmeye karşı korunmasız bir şekilde yüksekte istiflenmesi ve yanıcı madde uyarı levhası	87
Resim 4.20. Depolama alanında yerde toz birikmesi ve içeriye ışık sızması.....	87
Resim 4.21. Hamurhanede köpüklü sprink yangın söndürme sistemi / yangın dolabının önünde istiflenen yanıcı organik peroksit ve polyeester	88
Resim 4.22. Hamurhanede yangın için alınan önlemler.....	88

Resim 4.23. Önünde yalıtkan paspas bulunan elektrik panosu / önünde yalıtkan paspas bulunmayan pano/ mikser panosunda bulunan elektrik tehlikesi işareti ve acil stop düğmesi	89
Resim 4.24. Önünde yalıtkan paspas olmayan elektrik panosu ve kabloların uygunsuz durumu	90
Resim 4.25. Breyzle çalışan montaj operatörü ve havalı matkapla çalışan pres operatörü.....	93
Resim 4.26. Karşılıklı olarak açık duran sevkiyat ve acil çıkış kapısı arasında çalışan montaj operatörü.....	94
Resim 4.27. Elektrikli ısıtıcıyla ısıtılan çalışma ortamı	94
Resim 4.28. Preshanede aydınlatma kaynakları	96
Resim 4.29. Hamurhanede aydınlatma kaynakları	97
Resim 4.30. Kesilme ve yanmaya dirençli eldivenler	99
Resim 4.31. Preslerde çift el butonu, acil stop butonu ve iki elle komuta etme ile ilgili uyarı levhası	100
Resim 4.32. Yürüyüş yollarının ayrılmadığı işletmede forkliftin çalışması	100
Resim 4.33. Düzgün ve uygunsuz istiflenen ürünler.....	101
Resim 4.34. BMC makinesinde hamur boşaltımı yapan çalışanın ergonomik olmayan durumu	103
Resim 4.35. Katkı malzemelerinin tartımı sırasında çalışanların ergonomik olmayan durumları	103
Resim 4.36. Miksere katkı malzemesi boşaltan çalışanın ergonomik olmayan durumu.....	104
Resim 4.37. Çalışma sırasında bele zorlama yapılarak çekilen SMC pestili rulosu ve çalışanın ergonomik olmayan bir durumda kalıba hamur doldurması	105
Resim 4.38. Alçak çalışma masasında çalışmadan kaynaklanan hatalı duruş pozisyonları...	106

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Kompozit malzemeleri oluşturan takviye ve matris yapıları.....	3
Şekil 2.2. Çapraz bağlı polyester elde edilmesi.....	11
Şekil 2.3. Tipik bir polyester reçinesini üretmek için kullanılan bileşiklerin eldesi	12
Şekil 2.4. BMC hamuru ve SMC pestili.....	15
Şekil 2.5. SMC pestili üretim şeması	17
Şekil 2.6. BMC hazır kalıplama bileşimi üretimi.....	18
Şekil 2.7. SMC / BMC yarı mamulü üretimi için iş akış şeması.....	19
Şekil 2.8. SMC / BMC yarı mamulünden nihai ürün üretimi için iş akış şeması	20
Şekil 2.9. Stirenin kimyasal yapısı	21
Şekil 2.10. Stirenin insan vücudunda metabolize olmasına ait aşamalar	23
Şekil 3.1. Tez çalışması akış şeması.....	37

TABLoların LİSTESİ

Tablo	Sayfa
Tablo 2.1. Matris, takviye elemanı ve kompozit yapı tipleri	3
Tablo 2.2. Kompozit üretimi sektörel dağılım karşılaştırması	5
Tablo 2.3. Kompozit üretim proseslerinin Türkiye, Avrupa ve Dünya'daki kullanım yüzdelерinin karşılaştırılması.....	14
Tablo 2.4. Stiren'in fiziksel ve kimyasal özellikleri ile kullanımı için söz konusu olan riskler ve güvenlik önlemleri	22
Tablo 2.5. Plastik imalat sektörüne (NACE Rev.2) ait yıllık sanayi ve hizmet istatistikleri ...	30
Tablo 2.6. 22.21 NACE koduna ait iş kazası ve meslek hastalıkları istatistikleri.....	30
Tablo 2.7. İnert ve istenmeyen toz için maruziyet sınır değerleri	32
Tablo 2.8. Mineral liflerden olan sentetik cam yünü için maruziyet sınır değerleri	33
Tablo 2.9. Stiren için uluslararası kuruluşlar ve bazı ülkeler tarafından belirlenen maruziyet sınır değerleri.....	34
Tablo 2.10. Gürültü için maruziyet sınır değerleri	34
Tablo 4.1. Numune alma süresi ile ilgili bir vardiya başına en az numune sayısı	66
Tablo 4.2. "Kimya, plastik ve kauçuk sanayi" için referans yüzeydeki sürdürülen aydınlatma yoğunluk (E_m) değerleri.....	96

SİMGE VE KISALTMALAR

ACGIH	: The American Conference of Govenmental Industrial Hygienists (Ulusal Endüstriyel Hijyenistler Konferansı, Amerika)
BMC	: Bulk Moulding Compound (Hazır Kalıplama Hamuru)
CTP	: Camelyaf Takviyeli Plastik
GC	: Gas Chromatography (Gaz Kromatografisi)
HSE	: Health and Safety Executive (İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Kuruluşu)
IARC	: International Agency for Research on Cancer (Uluslararası Kansere Araştırma Ajansı)
İSG	: İş Sağlığı ve Güvenliği
İSGÜM	: İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı
KKD	: Kişisel Koruyucu Donanım
$L_{EX,8h}$	: Daily noise exposure level (Günlük gürültü maruziyet düzeyi)
NACE	: Nomenclature générale des Activités économiques dans les Communautés (Avrupa Topluluğunda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistik Sınıflaması)
NIOSH	: The National Institute for Occupational Safety and Health (Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü)
SGK	: Sosyal Güvenlik Kurumu
SMC	: Sheet Moulding Compoud (Hazır Kalıplama Pestili)
STEL	: Short Term Exposure Limit (Kısa Süreli Maruziyet Limiti)
TLV	: Treshold Limit Value (Eşik Sınır Değer (ESD))
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TWA	: Time Weighted Average (Zaman Ağırlıklı Ortalama)
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

1. GİRİŞ

Bileşenlerde tek başına iken mevcut olmayan bazı özelliklerin elde edilmesi veya geliştirilmesi amacıyla, birbiri içinde çözünmeyen iki veya daha fazla malzemenin makro düzeyde birleştirilmesinden oluşturulan yeni özelliklere sahip malzemelere “Kompozit Malzeme” denir [1, 2].

Günümüzde dekoratif amaçlı malzemelerden, karmaşık olarak tasarlanmış yapılara kadar geniş bir yelpazede ürün veren kompozit sektörü, tüm dünyada, ikame malzemelerden de pay alarak büyümektedir [3]. Termoset veya termoplastik reçineler ve cam elyafı kullanılarak üretilen “cam elyaf takviyeli plastikler” (CTP) dayanıklılık ve hafiflik gibi özellikleri nedeniyle Türkiye’de ve tüm dünyada yaygın olarak üretilen ve otomotiv, beyaz eşya ve havacılık gibi önemli sektörlerde geniş kullanım alanı bulan kompozit malzemelerdir [4].

Kompozit ürün üretim elemanları kısmen tozlu, gürültülü ve kokulu kimyasal maddelerin bulunduğu kapalı mekânlarda, çoğunlukla ayakta durarak çalışmaktadır [5]. Mesleğin icrası sırasında iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini gerektiren kaza, yaralanma ve meslek hastalığı riskleri bulunmaktadır.

Hazırlanan bu tez çalışmasında hazır kalıplama pestili (SMC) ve hazır kalıplama hamuru (BMC) yarı mamulleri kullanılarak basınçlı sıcak kalıplama yöntemiyle CTP üretimi yapan işletmelerin üretim süreçleri iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmiştir. Çalışma kapsamında işletmelerin hamurhane, preshane, montaj ve kalite kontrol laboratuvarlarında stiren, toz ve gürültü maruziyeti ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen veriler ışığında aynı bölümlerde çalışanların farklı işletmelerdeki maruziyet durumlarının birbiriyle karşılaştırılmasına ve işletmelerde yapılan gözlemlere dayanılarak sektör bazında belirlenen risklere çözüm önerileri getirilmiştir. Bu kapsamda tez çalışmasının ikinci bölümünde araştırma yapılan sektörün durumu ve üretim aşamaları ile ilgili genel bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölüm olan gereç ve yöntemlerde stiren, toz ve gürültü maruziyeti incelenirken kullanılan metotlar, numunelerin alınışları ve analizleri hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde yer alan bulgularda ölçüm sonuçları grafiklerle verilmiş ve bu sonuçlarla birlikte yapılan gözlemlere dayanılarak iş yerlerinde tespit edilen iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili riskler paylaşılmıştır. Beşinci bölümde ise kişisel maruziyet ölçüm sonuçları doğrultusunda

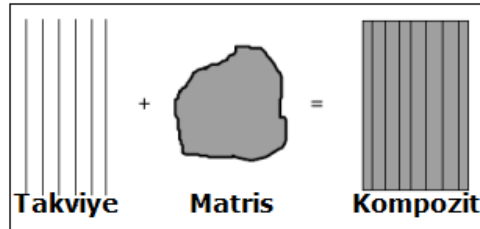
sektörde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili genel durum ortaya konulmuş ve bununla birlikte CTP sektöründe stiren, toz ve gürültü maruziyetlerinin sağlık etkileri ile ilgili literatürde yer alan bazı incelemeler paylaşılarak elde edilen maruziyet verileri desteklenmiştir. Altıncı bölümde ölçüm ve gözlemlere dayanılarak işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili tespit edilen durumlar ve öneriler paylaşılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. KOMPOZİT MALZEMELER

Kompozit malzemeler en az iki farklı malzemenin bir araya getirilmesiyle meydana gelen malzeme grubudur. Kompozit yapı oluşumuyla malzemelerin dayanıklılık, iletkenlik, estetik görünüm ve düşük maliyet gibi özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Kompozitler genel olarak “matris” ismi verilen bir ana malzeme ve “takviye elemanı” ismi verilen daha mukavim bir malzemeden oluşturulmaktadır [4].

Şekil 2.1.’de kompozit malzemeleri oluşturan takviye ve matris yapıları gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Kompozit malzemeleri oluşturan takviye ve matris yapıları [4]

Tablo 2.1.’de kompozit yapılarda kullanılan malzeme çeşitleri ve kompozit yapıların şekilleri listelenmiştir.

Tablo 2.1. Matris, takviye elemanı ve kompozit yapı tipleri [4]

Matris Malzemeleri	Takviye Elemanları	Kompozit Yapının Şekli
Polimerler	Lifler	Tabakalar
Metaller	Whiskers (sakalcıklar)	Film-Folye
Seramikler	Pudra	Bal peteği yapısı (Honeycomb)
	Yonga	Filament Sarılmış Yapılar
	Granül	Kaplamalar

Bu iki malzeme grubundan, takviye malzemesi kompozit malzemenin mukavemet ve yük taşıma özelliğini belirlerken, matris malzeme ise plastik deformasyona geçişte oluşabilecek çatlak ilerlemelerini önleyici rol oynamakta ve kompozit malzemenin kopmasını geciktirmektedir [4].

2.1.1. Kompozit Malzemelerin Tarihçesi

Kompozit malzemeler uzun yıllar önce kullanılmaya başlanmıştır. Kerpiğin bileşimindeki kil, dayanıklılığının artması için saman ve bitkisel liflerle harmanlanmıştır. Günümüzde ise en çok kullanılan kompozitlerden biri betondur. Çimento ve kumdan meydana gelen matris, çelik çubuklar ile takviyelenir [2].

“Kondensasyon Reaksiyonu” nun 1930’larda icat edilmesinden sonra kompozit malzemelerde de hızlı bir gelişme kaydedilmiştir. İkinci Dünya Savaşı sırasında askeri amaçlarla kullanılan ilk kompozit plastik örnekleri, ancak 1946’dan sonra tüm dünyada ticari boyutlara ulaşabilmiştir. Kolay biçim verilebilir olmaları, metallere oranla düşük yoğunlukta olmaları, üstün yüzey kaliteleri ve korozyona karşı dayanımları, plastiklerin yükselmesinde etkili olan en önemli özellikleridir. Birçok üstün özelliğinin yanı sıra sertlik ve dayanıklılık özelliklerinin düşük olması, plastik malzemelerin güçlendirilmesi için çalışmalar yapılmasını sağlamıştır. Bu eksikliğin giderilmesi amacıyla 1950’lerde polimer esaslı kompozit malzemeler geliştirilmiştir [6].

Liflerle takviye edilmiş sentetik reçineler 1950’li yıllardan itibaren endüstride kullanılmaya başlanmıştır. Bu malzemenin en tanınmış grubunu “cam elyaf takviyeli plastikler” oluşturmaktadır. Ülkemizde CTP diye tanınan bu malzemeler, 1960’lı yıllardan itibaren sıvı tankları, çatı levhaları, küçük boy deniz tekneleri gibi elemanların imalatında kullanılmaktadır. Türkiye’de seri üretimi yapılmış ilk yerli otomobil olan “Anadol” un kaportası da bu malzemedendir [6].

Günümüzde dekoratif amaçlı malzemelerden, karmaşık olarak tasarlanmış yapılara kadar geniş bir ürün yelpazesine sahip olan kompozitler, yarı saydam, opak veya renklendirilmiş, kalın veya ince, düz veya şekillendirilmiş halde ve neredeyse tüm boyutlarda olmak üzere; çatı kaplamaları, tanklar, borular, araç kaportaları, binalar, tekneler vb. gibi günlük yaşamda yer alan birçok alanda bulunabilmektedir [6].

2.1.2. Türkiye’de ve Dünyada Kompozit Sektörü

Kompozit sektörü, tüm dünyada, ikame malzemelerden de pay alarak büyümektedir ve geçen otuz yıl içerisinde küresel ekonomik büyümeye ve anahtar sektörlerle (bina ve inşaat, rüzgâr enerjisi, uzay ve havacılık, otomotiv vb.) nüfuz etme becerisine dayanarak uzun süreli bir gelişme göstermiştir. Türkiye kompozit sektörü orta ve büyük ölçekli 150-200 şirket, kısmen kompozit işi yapan 700-800 şirket ve yaklaşık 5200 çalışanı ile katma değeri yüksek ürünler üreten bir sektör konumundadır [3].

Kompozit malzeme üretiminin sektörler arasında hacimsel olarak dağılımı Dünya, Avrupa ve Türkiye açısından Tablo 2.2.’deki gibidir [3].

Tablo 2.2. Kompozit üretimi sektörel dağılım karşılaştırması [3]

	DÜNYA (%)	AVRUPA (%)	TÜRKİYE (%)
YAPI VE İNŞAAT	24,5	20	22
TAŞIMACILIK	21	30	20
ELEKTRİK-ELEKTRONİK	19	14	3
BORU, TANK-ALTYAPI	14	13,5	45
RÜZGÂR ENERJİSİ	7	12	5
TÜKETİM MALLARI	6	3	2
DENİZCİLİK	4	5	2
HAVACILIK	0,5	0,5	-
DİĞER	4	2	1

Tablo 2.2.’de görüldüğü üzere ülkemizde kompozit malzemeler ağırlıklı olarak boru ve tank sektörü ile yapı ve inşaat sektörlerinde kullanılmaktadır. İleri teknoloji ürünlerin ülkemizde üretilmesinin hızlanması ile birlikte, özellikle rüzgâr enerjisi, taşımacılık ve otomotiv, uzay ve havacılık ile elektrik ve elektronik sektörlerinde daha fazla miktarda ve oranda kompozit malzeme kullanımının gerçekleşmesi beklenmektedir [3].

Türkiye’de kompozit sektöründe yaklaşık iki yüz otuz milyon avroluk ihracat yapılırken iki yüz otuz milyon avroluk da ithalat yapılmaktadır. Sektör esas olarak Avrupa ülkelerine, Rusya’ya, Türkî Cumhuriyetlere, Orta Doğu ve Kuzey Afrika’ya ihracat yapmaktadır. İhracat

yapılan ülke sayısını arttırmak ve yeni pazarlar kazanmak amacıyla yoğun çalışmalar yapılmaya devam etmektedir. Sektörün bazı firmaları Amerika Birleşik Devletleri başta olmak ve uzak doğu da dâhil olmak üzere dünyanın her tarafına ihracat yapmaktadır. Bu ihracat rakamının içerisindeki en önemli pay CTP boru üreticilerine, cam elyafı ve polyester reçine üreticilerine, teknik tekstil üreticilerine ve reçine transfer kalıplama malzemeleri üreticilerine aittir [3].

2.1.3. Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması

2.1.3.1. Matris malzeme cinsine göre sınıflandırma

Matris fazı, takviye malzemesini bir arada tutup dış ortamdan korumanın yanında, yük uygulandığında bu yükü takviye malzemeye aktarma görevi de görür. Matris fazı, kompozitin darbe, mukavemet, tokluk gibi mekanik özelliklerini belirlemede de çok önemlidir. Kompozitlerde çatlak oluşmasını veya oluşan çatlağın ilerlemesini yine matris fazı engeller. Matris fazında istenen özellikler; yüksek mukavemet, yüksek elastik uzama, yüksek kayma mukavemeti, yüksek tokluk ve darbe dayanımı, düşük ısı iletkenlik, takviye ile iyi bağ oluşturma, kimyasallara ve çözücülere dayanım, düşük nem emme, düşük çekme oranı, uzun raf ömrü, düşük öz kütle ve düşük fiyat şeklinde sıralanabilir [2].

Kompozit malzemeler kullanılan matris malzemesinin cinsine göre üç ana sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar metal matrisler, polimer matrisler ve seramik matrislerdir [2].

Metal matris kompozitler

Bu malzemeler ana yapıyı alüminyum, titanyum ve magnezyum gibi bir matris metalin oluşturduğu ve takviye elemanı olarak da genellikle seramik bir takviye fazının kullanıldığı kompozitlerdir. Seramiklerin yüksek elastisite özellikleri ile metallerin plastik şekil değiştirme özellikleri birleştirilerek aşınmaya dayanıklı, kırılma tokluğu ve basma gerilmesi yüksek malzemeler elde edilmektedir. Metal matrislerin en önemli dezavantajı, her elyafı iyi ara yüzey oluşturmadığı için kompozit üretiminin zor ve pahalı olmasıdır. Kompozit üretiminde hafif metallerden alüminyum, magnezyum, nikel, titanyum, bakır, çinko ve bunların alaşımları sıkça kullanılan metal matris malzemelerdir. Bu kompozitler yaygın olarak otomotiv, havacılık ve savunma sanayinde kullanılmaktadır [1, 6].

Polimer matris kompozitler

Sürekli fiber takviyeli olarak yaygın şekilde kullanılan polimer matrisler, termoset ve termoplastikler olarak iki gruba ayrılır [2].

Termoset polimerler: Bu polimerler ısıl sertleşir plastikler diye de bilinirler. Üretimleri sırasında gerçekleşen polimerizasyon reaksiyonu geri dönüşümlü olmadığı için ısıtılarak yumuşatılamazlar ve dolayısıyla şekillendirilemezler. Polyester, epoksi, yüksek sıcaklık reçineleri, fenolik, silikon, poliüretan vb. polimerler termosetlere örnek olarak verilebilir. Termoset polimer kullanılarak üretilen kompozitlerin kalıplama işlemleri presle kalıplama, reçine transfer kalıplama, enjeksiyon kalıplama ve döküm yöntemleriyle yapılmaktadır [1, 2].

Termoplastik Polimerler: Hem otomotiv sektöründe hem de uçak sanayisinde yaygın olarak kullanılan termoplastik polimerlere, ısıl yumuşar reçineler de denir. Termoplastikler ısıtıldıklarında yumuşar, soğutulduklarında tekrar sertleşir. Termal genleşme katsayıları metallerin termal genleşme katsayısının yaklaşık olarak beş katıdır. Polietilen, poliamidler, polipropilen, polivinilklorür, polistiren vb. polimerler termoplastiklere örnek olarak verilebilir. Termoplastik polimerler kullanılarak üretilen kompozitlerin kalıplanma işlemleri plastik enjeksiyon ve ekstrüzyon yöntemleri ile yapılmaktadır [1, 2].

Polimer matrisli kompozitlerin sürekli fiberlerle takviye edilmiş polyester ve epoksi reçine matrisli olanları en önemlileridir. Polimer matrisli kompozit malzemeler; korozyon direnci sebebiyle denizcilikle ilgili malzemelerin, hafifliği sebebiyle otomotiv ve diğer taşımacılık endüstrileri ile spor malzemelerinin, yanmazlık özelliği sebebiyle de otomotiv iç dekorasyon elemanlarının üretiminde kullanılmaktadır [2].

Seramik matris kompozitler

Yüksek sıcaklık matrisleri olarak da bilinen seramik malzemeler çok sert ve kırılandırılar. Ayrıca yüksek sıcaklık dayanımlarına ve göreceli düşük yoğunluk özelliklerine sahiptirler. Seramikler; silikatlar, alüminatlar, su ve metal oksitleri ile alkali ve toprak alkali bileşiklerden oluşmaktadır. Mukavemetleri çok yüksek olmakla birlikte, seramik malzemeler, çok sert ve gevrek oldukları için kırılğan yapıya sahiptir. Bu nedenle kullanım alanları sınırlıdır. Isıl dayanımları yüksek olduğundan, yüksek ısı maruziyeti olan yerlerde kullanılırlar. (Endüstriyel fırınlar, elektronik ve optik cihazlar vb.). Alümina ve zirkonya esaslı seramik kompozitler üzerinde son yıllarda yapılan çalışmalar, bu malzemelerin sadece roket başlığı, uzay araçları

gibi uygulamalarda değil aynı zamanda insan vücudunda da biomalzeme olarak kullanılmaya başlanmasına olanak sağlamıştır [2, 6].

2.1.3.2. Takviye elemanın cinsine göre sınıflandırma

Takviye faz (takviye eden faz), kompozitlerde yük taşıyıcı olarak görev yapar. Yükün yaklaşık % 80'ini taşıyarak kompozitleri mukavim yapan takviye fazdır. Kompozitlerdeki mukavemetlenme kullanılan elyafın tipine, kompozitteki oranına, yönlenmesine ve dağılımına bağlıdır. Kompozit malzemeler kullanılan takviye elemanın şekline göre beş sınıfa ayrılır: Bunlar parçacık takviyeli, fiber takviyeli, levhasal, tabakalı ve doldurulmuş kompozit malzemelerdir [2, 6].

Parçacık takviyeli kompozitler

Bu tip kompozitler, makroskobik veya mikroskobik partiküllerin matris ile oluşturdukları malzemelerdir. Agrega kullanımında ortalama gömülen parçacık boyutu 1 mm'den büyük olmazken, Al_2O_3 ve SiC seramikler gibi küçük parçacıklarda parçacık boyutları 1 μm 'den küçük olmaktadır. Takviye elemanın hacim oranı genelde % 50'den daha azdır [1, 2].

Fiber takviyeli kompozitler

Bu tür malzemelerde matris kompozite gelen yükü fibere iletir ve yükün çoğu fiber tarafından taşınır. Fiber formları örgülü, şerit fitil veya tabakalar halinde yönlü olarak kullanılır. Üretimleri parçacık takviyeli kompozitlere göre daha pahalı olmasına rağmen parçacık takviyelilere göre daha üstün mekanik özelliklere sahiptirler [1, 2].

Elyaf takviyeler, kompozitin temel mukavemet elemanları olup, düşük yoğunluk, yüksek elastisite, yüksek mukavemet ve sertlik gibi özelliklere sahip olmaları gerekir. Kompozit malzemelerde kullanılan başlıca elyaf türleri cam elyafı, karbon elyafı, poliakrilonitril, aramid elyafı, bor elyafı, oksit elyafı, yüksek yoğunluklu polietilen elyafı, poliamid elyafı, polyester elyafı, doğal organik elyaflar ve seramik elyaflardır [7, 8].

Cam elyafı en çok kullanılan ve en ucuz takviye malzemesidir. Yüksek dayanıma ve düşük yoğunluğa sahip aramid ve karbon elyaflar yüksek maliyetlerine rağmen, hava ve uzay sanayi gibi sektörlerde kullanım alanına sahiptirler [6].

Kullanılan elyaf takviye elemanı sürekli ve süreksiz elyaf olmak üzere iki kategoride incelenebilir:

Süreksiz elyaflar (Doğranmış-öğütülmüş elyaf / whiskers): Liflerin çapları birkaç μm 'yi geçmemekle birlikte birkaç mm'den birkaç cm'ye kadar değişen boyutlarda olabilirler. Bu nedenle elyafın parçacık halden lif haline geçişi için çok uzun olmasına gerek yoktur [2, 6].

Sürekli elyaflar: Günümüzde kompozit yapılarda kullanılan en önemli takviye malzemeleri sürekli elyaflardır. Sürekli elyaflar, özellikle modern kompozitlerin gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Sürekli elyaf malzemeleri, tel sarma metodu gibi metotlarla kesilmeden ip şeklinde üretilirler ve kullanılırlar. Elyaflar kendi boyları doğrultusunda, kompozitin mekanik özelliklerini iyileştirir. Küçük çapta üretildikleri ve iç yapı tane boyutları küçük olduğu için malzeme kusurları minimize edilmiştir. Bu nedenle üstün mikroyapısal özelliklere sahiptirler. Elastisite modülleri ve mukavemetleri yüksektir. Lif boyu/çap oranı büyük olduğundan matris tarafından elyafa iletilen yük miktarı da artmaktadır [2, 6].

Levhasal kompozitler

Matris fazı içindeki levha şekilli takviye elemanlarından oluşan kompozitlerdir. Al-grafit sistemi levhalar; pullar, cam, mika ve metal olabilir. En çok bilinen metal levhalar AlB_2 ve Be levhalardır [8].

Tabakalı kompozitler

Bu tür kompozitler farklı bileşenli plakaların sandviç (üst üste) şeklinde birleştirilmesiyle elde edilir. Bu kompozitler, matris içine rastgele yönlenmiş, tek yönlü veya çift yönlü fiber takviyeli levhalardan oluşmaktadır [8].

Doldurulmuş kompozitler

Sürekli bir iskelet yapıya sahip takviye malzemesi formunun matriks bir malzeme ile doldurulmasından üretilen kompozitlerdir. Matriks malzemesinin daha önceden hazırlanmış preform (köpük) yapıya basınçlı, basınçsız ya da döküm yoluyla emdirilmesi ile elde edilmektedirler [8].

2.1.4. Cam Elyaf Takviyeli Plastikler

Sentetik reçine ve cam elyafı, CTP malzemeleri üretmek için gerekli olan iki temel bileşendir. Bunun için kullanılan polyester, epoksi veya vinil ester gibi reçineler, genellikle uygun bir şekilde aktive edildiğinde sert katılara dönüşen viskoz sıvılar halinde temin edilir. Tüm bu reçineler termosettir fakat kimyasal yapıları farklı olduğu için farklı özellikler gösterirler. Bu durum üreticilere özel gerekliliklere uygun olarak istedikleri özelliklerde ürünler elde etmek üzere farklı reçineler seçme şansı vermektedir. CTP malzemeler havacılık, uzay, savunma, ev aletleri ve iş ekipmanları imalatı, inşaat, denizcilik ve otomotiv gibi birçok sanayi dalında kullanım alanına sahiptir [9].

2.1.4.1. CTP üretiminde kullanılan hammaddeler

Takviye malzeme, cam elyafı

Günümüzde termoset reçinelerle birlikte kullanılan takviye liflerinin üçte ikisinden fazlası cam elyafıdır. Üstün özelliklerinin yanı sıra, ekonomik bir donatı türü olması bu sonucu ortaya çıkarmaktadır. Çeşitli matris malzemeleriyle kullanılmış olmasına karşılık, cam elyafının temel kullanım alanı CTP endüstrisidir. Cam liflerinin ticari anlamda üretimi 1930'lu yıllarda İngiltere'de başlamıştır. 1940'ların sonlarında geliştirilen cam elyaf takviyeli plastikler ise günümüzde en çok kullanılan ve ilk modern polimer esaslı kompozit malzemelerdir [10].

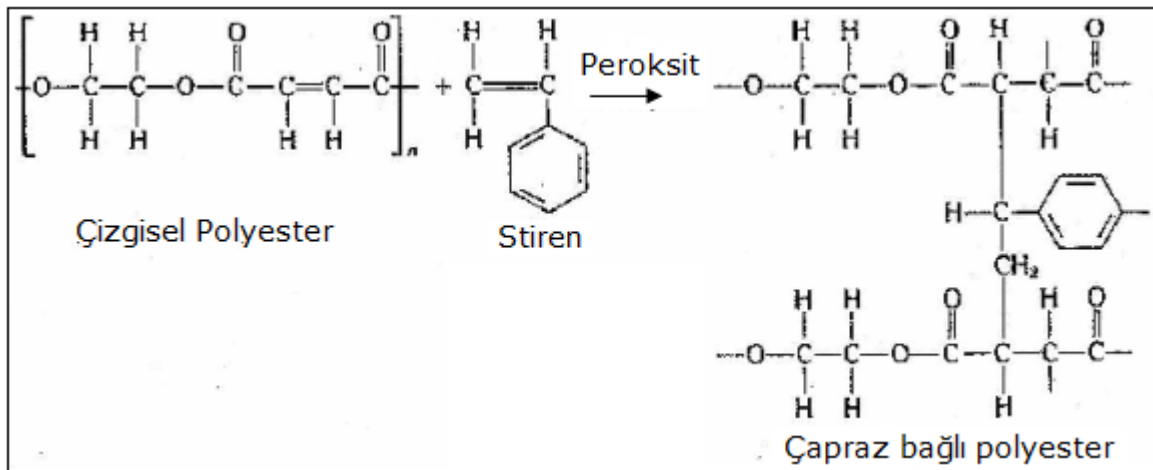
Cam elyafın erime noktası yaklaşık 840 °C'dir. Cam elyafın ana maddesi silikadır ve elyaf içinde SiO_2 şeklinde bulunur. Başlangıçta, cam liflerinin üretiminde A-camı veya açık adıyla “alkali cam” kullanılmıştır. Bunu çok az alkali içeren ve çok üstün elektriksel ve mekanik özelliklere sahip bir borosilikat camı olan “elektrik dayanımlı cam” ın, kısa adı ile E-camının kullanılmaya başlanması izlemiştir. Cam elyafı, dünyanın her yerinde kullanım amacına uygun nitelikteki alkalisi düşük E-camının, 5-20 mikron çaplarında devamlı proses ile ince lifler halinde çekilmiş türüdür. E-camı esas olarak elektrik amaçlı düşünülmesine rağmen iyi mekanik özelliklere ve ısı dirence sahip olduğu için bugün birçok sanayi dalında kullanılmaktadır [10].

Matris reçineler, polyester

Cam elyaf takviyeli plastik üretiminin yaklaşık % 75'lik bir kısmında matris malzeme olarak doymamış polyester veya diğer termoset reçinelerin kullanımı ağırlık kazanmaktadır. Poliamid ve polipropilen gibi diğer termoplastik reçineler geriye kalan % 25'lik kısmı oluşturmaktadır [11].

Polyester reçineler doymuş polyester ve doymamış polyesterler olarak iki grupta toplanmaktadır. Doymuş polyester reçineler, termoplastik özellik gösteren, enjeksiyon kalıplamada ve elyaf üretiminde kullanılan malzemelerdir. Doymamış polyesterler ise, uygun bir katalizör aracılığıyla yapı oluşturan termoset özellikli reçinelerdir. Cam elyaf takviyeli plastik malzeme üretiminde bağlayıcı olarak en çok doymamış polyesterler kullanılmaktadır. Doymamış polyester; üstün mekanik, kimyasal ve elektriksel özellikleri, kullanım amacına göre tasarım kolaylığı, boya ve benzeri katkı maddelerini kabul edişi gibi nedenlerle, olanakları geniş ve ekonomik bir malzeme özelliği taşımaktadır [11].

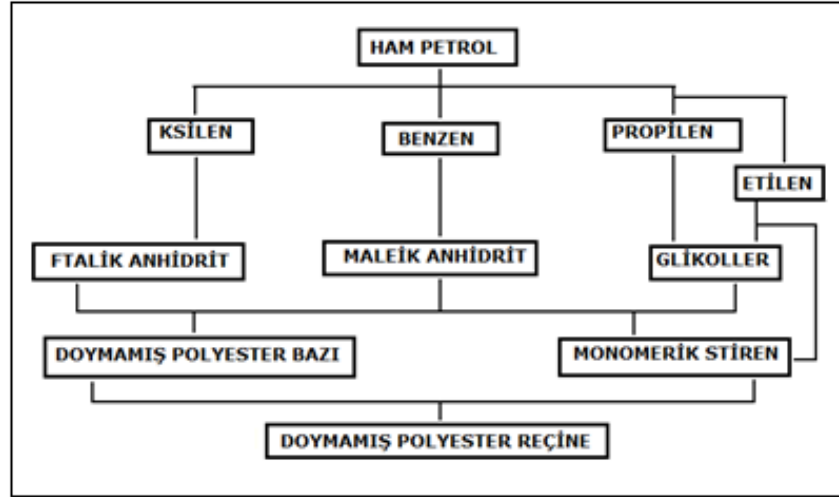
Polyesterler bir organik asitle veya anhidritle, alkollerin (glikoller) poli kondensasyon (su ayrılması) ürünlerinin stiren monomeri içindeki solüsyonlarıdır. Şekil 2.2.'de çapraz bağlı polyester eldesine ilişkin kimyasal reaksiyon gösterilmiştir [11].



Şekil 2.2. Çapraz bağlı polyester elde edilmesi [11]

Polyester üretiminde izoftalik asit, tereftalik asit, adipik asit gibi bir organik asit veya maleik anhidrit, ftalik anhidrit gibi bir anhidrit ile propilen glikol dipropilen glikol, etilen glikol, dietilen glikol, neopentil glikol gibi bir alkol kullanılır. Bütün polyester reaksiyonları bu prensiple çalışan polikondensasyon tepkimeleridir [11].

Şekil 2.3.'te tipik bir polyester reçinesini üretmek için kullanılan bileşiklerin eldesi şema halinde gösterilmiştir [11].



Şekil 2.3. Tipik bir polyester reçinesini üretmek için kullanılan bileşiklerin eldesi [11]

Polyester reçineler bünyesinde çift bağ içeriyorsa doymamış, çift bağ içermiyorsa doymuş polyester reçine olarak adlandırılmaktadır. Bünyesinde çift bağ barındırmayan polyester malzemeler termoplastiktir, eğer çift bağ içeriyorsa bunlar termoset malzemelerdir. Doymuş ve doymamış asitlerin oranı reçinenin reaktivitesini belirler. Reaksiyonlar sonucu edilen polyester oda sıcaklığında katı haldedir. Reçinenin farklı reaksiyonlarda kullanılabilmesi için bir monomer içinde çözünmesi gerekmektedir. Maleik, α -metilstiren, metametilstiren, parametilstiren, metilmetakrilat, diallifitalat ve triallilsiamat monomer gruplarına örnek olarak gösterilebilir [11].

Momomerler iki amaçla kullanılır:

- i) Reçinenin viskozitesini düşürecek şekilde çözücü fonksiyonu göstermesi,
- ii) Polyester zincirlerinin çapraz bağ ile birbirine bağlanmasının sağlanması [12].

Düşük viskozitesi, düşük fiyatı ve kolay bulunabilirliği nedeniyle en çok kullanılan monomer stirendir. Polyesterin sertleşme işleminde stiren içindeki çift bağlar polyester bünyesindeki çift bağlarla birleşerek üç boyutlu yapılar oluşturur. Bu işlem bittiğinde reçine, verilen şekli koruyan katı bir yapıya dönüşür [11].

Dolgu malzemeleri

Dolgu maddeleri, matrisin kompozisyon ve yapısından farklı olarak katı halde eklenen malzemelerdir. Genelde laminat malzemenin ağırlıkça % 40-65'ini oluşturur. Ürünler arasında en az maliyeti olan ve maliyet düşürücü olarak kullanılan malzemelerdir. Dolgu maddeleri son ürünün mekanik veya fiziksel özelliklerini kontrol etme açısından da önem taşırlar [11].

Kompozit uygulamalarında kullanılan başlıca dolgu maddeleri kalsiyum karbonat, alüminyum silikat, alüminyum trihidrat ve kalsiyum sülfattır. Bu dolgu maddeleri arasında en yaygın kullanılan malzeme kalsiyum karbonattır. Kalsiyum karbonat dolgu malzemelerinin büyük bir çoğunluğu kireçtaşı ve mermerden elde edilmektedir [11].

Jelkotlar

Jelkotlar doymamış polyester reçine bazlı ürünlerdir. Kompozit ürünlerin en üst tabakasını oluştururlar ve dolayısıyla kompozit ürünlerin görselliğinde ve dış etkilere karşı korunmasında etkilidirler. Jelkotlar kalıba uygulanmak üzere tasarlanmıştır. Şeffaf veya renklendirilmiş olarak uygulanmaktadırlar. Jelkotlar sekiz temel kimyasal bileşen grubunun bir araya gelmesi ile üretilmektedirler. Seçilen reçineye ek olarak pigmentler, hızlandırıcılar, tiksotropik ve plastifiyan maddeler, dolgu malzemeleri, inhibitörler, monomerler ve muhtelif katkı malzemeleri içerirler [11].

Sertleştiriciler- katalizörler

Sertleştiriciler polyester, jelkot ve vinilesterlerin içindeki hızlandırıcılar ile reaksiyona girmek suretiyle veya ısı ile ürünün sertleşmesini-kürlenmesini gerçekleştirmekte ve bu şekilde reçine ve monomerin (reçine içinde bulunan stiren gibi) sertleşmesi için çapraz bağ oluşumu ile sonuçlanan kimyasal reaksiyonun başlamasına neden olmaktadır. Oluşan bu çapraz bağlar tıpkı bir kelepçe gibi, sıvı reçinenin içindeki bileşenleri bir arada tutar. Bir miktar çapraz bağ oluştuğunda reçine jel formunu alır. Buna “jelleşme” denir. Reçine içinde birçok çapraz bağ oluştuğunda ise reçine katı form alır ve buna “sertleşme” denir. Yaygın olarak kullanılan sertleştiriciler; metil etil keton peroksit, tersiyer bütıl peroktoat, tersiyer bütıl perbenzoat ve benzoil peroksittir [11].

Hızlandırıcılar

Peroksitler ısıtıldığında veya bir hızlandırıcı ile birlikte kullanıldığında, reaktif hale dönüşerek, doymamış polyesterin reaksiyona girmesini (polyester moleküllerinin çapraz bağ oluşturmasını) ve sertleşmesini sağlar. Başlıca hızlandırıcılar kobalt oktoat, kobalt naftanat, dimetil anilin ve dietilen anilindir. Doymamış polyesterleri sertleştirmede kullanılan hızlandırıcılar, kobalt ve vanadyum metallerinin birleşikleri ile azotlu bileşiklerdir. Bu nedenle bu hızlandırıcılar kobalt hızlandırıcısı, vanadyum hızlandırıcısı ve amin hızlandırıcısı diye adlandırılmaktadır [13].

2.1.5. Kompozit Malzemelerin Üretim Yöntemleri

Kompozitlerin üretiminde farklı ihtiyaçları karşılamak adına birçok farklı yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin her birinin çeşitli amaçlara yönelik avantajları bulunmaktadır. Bu nedenle uygun üretim yöntemini bulmak, son ürün kalitesini etkileyen önemli parametrelerden biridir.

Tablo 2.3.'te kompozit üretim prosesleri ve bu proseslerin Türkiye, Avrupa ve Dünya'daki kullanım yüzdeleri verilmiştir.

Tablo 2.3. Kompozit üretim proseslerinin Türkiye, Avrupa ve Dünya'daki kullanım yüzdelerinin karşılaştırılması [3]

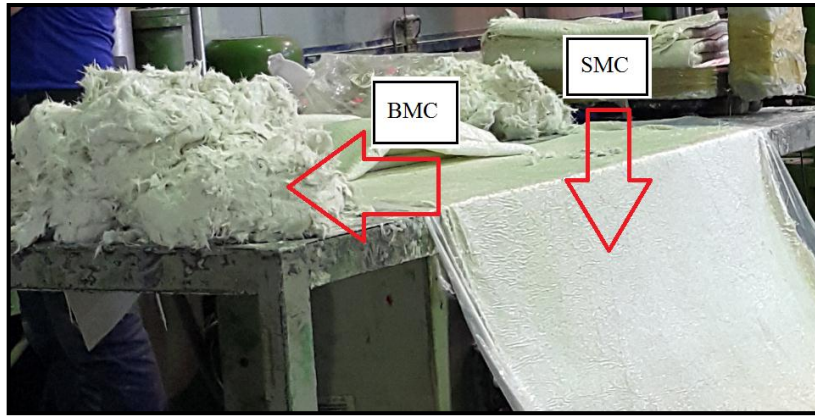
	DÜNYA (%)	AVRUPA (%)	TÜRKİYE (%)
EL YATIRMASI VE AÇIK KALIPLAMA	21	18	18
SMC / BMC	19	19	6
GMT / LFT (Takviyeli termoplastik kalıplama)	2	7,5	-
TERMOPLASTİK ENJEKSİYON	29	25	19
RTM (Reçine Transfer Kalıplama)	3	8,5	8
RIM (Reaksiyonlu Enjeksiyon Kalıplama)	1	0,5	-
PULTRUZYON	10	4	2
KONTİNU LEVHA	7	6	7
ELYAF SARMA VE SAVURMA DÖKÜM	8	11,5	40

Tablo 2.3.'e bakıldığında ülkemizin makinalı ve ileri teknoloji gerektiren ürünlerin üretiminde Avrupa ve Dünya'nın gerisinde olduğu görülmektedir. Ülkemizdeki ve civar ülkelerdeki talebin etkisi ile % 40'lara varan CTP boru üretimi ülkemiz kompozit sektörünün itici gücü sayılmaktadır. Pultruzyon, SMC-BMC ve termoplastik enjeksiyon proseslerinin önümüzdeki dönemde pazar paylarını arttırmaları beklenmektedir. RTM ise özellikle rüzgâr enerjisi, denizcilik, otomotiv ve taşımacılık ile su kaydırakları sektörlerinde gelişimini sürdürmeye devam etmektedir [3].

2.1.5.1. Basınçla kalıplama yöntemi (SMC, BMC kalıplama)

Basınçla kalıplama, bünyesinde cam elyafı, reçine, katkı ve dolgu malzemeleri içeren ve hazır kalıplama bileşimleri olarak adlandırılan kompozit malzemelerin (SMC, BMC) sıcak pres kalıplarla ürüne dönüştürülmesi işlemidir. Bu yöntemin karmaşık şekillerin üretilmesi, metal parçaların bünye içine gömülebilmesi, farklı cidar kalınlıkları elde edilebilmesi gibi avantajları bulunmaktadır. Ayrıca bu yöntemle ürünün iki yüzü de kalıp ile şekillenmekte ve diğer kompozit malzeme üretim tekniklerinin olanak vermediği delik gibi karmaşık şekiller de elde edilebilmektedir. Bu yöntemde ıskarta oranı da oldukça düşük olmaktadır [12].

Şekil 2.4.'te SMC ve BMC hazır kalıplama bileşimleri gösterilmiştir.



Şekil 2.4. BMC hamuru ve SMC pestili

Kalıplama bileşimlerinin buzdolabında saklanmalarının gerekmesi, kalıpların metal olmasından dolayı diğer kalıplardan daha maliyetli olması ve büyük parçaların üretimi için büyük ve pahalı preslere ihtiyaç olması bu yöntemin dezavantajları arasında sayılabilir. Hazır kalıplama yönteminde kullanılan bileşimler içeriklerine göre çeşitlilik göstermekle beraber en çok iki tür hazır kalıplama bileşimi kullanılmaktadır [12].

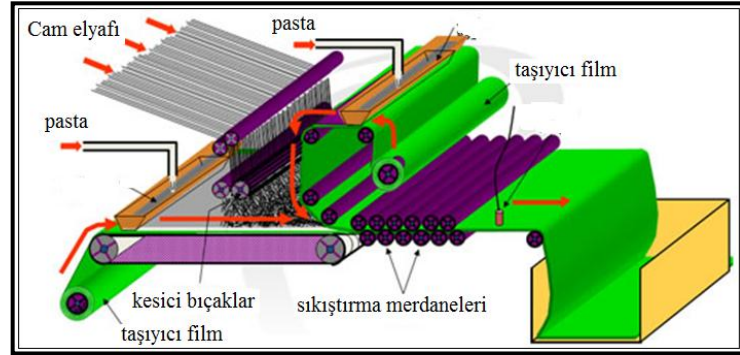
SMC hazır kalıplama bileşimi ile üretim

Prosesin Genel Tanımı: SMC takviye malzemeleri, reçine, dolgu malzemeleri, kimyasal kalınlaştırıcılar, katalizörler, kalıp ayırıcılar ve raf ömrünün uzamasını sağlayan diğer katkıların birleştirildiği, tamamen bütünleştirilmiş, kolaylıkla pestil haline getirilebilen bir hazır kalıplama bileşimidir. SMC bileşimi pigmentleri ve çekmeyi kontrol eden girdileri de içerebilmektedir. Kavramsal olarak SMC bileşimi, levha halindeki çeliğin kompozit olarak karşılığıdır. Bir başka deyişle SMC, karmaşık şekilli olarak kalıplanmadan önce bir süre bekletilebilmektedir. SMC ve çelik arasındaki en önemli fark, SMC'nin şekillendirilmesinde tek kalıp yeterli olmaktadır, çelikler için takım halinde, bir dizi metal kalıp gerekmesidir. SMC bileşimi üstün performans özellikleri nedeniyle, yüksek hacimli üretimlerde kullanılabilir. Otomotiv, elektrik/elektronik ve ev aletleri sektörlerindeki uygulamalarda ağırlıklı olarak tercih edilmektedirler [12].

SMC hazır kalıplama bileşiminin üretimi: Cam elyaf takviyesi dışında sıvı ve toz halindeki tüm SMC girdileri, devamlı veya kesikli olarak, mikserlerde karıştırılmaktadır. SMC formülünde yer alan bileşikler; cam elyafı, reçine (genellikle doymamış polyester), kalsiyum karbonat (dolgu), çinko stearat (kalıp ayırıcı), tersiyer bütıl perbenzoat (sertleştirici), pigment pasta ve kalınlaştırıcı şeklinde sıralanabilir [12].

SMC formülasyonundaki kimyasal katkıları reçineyi kıvamlı hale getirmektedir. Bu da reçinenin düşük vizkosite değerlerinden çok yüksek vizkosite değerlerine çıkmasını sağlamaktadır. Elde edilen bileşim genellikle 40.000-100.000 centipoise viskozitede, kıvamlı bir sıvı veya diğer bir deyişle, bir macundur. Bu macun halindeki malzeme, üzerine kırılan belirli miktardaki cam elyafı ile birlikte, üstten ve alttan gelen, genellikle naylon ve polietilen plastik malzemeden yapılmış taşıyıcı filmler tarafından kapatılarak, sandviç yapıda bir bileşim haline gelmektedir. Sandviç yapıdaki bu görünüm, konveyör band üzerinde ilerleyerek, sıkıştırma ruloları arasından geçirilip pestil haline getirilmektedir. Daha sonra pestil halindeki hazır kalıplama bileşimi, uygun uzunluklarda rulo haline getirilip, reçinenin uçuculuğunu önlemek üzere naylon ambalajda paketlenerek, sıcaklık kontrollü bir ortamda depolanmaktadır. Malzeme, uygun kalıplama vizkositesine ulaşılan kadar depoda olgunlaştırılmaya bırakılmaktadır [12].

Şekil 2.5.'te SMC pestili üretimi gösterilmiştir.



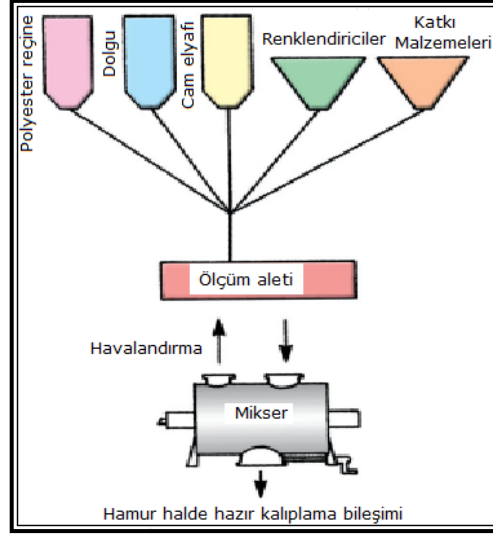
Şekil 2.5. SMC pestili üretim şeması [12]

SMC pestilinin kalıplanması: SMC hazır kalıplama bileşimi, basınçlı preslere monte edilen ısıtılmış metal kalıplar içinde kalıplanmaktadır. Kalıp sıcaklık aralığı 120-170 °C olmaktadır. Kalıp basıncı ise 140-170 bar arasında değişmektedir. Kalıplama süresi normal koşullarda parçanın kalınlığı, kalıp sıcaklığı ve kullanılan katalizör miktarına bağlı olarak 1-4 dakika arasında olmaktadır. Sertleşmeden sonra kalıplanmış parçalar kalıptan çıkartılmaktadır. İkincil işlemler son ürün beklentilerine ve parçanın karmaşıklığına bağlı olarak tercih edilmektedir. Kalıplanmış parçalar delme, bağlama, vidalama gibi ikincil işlemlerden geçirilebilmektedir [12].

BMC hazır kalıplama bileşimi ile üretim

Polyester hazır kalıplama kompozit malzemelerinden biri de BMC hamurudur. Hamur şeklindeki kalıplama bileşiği; reçine, katalizör veya katalizörler, toz halindeki dolgu malzemeleri, kırılmış fitil, pigment, kalıp ayırıcı ve diğer performans artırıcı malzemelerin harmanlanması ile oluşmaktadır [12].

Şekil 2.6'da BMC hazır kalıplama bileşiminin üretimi gösterilmiştir.



Şekil 2.6. BMC hazır kalıplama bileşimi üretimi [12]

BMC malzeme yüksek ısı dayanımı, boyutsal stabilite, elektriksel özellikler mukavemet ve rijitlik özellikleri ile tanımlanabilmektedir. BMC, ayrıca yüksek sıcaklıklarda renk değişimi meydana gelmeyecek, korozyona, yanmaya ve UV (ultraviyole) etkisine dayanıklılık gösterecek şekilde formüle edilebilmektedir. Malzemeler; enjeksiyon, basınç veya transfer kalıplama ile kalıplanabilmektedir. BMC malzemelerdeki en önemli nokta, CTP uygulaması ile ilgili en uygun maliyetle en iyi performansı sağlayabilecek özellikte ürünler üretilebilmesidir. BMC ürünleri, metal dökümler ve mühendislik termoplastikleri ile rekabet halindedir. Bu malzemeler büyük ve küçük boyutlu ev aleti parçaları, otomobil aksesuarları, elektrik panoları, şehir mobilyaları gibi ürünlerin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır [12].

2.1.5.2. SMC / BMC yarı mamulleri kullanılarak sıcak pres kalıplama yöntemi ile üretim yapan işletmelerde genel iş akışı

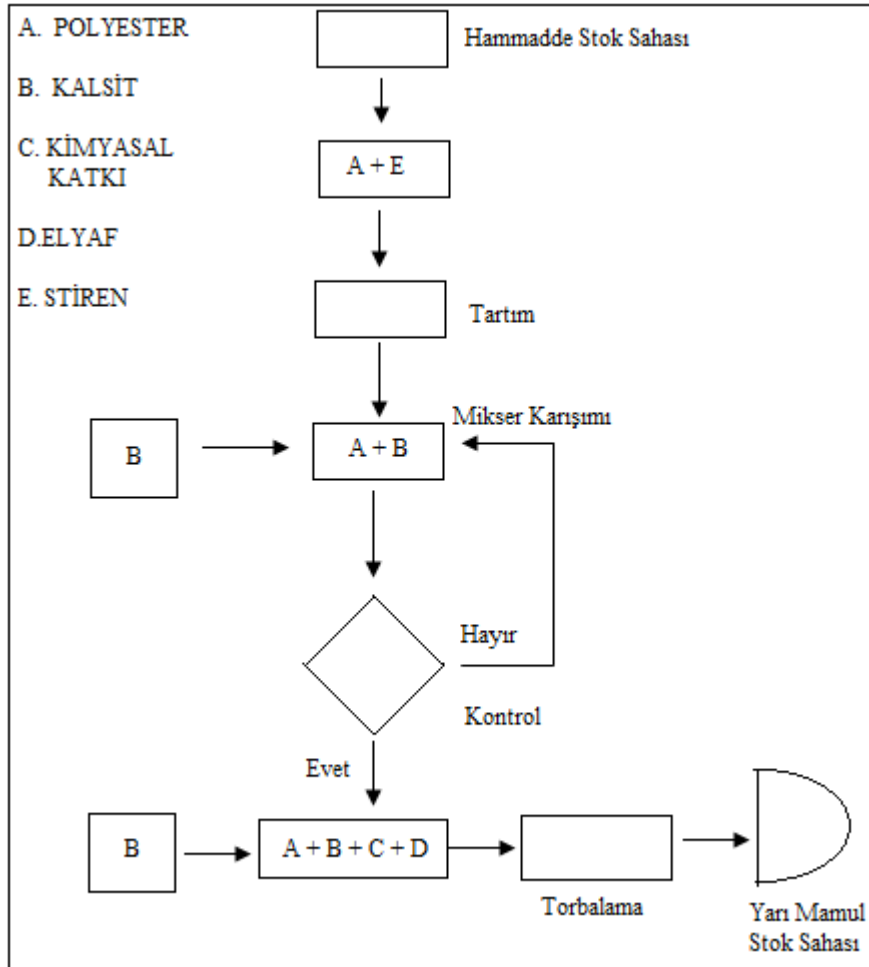
Tez çalışmalarının yürütüldüğü SMC / BMC yarı mamulleri kullanılarak sıcak pres kalıp yöntemi ile üretim yapan işletmelerin genel iş akışı aşağıda anlatılmıştır:

Ürün yapımında kullanılacak olan kimyasallar hammadde deposuna gelmekte ve burada giriş kalite kontrolüne tabi tutulup kimyasalın uygunluğuna bakılarak üretim için onay verilmektedir. SMC ve BMC reçetelerine göre kimyasallar tartılarak, mikserde karıştırılmakta, karıştırma işlemi bittikten sonra kalite kontrol laboratuvarında viskozite kontrolü (ara kontrol) yapılmaktadır. Viskozite uygun ise hazırlanan pasta hamur üretimi için

büyük mikserlere aktarılıp burada hamura kalsit eklenerek karıştırma işi tamamlanmaktadır. BMC yarı mamulu üretilcek ise elyaf dışındaki malzemeleri içeren hamur kazanlarla birlikte transpalet yardımıyla içerisinde çarkları olan BMC makinesine aktarılmaktadır. Burada hamura kırık elyaf katılarak bir süre karıştırıldıktan sonra hazırlanan BMC yarı mamulu saklama kazanlarına alınıp dinlendirilmektedir.

SMC yarı mamulu üretmek için ise mikserde oluşturulan karışım SMC makinesine dökülmektedir. Burada iki naylon arasına SMC elyafı ilavesi yapılarak sıkıştırma rulolarından geçirilen malzeme, SMC yarı mamulunu oluşturmaktadır. Ürün naylonlarla paketlenip daha sonra depolama alanı olarak kullanılan, sıcaklığın sabit olduğu olgunlaşma odasına alınmaktadır.

Şekil 2.7.'de SMC / BMC yarı mamullerinin üretiminde izlenen iş akışı gösterilmiştir.

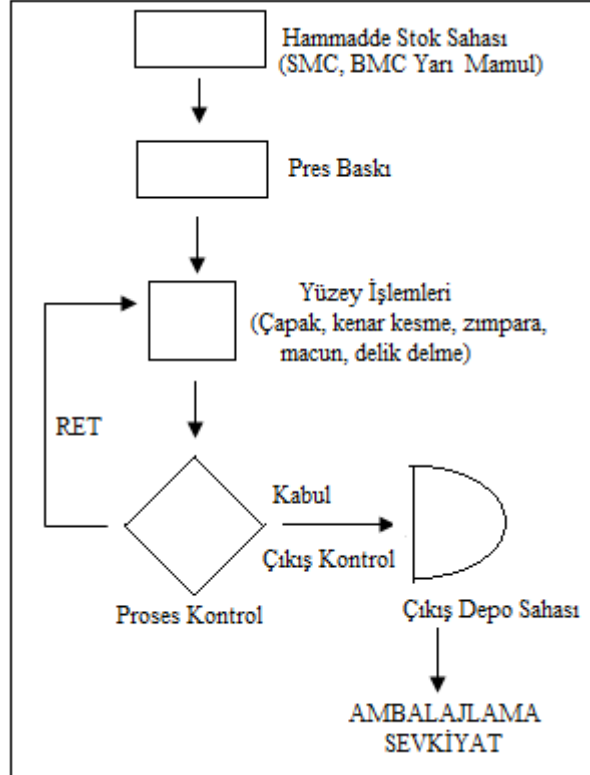


Şekil 2.7. SMC / BMC yarı mamulü üretimi için iş akış şeması

Üretilen BMC ve SMC yarı mamulleri talep halinde müşteri satışına sunulmaktadır. Üretimde kullanılacak malzeme ise transpaletlerle preshaneye taşınmaktadır. Preslerin önüne gelen SMC ve BMC yarı mamulleri pres operatörleri tarafından istenilen miktarda tartılarak kalıplara doldurulup uygun tonajdaki hidrolik preslerde istenilen basınç, sıcaklık ve zaman parametresine göre preslenmektedir. Pres işlemi yaklaşık 140-170 °C’de gerçekleştirilmektedir. Pres sonrası kaba çapak alma işlemleri tamamlanan ürün transpaletlerle montaj bölümüne taşınmaktadır.

Montaja taşınan ürün burada delik delme, lastik takma, kilit takma, gövde kapak birleştirme ve yüzey silme gibi işlemlerden geçirilmekte ve elde edilen nihai ürün etiketlenme işlemlerinden sonra muayeneden geçirilip paketlenerek depoda satışa hazır halde istiflenmektedir.

Şekil 2.8.’de SMC / BMC yarı mamulu kullanılarak nihai ürün üretimi ile ilgili iş akış şeması verilmiştir.



Şekil 2.8. SMC / BMC yarı mamulünden nihai ürün üretimi için iş akış şeması

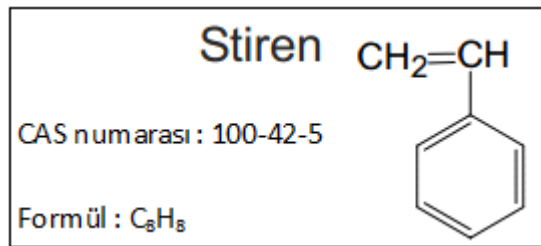
2.2. STİREN

Organik bir çözücü olan stiren, kompozit üretiminde kullanılan en önemli plastiklerden ve sentetik kauçuklardandır. Stiren genellikle polistiren ve eser miktarda stiren monomeri içeren kopolimerlerin üretiminde kullanılmaktadır. Stiren ortam havasında ve tütün dumanında düşük konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Daha yüksek maruziyet stiren monomer, stiren-butadien plastikler veya polistiren üretimi yapan endüstriyel tesislerde meydana gelmektedir. En yüksek maruziyet ise takviyeli plastik endüstrisinde meydana gelmektedir. Polistiren ve stirenin polimerize olmuş formları yemek kapları, tekne inşası, tamirat ve yapı malzemeleri, otomobil parçaları, halı ve döşemelerde kullanılmaktadır. Stiren endüstriyel kaynaklar ve otomobil egzozlarından çevreye direkt olarak salınırken, polistiren içeren ürünler ve uygulamalar stiren salınımı yapan indirekt kaynakları oluşturmaktadır [14].

2.2.1. Stirenin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Stiren 25 °C’de sıvı halde bulunan, renksiz, kendine has tatlı bir aromatik kokusu olan, patlama limitleri havadaki hacim yüzdesi olarak % 0,9- 6,8 oranları arasında değişen bir kimyasaldır. Stiren çok uçucu bir kimyasal değildir. Özellikle yüksek ısılarda oluşan buharı havadan çok daha ağırdır [15].

Şekil 2.9’da stirenin kimyasal yapısı ve formülü gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Stirenin kimyasal yapısı [14]

Tablo 2.4.’te stirenin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile kullanımı için söz konusu olan riskler ve güvenlik önlemleri verilmiştir.

Tablo 2.4. Stiren’in fiziksel ve kimyasal özellikleri ile kullanımı için söz konusu olan riskler ve güvenlik önlemleri [15, 16]

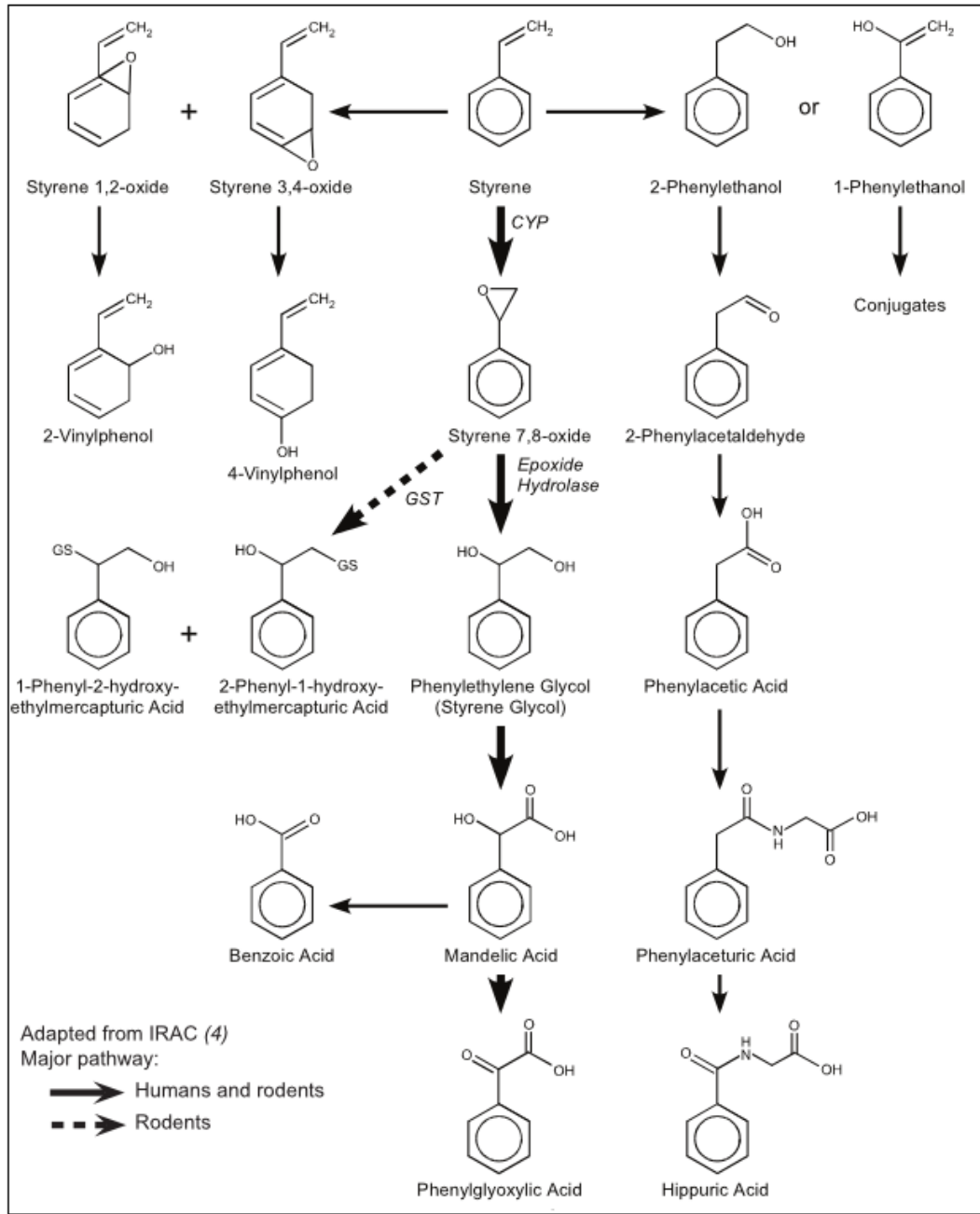
PARAMETRELER	AÇIKLAMALAR
Kaynama noktası	145 °C
Erime noktası	- 31 °C
Yoğunluk	0,9060 kg/l
Çözünürlük	Suda çözünmez; aseton, dietil eter ve etanolde çözünür. Benzen ve petrol eterinde yüksek çözünürlüğe sahiptir.
Reaktivite	Oksijen varlığında oda sıcaklığında kolaylıkla polimerize olur. Hava ve ışığa maruziyetlerde yükseltgenir.
Patlama	31 °C’nin üzerinde hava ile patlayıcı karışım oluşturabilir.
Riskler	Alevlenebilir / Solunması sağlığa zararlıdır / Gözleri ve cildi tahriş edicidir.
Güvenlik önlemleri	Kimyasal, “gaz/ buhar/ duman/ sprey vb. formlarda solunmamalıdır.

2.2.2. Stirenin Vücuda Girişi ve Etkisi

Stiren temas ettiği tüm dokular için iritan olan bir kimyasaldır [17]. Solunması ve ciltle temasında hızlı bir şekilde absorbe edilerek toksik etkilerde bulunabilmektedir [17-19]. Literatürde stirenin sindirim sistemine ulaşması ile ilgili insanlar için herhangi bir vaka bildirilmemiştir fakat solunmasında oluşan sistematik toksisiteyi sindirim kanalında da göstereceği tahmin edilmektedir [17, 18].

Stiren zehirlenmesinin başlıca belirtileri merkezi sinir sistemindeki nörotoksik etkilerdir. Stiren deri, gözler ve solunum yolunda maruziyet konsantrasyonuna bağlı olmaksızın irritasyona neden olabilmektedir. Vücuda giren stiren organizmada hızla dağılmaktadır. Stiren, karaciğerde başlıca mandelik asit (~ % 85) ile fenil glioksilik asite (~ % 10) ve daha düşük miktarda olmak üzere hippürik asite (~ % 5) metabolize olmaktadır ve bu metabolitler idrarla vücuttan atılır [20].

Şekil 2.10.’da stirenin insan vücudunda metabolize olma aşamaları gösterilmiştir.



Şekil 2.10. Stirenin insan vücudunda metabolize olmasına ait aşamalar [14]

Stirene solunum yolu ile akut maruziyet burun ve boğazda irritasyon, artan geniz akıntısı, hırıltılı soluma ve öksürükle sonuçlanmaktadır. Daha ciddi maruziyet, “stiren hastalığı” olarak ifade edilen etkilere neden olan santral sinir sistemi depresyonuyla sonuçlanmaktadır. Baş ağrısı, mide bulantısı, kusma, güçsüzlük, baş dönmesi, yorgunluk ve kas koordinasyon bozukluğu bu etkilerin başında gelmektedir. Stirenin solunması bazı durumlarda akciğer ödemi, kalp ritim bozukluğu, hafıza kaybı ve komaya neden olan ilerleyici bilinç kaybına yol açmaktadır [17-21].

Cildin stiren buharına maruziyeti veya sıvı formdaki stirenin sıçramak suretiyle ciltle teması, cilt tahrişi, yanma ve akut dermatite neden olabilmektedir. Tek seferde uzun süreli olarak stirene maruz kalma sonucunda stirenin ciltten emilimi söz konusu olsa da emilim yapılan miktarın önemli derecede toksisite oluşturabilecek büyüklükte olmayacağı düşünülmektedir [17]. Stiren buharına veya sıvı stiren sıçramalarına oküler maruziyet, maruziyetin ciddiyetiyle alakalı olmakla birlikte konjonktival tahrişle sonuçlanmaktadır [17, 20]. Göze stiren sıçraması göz kanlanmasına ve kornea epitelinin zarar görmesine neden olmaktadır [17].

Uzun süreli stiren maruziyeti koordinasyon ve konsantrasyon kaybı, kısa süreli bellekte bozulma, karaciğer fonksiyonlarının bozulması ve anormal elektrokardiyogram dalgaları gibi santral sinir sistemi depresyonuna ait semptomlara neden olmaktadır [17, 18]. Uzun süreli stiren maruziyetini takiben duyma, denge, renk görüşü ve psikomotor performansta az miktarda olmakla birlikte değişimler olduğu gözlenmiştir [18, 20]. Likit veya buhar halinde uzun süreli ve tekrar eden şekilde stirene maruz kalmak kalıcı kaşıntıya ve eritematöz papüler dermatit başlangıcına neden olabilmektedir [17, 20].

Stirenin üreme ve gelişimle ilgili herhangi bir yan etkisi olup olmadığı konusunda kobaylarla yapılan çalışmalardan edinilen bilgiler oldukça kısıtlıdır [18, 19]. Bununla birlikte insanlarla ilgili yapılan araştırmalarda maternal toksisiteye neden olacak ölçüde stiren maruziyeti yaşanmadığı sürece stirenin üreme ve gelişimle ilgili önemli bir etkisi olduğu belirlenememiştir [19, 22].

Stirenin kanserojen olup olmadığı ile ilgili kobaylar üzerinde yapılan deneylerden elde edilen bilgiler oldukça kısıtlıdır [15]. Stiren maruziyeti yaşayan çalışanlar üzerinde yapılan araştırmalarda, lenfatik ve hematopoetik kanserlerde artış olduğu tespit edilmekle birlikte bu vakalarda stiren maruziyeti ile ilgili veriler oldukça kısıtlıdır. Bazı araştırmalarda ise bu tip kanserlerle stiren maruziyeti arasında bir bağlantı kurulamamıştır [15, 17-19]. Stiren Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) tarafından insanlar için muhtemel kanserojen olarak (grup 2B) değerlendirilmiştir [15].

2.2.3. Stirenin Ototoksik Etkisi ve Gürültüyle Sinerjik Etkileşimi

Ototoksisite iç kulaktaki işitme ve denge merkezinin ilaç veya kimyasal madde tarafından hasarlanmasıdır. İç kulağın çeşitli kimyasal maddelere karşı duyarlılığı yüzyıllardan beri bilinmektedir ve günümüzde de ototoksisite, işitme kaybı ve denge bozukluğuna yol açan önemli bir nedendir [23].

Gürültüye bağlı işitme kayıplarında odiyogramdaki çentikleşme 3-6 kHz arasındadır. Zamanla çentikleşmede artış olur, ancak eşik yükselmesi nadiren 60-70 dB(A) seviyesini aşar. Bu değerin 60-70 dB(A) seviyesini aşması durumunda, gürültü dışında başka bir neden olduğu göz önünde bulundurulmalıdır [24].

Bazı çalışmalarda da iş ortamında gürültü maruziyetiyle birlikte olmaksızın, organik çözücü karışımlarına maruz kalmanın, çalışanlarda S/N tip işitme kayıplarına neden olabildiği görülmüştür. Genellikle ototoksik etkinin başlama ölçütü olarak, bir frekansta 20 dB(A), bir veya birkaç frekansta 15 dB(A)'lık kayıp yeterli kabul edilmektedir [23].

Dreschler ve ark. [25] 1989 yılında yaptıkları çalışmayla bir frekansta 15 dB(A) ve daha fazla, iki frekansta 15 dB(A), dört veya daha fazla frekansta 10 dB(A)'lık eşik yükselmesini hem konvansiyonel odiyometri hem de yüksek frekans odiyometrisinde ototoksisite ölçütü olarak belirlemişlerdir.

Çalışma ortamlarındaki korunma düzeyi 85 dB(A)'den başlar. Ancak gürültüden etkilenme düzeyi, kimyasal maruziyetin olduğu ortamlarda 85 dB(A)'den daha düşük seviyelerde olabilmektedir. Farelerle yapılan birçok deneyde gürültünün stirenle sinerjik olarak etkileşime girerek işitme sisteminde kalıcı ve ilerleyen hasarlara yol açtığı tespit edilmiştir [26].

Lataye ve ark. [27] 1999 yılında gürültü ve stiren gibi bir organik solvante aynı anda maruziyetin işitme üzerine etkisini ortaya çıkarmak için kobaylar üzerinde deneyler yapmışlardır. Çalışma sonucunda hem stiren hem de gürültü maruziyetinin koklear hasara neden olarak kalıcı işitme kayıplarına neden olduğu görülmüştür. Fakat koklear hasarın meydana geldiği mekanizma stiren için dış işitme kollarının zarar görmesiyle işlerken, gürültü için esasen iç kulak duyu epitelindeki reseptörlerin zarar görmesiyle alakalıdır. 8-16 kHz frekans aralığında yapılan işitme testlerinde, gürültü ve stirene beraber maruz kalan

kobaylarda yaşanan işitme kılı kaybı sonucu duyma eşiği yükselmesinin, bu iki etkene ayrı ayrı maruz kalma sonucu oluşan kayıpların toplamından daha fazla olduğu görülmüştür.

2.2.4. Mesleki Stiren Maruziyeti ve Etkileri

Mesleki stiren maruziyeti büyük ölçüde kimyasal buharının solunması şeklinde gerçekleşmektedir [17-19]. Stiren maruziyetinin çalışanlarda meydana getirdiği sağlık etkileri üzerine şimdiye kadar birçok araştırma yapılmıştır [28-32]. Endüstriyel tesisler, stirenin sağlık etkilerini araştırmak için elverişli ortamlardır. Stiren maruziyetinin en yoğun yaşandığı sektör olan takviyeli plastik endüstrisi bu çalışmalar için önemli bir saha oluşturmaktadır.

CTP üretiminde kullanılan doymamış polyester reçineler konsantrasyon olarak % 33-50 stiren içermektedir [33]. Bu nedenle doymamış polyester reçine ile CTP üretiminde, özellikle polyester hamur karışımının hazırlandığı süreçte yoğunluklu olmak üzere, değişen çalışma şartlarına bağlı olarak üretimin tüm aşamalarında stiren maruziyeti yaşanmaktadır.

Flodin ve ark. [34] tarafından 1989 yılında takviyeli polyester bot yapımında çalışan ve sekiz saat için ortalama 50 mg/m^3 stiren maruziyeti yaşayan kişiler üzerinde yapılan araştırmada, bu maruziyetin tersinir sinir hastalığı semptomlarına neden olduğu görülmüştür.

Härkönen ve ark. [35] tarafından mesleki olarak stiren maruziyeti yaşayan çalışanlar üzerinde yapılan araştırmalarda stiren maruziyetinin psikomotor performansta düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir.

Morata ve ark. [36] tarafından 1993 yılında yapılan bir çalışmada esas olarak toluen, ksilen, benzen, metil etil keton, etanol ve stiren içeren organik solvent karışımına maruz kalan çalışanlarda, beş kat daha fazla işitme bozukluğu olduğu saptanmıştır.

Barale [37] tarafından yapılan bir araştırmada yüksek konsantrasyonda stiren maruziyeti yaşayan çalışanlarda sitogenetik etkiler görülmüştür.

2.3. TOZ KAVRAMI VE TOZUN SAĞLIK ÜZERİNDE ETKİLERİ

Havada asılı durumda bulunan katı partiküllere toz denilmektedir. Toz partiküllerinin büyüklüğü çok farklı olmaktadır. 500 mikrondan büyük olan partiküller havada asılı durumda kalmaz, ağırlıkları nedeniyle çökerler. İnsan sağlığı bakımından daha önemli olan boyutlar ise 0,5–100 mikron arasındaki büyüklüklerdir. Daha büyük olan partiküller solunum yollarına giremezler [38].

Biyolojik etkileri ve kimyasal yapıları bakımından tozlar

İnsan sağlığı bakımından tozun büyüklüğü, kimyasal bileşimi, yüzey şekilleri, çökme hızı gibi özelliklerinin yanı sıra en önemli özelliği tozun insan vücudunda gösterdiği biyolojik etkilerdir. Biyolojik etkileri bakımından toz çeşitleri şunlardır:

İnert tozlar

İnert olup vücutta herhangi bir reaksiyona girmeden lenfatiklerle vücut dışına taşınan tozlardır. Baryum tozu inert tozlara örnek verilebilir [38].

Toksik tozlar

Vücuda girdiğinde vücutta çeşitli organlara geçip bulundukları yerlerde kimyasal etkileşime girerek zehirlenmeye yol açan tozlardır. Kurşun, krom, nikel, kadmiyum gibi metallerin tozları bu gruba örnek verilebilir [38].

Alerjik tozlar

Solunum yollarında spazma (kasılma) yol açarak astım ve benzeri hastalıklara, deri ile temas ettiğinde ise alerjik reaksiyonlara neden olan tozlardır. Pamuk tozu, keten, kenevir tozu, şeker kamışı tozu ve kuşların tüylerinden gelen tozlar gibi organik tozlar ile cam yünü (cam elyafı), kireç tozu gibi inorganik tozlar da bu grupta yer alan tozlardır [38].

Fibrojenik tozlar

İnsan sağlığı bakımından en önemli olan grup fibrojenik tozlardır. Bu tozlar akciğerlere ulaştığında orada depolanır ve fibrotik reaksiyona yol açar. Bu fibrotik reaksiyon akciğer dokusunun bozulmasına sebep olur ve akciğerler solunum fonksiyonunu yeterli derecede yapamaz. Sonuç olarak çalışanlarda öksürük, nefes darlığı gibi belirtiler gözlenir. Bu tozlar silikoz ve asbestoz gibi pnömokonyozlara neden olabilmektedir [38].

Kanserojen tozlar

Bu tür tozlar özellikle akciğerlerde ve solunum sisteminin diğer bölümlerinde kansere neden olur. Asbest, krom, nikel, kadmiyum gibi bazı metal tozları ile arsenik tozlarının da çeşitli kanserlerin gelişmesinde etkili olduğu bilinmektedir [38].

Kimyasal yapılarına göre tozlar iki temel gruba ayrılır:

İnorganik Yapıda Olan Tozlar

İnorganik tozlar akciğerlerde depolanma eğilimindedir. Fibrojenik özellik taşıyan tozlar akciğerde fibrozis yaparak kronik akciğer hastalığına neden olur. Bu grupta demir, kömür, kum, asbest, çimento gibi tozlar vardır [38].

Organik Tozlar

Organik tozlar ise akciğerlerde depolanmaz, doğrudan fibrojenik etki de göstermez, ancak bir tür alerjik mekanizma aracılığı ile solunum yollarında spazma neden olur. Bu grupta ise pamuk tozu, şeker kamışı tozu, mantar sporu, kümes hayvanı tüyü gibi organik yapıda olan tozlar bulunmaktadır [38].

Solunum yoluyla alınan tozun partikül büyüklüğü akciğer hastalıklarının meydana gelmesi açısından önemlidir. Tozun akciğerlerde hastalığa neden olması için alveollere ulaşması gerekir. Alveollere ulaşabilen tozlar ise 10 μm 'nin altındaki tozlardır. Bu tozlara **solunabilir (respirable) toz** adı verilir. 8-10 μm büyüklüğündeki solunabilir tozlar daha çok bronşiyoller düzeyinde epitel hücreleri tarafından tutularak mukus içinde yukarıya doğru iletilir. Partikül büyüklüğü 5 mikron ve daha küçük olan tozlar ise bronşiyol düzeyini de geçerek alveollere ulaşır. Akciğerlerde hastalık meydana gelmesi bakımından büyüklüğü 0,5 ile 5 μm arasında olan tozlar en büyük tehlikeyi oluşturur. 0,5 μm 'den daha küçük tozlar alveol içinde havada asılı olarak durur ve solunumla veya lenfatikler ile alveolden dışarı atılırlar [38].

CTP endüstrisinde meydana gelen toz maruziyeti büyük ölçüde zımparalama, delme, çapak alma gibi son yüzey işlemlerinin gerçekleştirilmesinden ve üretilen polyester hamur içeriğinde bol miktarda yer alan kalsit gibi dolgu maddelerinin tozumasından kaynaklanmaktadır. CTP üretiminde takviye olarak kullanılan cam elyafı ve cam elyafı içeren SMC/BMC yarı mamulleri ise yoğun tozumaya neden olmasa da mekanik olarak ciltte ve solunum yolunda tahribata neden olabilmektedir.

2.4. GÜRÜLTÜ KAVRAMI VE GÜRÜLTÜNÜN SAĞLIK ÜZERİNDE ETKİLERİ

Gürültü genellikle istenmeyen ses veya ses kirliliği olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım, Uluslararası Çalışma Örgütü'nün (ILO) 63. konferansında imzalanan sözleşmenin üçüncü maddesinde “Gürültü terimi, bir işitme kaybına yol açan veya sağlığa zararlı olan veya başka tehlikeleri ortaya çıkaran bütün sesleri kapsar.” şeklinde yapılmıştır

Gürültünün insan üzerinde fiziksel, fizyolojik ve psikolojik etkileri bulunmakta ve tüm bu etkiler kişilerin çalışma performansında da olumsuz değişimlere yol açmaktadır. Maruz kalma süresi ve şiddetine bağlı olmak üzere gürültü insanlarda geçici veya sürekli duyma bozuklukları, kan basıncının artması, solunumda hızlanma, kalp atışlarında değişme, aşırı sinirlilik, stres, konsantrasyon bozukluğu ve hareketlerin yavaşlaması gibi olumsuz etkiler meydana getirebilmektedir [39].

CTP üretim sektöründe kullanılan hidrolik presler, havalı / elektrikli el aletleri, mikser ve SMC / BMC makineleri tüm bölümlerde yüksek gürültü maruziyetleri yaşanmasına yol açmaktadır. Bu nedenle bu sektörde üretim yapan işletmelerde gürültü maruziyetinin değerlendirilmesi büyük önem arz etmektedir.

2.5. KOMPOZİT SEKTÖRÜ İLE İLGİLİ İSTATİSTİKİ VERİLER

NACE, Avrupa Birliği'nde 1970'ten bu yana geliştirilen çeşitli istatistikler için ekonomik faaliyet sınıflamalarını göstermektedir. NACE, “Avrupa Topluluğunda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistikî Sınıflaması” anlamına gelmekte olup fransızca tanımının baş harflerinden oluşmaktadır. İstatistikî iş kayıtlarında bulunan her bir birime, ana ekonomik faaliyetine göre bir NACE kodu atanır [40].

Kompozit sektörüne ait özel bir NACE kodu olmamakla birlikte bu sektördeki işletmeler genellikle NACE Rev.2'de yer alan 22.21.04 koduna ait “ Plastikten yarı mamul halde profil, çubuk, tabaka, levha vb. ürünlerin imalatı” iş kolunda sınıflandırılmaktadır. Bu NACE kodu altındaki işletmeler ise “iş yeri tehlike sınıfları” listesinde “Tehlikeli” işyeri olarak yer almaktadır [41].

Tablo 2.5’te “Plastik imalat sektörüne (NACE Rev.2) ait yıllık sanayi ve hizmet istatistikleri gösterilmiştir.

Tablo 2.5. Plastik imalat sektörüne (NACE Rev.2) ait yıllık sanayi ve hizmet istatistikleri (Türk İstatistik Kurumu) [42]

	2012	2013
Girişim sayısı	1796	1607
Çalışan sayısı	33.888	34.167

Tablo 2.6’da 22.21 NACE koduna ait iş kazası ve meslek hastalıkları istatistikleri ile ilgili veriler gösterilmiştir.

Tablo 2.6. 22.21 NACE koduna ait iş kazası ve meslek hastalıkları istatistikleri (Sosyal Güvenlik Kurumu)[43]

	2013	2014
İş kazası	1492	1701
Meslek hastalığı	0	1
İş kazası sonucu ölen sigortalı sayısı	5	3
Meslek hastalığı sonucu ölen sigortalı sayısı	0	0

2.6. YASAL DÜZENLEMELER

2.6.1. Kompozit Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği ile İlgili Yasal Düzenlemeler

Ülkemizde kompozit sektöründe üretim yapan işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği ile ilişkili mevcut yasal düzenlemeler aşağıda sıralanmıştır:

- ✓ 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (Resmi Gazete Tarihi: 30.06.2012 / Sayısı: 28339).
- ✓ Kanserojen ve Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik (Resmi Gazete Tarihi: 06.08.2013 / Sayısı: 28730).
- ✓ Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik (Resmi Gazete Tarihi: 12.08.2013 / Sayısı: 28733).

- ✓ Tozla Mücadele Yönetmeliği (Resmi Gazete Tarihi: 05.11.2013 / Sayısı: 28812).
- ✓ Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik (Resmi Gazete, 02.07.2013 / Sayısı: 28695).
- ✓ İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği (Resmi Gazete Tarihi: 29.12.2012 / Sayısı:28512).
- ✓ Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik (Resmi Gazete Tarihi: 30.04.2013 / Sayısı: 28633).
- ✓ Tehlikeli Maddelerin ve Müstahzarların Sınıflandırılması, Ambalajlanması ve Etiketlenmesi Hakkında Yönetmelik (Resmi Gazete Tarihi: 26.12.2008 / Sayısı: 27092).
- ✓ Tehlikeli ve Çok Tehlikeli Sınıfta Yer Alan İşlerde Çalıştırılacakların Mesleki Eğitimlerine Dair Yönetmelik (Resmi Gazete Tarihi:13.07.2013 / Sayısı: 28706).
- ✓ Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (Resmi Gazete Tarihi:19.12.2007 / Sayısı: 26735).
- ✓ Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik (Resmi Gazete Tarihi: 15.05.2013 / Sayısı:28648).
- ✓ Elle Taşıma İşleri Yönetmeliği (Resmi Gazete Tarihi: 24.07.2013 / Sayısı:28717).
- ✓ Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik (Resmi Gazete Tarihi: 28.07.2013 / Sayısı:28721).
- ✓ Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği (Resmi Gazete Tarihi: 11.09.2013 / Sayısı: 28762).
- ✓ Hazırlama, Tamamlama ve Temizleme İşleri Yönetmeliği (Resmi Gazete Tarihi: 28.04.2004 / Sayısı:25446).
- ✓ İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği (Resmi Gazete Tarihi: 25.04.2013 / Sayısı: 28628).
- ✓ İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik (Resmi Gazete Tarihi: 17.07.2013 / Sayısı: 28710).
- ✓ Makina Emniyeti Yönetmeliği (2006/42/AT) (Resmi Gazete Tarihi: 03.03.2009/ Sayısı: 27158).
- ✓ Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik (94/9/AT) (Resmi Gazete Tarihi: 30.12.2006 / Sayısı:26392).

2.6.2. Toz, Stiren ve Gürültü İçin Ulusal ve Uluslararası Maruziyet Sınır Değerleri

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve bağlı yönetmelikler, temel olarak işyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği'ni sürekli iyileştirme prensibini benimsediğinden, yasal sınırların üzerinde bulunmasa dahi risk faktörlerinin çalışanlar üzerinde olumsuz etkisini yok etmek veya azaltmak için, ölçüm sonuçlarının risk değerlendirilmesinde dikkate alınması gerekmektedir.

Tehlikeli kimyasallardan kaynaklanan risklerin toplu korumayı sağlayacak teknik önlemlerle veya iş organizasyonu ve çalışma yöntemleriyle önlenemediği veya tam olarak sınırlandırılmadığı durumlarda işçilerin 29.11.2006 tarihli ve 26361 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği’ne uygun kişisel koruyucu donanımları (KKD), doğru şekilde kullanmaları, iş sırasında oluşan zararlı kimyasallara olan maruziyet seviyesini azaltmada faydalı olacaktır.

Tozla ilgili yasal düzenlemeler, maruziyet sınır değerleri, işverenin yükümlülükleri, maruziyetin önlenmesi ve toz ölçümleri ile ilgili maddeler (Madde 5, Madde 6, Madde 7, Madde 8 ve Madde 9) 05.11.2013 tarihli ve 28812 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Tozla Mücadele Yönetmeliği’nde belirtilmiştir.

İnert ve istenmeyen toz maruziyetine ilişkin yönetmelikte belirtilen ve uluslararası kuruluşlarca belirlenen sınır değerler Tablo 2.7.’de verilmiştir.

Tablo 2.7. İnert ve istenmeyen toz için maruziyet sınır değerleri

Yönetmelik/ Kuruluş	Maruziyet Sınır Değerleri TWA*	
	Toplam toz	Solunabilir toz
Tozla Mücadele Yönetmeliği	15 mg/m ³	5 mg/m ³
HSE (İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Kuruluşu)	10 mg/m ³	4 mg/m ³
NIOSH (Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü)	15 mg/m ³	5 mg/m ³
ACGIH (Ulusal Endüstriyel Hijyenistler Konferansı , Amerika)	10 mg/m ³	3 mg/m ³

*TWA: 8 saatlik belirlenen referans süre için ölçülen veya hesaplanan zaman ağırlıklı ortalama.

Mineral liflerden olan sentetik cam yününe ait lifsi toz maruziyetine ilişkin yönetmelikte belirtilen ve uluslararası kuruluşlarca belirlenen sınır değerler Tablo 2.8.'de verilmiştir.

Tablo 2.8. Mineral liflerden olan sentetik cam yünü için maruziyet sınır değerleri

Yönetmelik / Kuruluş	Çapı $\leq 3.5 \mu\text{m}$, uzunluğu $\geq 10 \mu\text{m}$. olan lifler için TWA	
	lif / cm^3	mg / m^3
Tozla Mücadele Yönetmeliği	3	5
HSE	2	5
NIOSH	3	5
ACGIH	1	5

12.08.2013 tarihli ve 28733 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik’e göre “İşveren, işyerinde tehlikeli kimyasal madde bulunup bulunmadığını tespit etmek ve tehlikeli kimyasal madde bulunması halinde, çalışanların sağlık ve güvenliği yönünden olumsuz etkilerini belirlemek üzere, 29.12.2012 tarihli ve 28512 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği hükümlerine uygun şekilde risk değerlendirmesi yapmakla yükümlüdür.” Yönetmeliğin ilgili maddelerinde (madde 5, 6, 7, 8, 9) işverenlerin genel yükümlülükleri ve sağlık gözetimi ile ilgili konulardan bahsedilmiştir. Yasal mevzuatta stirene ait bir maruziyet sınır değeri belirtilmemiştir.

Tablo 2.9.’da stirene ait uluslararası kuruluşlarca ve bazı ülkeler tarafından belirlenen maruziyet sınır değerleri verilmiştir.

Tablo 2.9. Stiren için uluslararası kuruluşlar ve bazı ülkeler tarafından belirlenen maruziyet sınır değerleri [44]

KURULUŞ / ÜLKE	TLV-TWA*		TLV-STEL**	
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
HSE	100	430	250	1080
NIOSH	50	215	100	425
ACGIH	20	86	40	172
Avusturalya	50	213	100	426
Fransa	50	215		
Almanya	20	86	40	172
Japonya	50			
Finlandiya	20	86	100	430
İspanya	20	86	40	172

*TLV-TWA (Eşik Sınır Değer Zaman Ağırlıklı Ortalama / Threshold Limit Value Time Weighed Avarage)

**TLV-STEL (Eşik Sınır Değer - Kısa Süreli Maruziyet Sınırı / Threshold Limit Value_Short Term Exposure Limit)

Gürültüyle ilgili yasal düzenlemeler 28.07.2013 tarihli ve 28721 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik” kapsamında belirtilmiştir. Maruziyet eylem değerleri, maruziyet sınır değerleri, maruziyetin önlenmesi ve azaltılması ile ilgili konulara yönetmeliğin ilgili maddelerinde (Madde 5, 8, 9 , 10, 11) değinilmiştir.

Tablo 2.10’da gürültü için yönetmelikte belirtilen ve uluslararası kuruluşlarca belirlenen maruziyet eylem değerleri ve maruziyet sınır değerleri verilmiştir.

Tablo 2.10. Gürültü için maruziyet sınır değerleri

Yönetmelik / Kuruluş	LEX, 8 Saat için değerler
Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik	En düşük maruziyet eylem değeri*; 80 dB(A) En yüksek maruziyet eylem değeri*; 85 dB(A) Maruziyet sınır değeri*; 87 dB(A)
HSE	Yüksek maruziyet eylem değeri; 85 dB(A) Maruziyet sınır değeri; 87 dB(A)
OSHA	Maruziyet sınır değeri; 90 dB(A)
NIOSH	Maruziyet sınır değeri; 85 dB(A)

* Maruziyet sınır değerleri uygulanırken, çalışanların maruziyetinin tespitinde, çalışanın kullandığı kişisel kulak koruyucu donanımların koruyucu etkisi de dikkate alınır. Maruziyet eylem değerlerinde kulak koruyucularının etkisi dikkate alınmaz.

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışma Hakkında Bilgi

İşyerlerinde stiren maruziyetini belirlemek için, İSGÜM laboratuvarı tarafından kolorimetrik dedektör tüpler ve dedektör tüp pompaları kullanılarak anlık gaz ölçümü yapılmaktaydı. Gaz kromatografisi cihazı, (GC), ile analiz edilen kimyasal maddeler içinde stiren kimyasalı bulunmamaktaydı. Bu tez çalışması ile İSGÜM laboratuvarlarında gerçekleştirilen analitik ölçüm metotları arasına stiren metodu da eklenmiş ve daha hassas sonuçlar elde edilmesi sağlanmıştır. Bu metoda ek olarak alifatik hidrokarbonlardan pentan, hekzan, heptan, oktan, nonan ve dekan hidrokarbonlarını içeren alifatik hidrokarbon metodu çalışılmış ve bu parametrelerin de anlık gaz ölçümü metodu ile değil analitik metot ile maruziyet belirlenmesine başlanmıştır.

Örnekleme ve analiz basamaklarından oluşan analitik ölçüm yönteminde hava örnekleme pompaları ile daha homojen ve uzun süreli bir örnekleme sağlanmakta ve numunelerin analizleri GC’de daha hassas bir şekilde yapılabilmektedir. Stiren ölçümlerini daha güvenilir sonuçların elde edildiği analitik metotla gerçekleştirmek üzere öncelikle danışmanım Dr. Fatma Işık Coşkunes ile birlikte gerekli sarf malzemelerin temini, hesaplamalar, metot çalışmaları ve kalibrasyon çalışmaları yapılarak GC’de stirenin analiz edilmesine başlanmıştır.

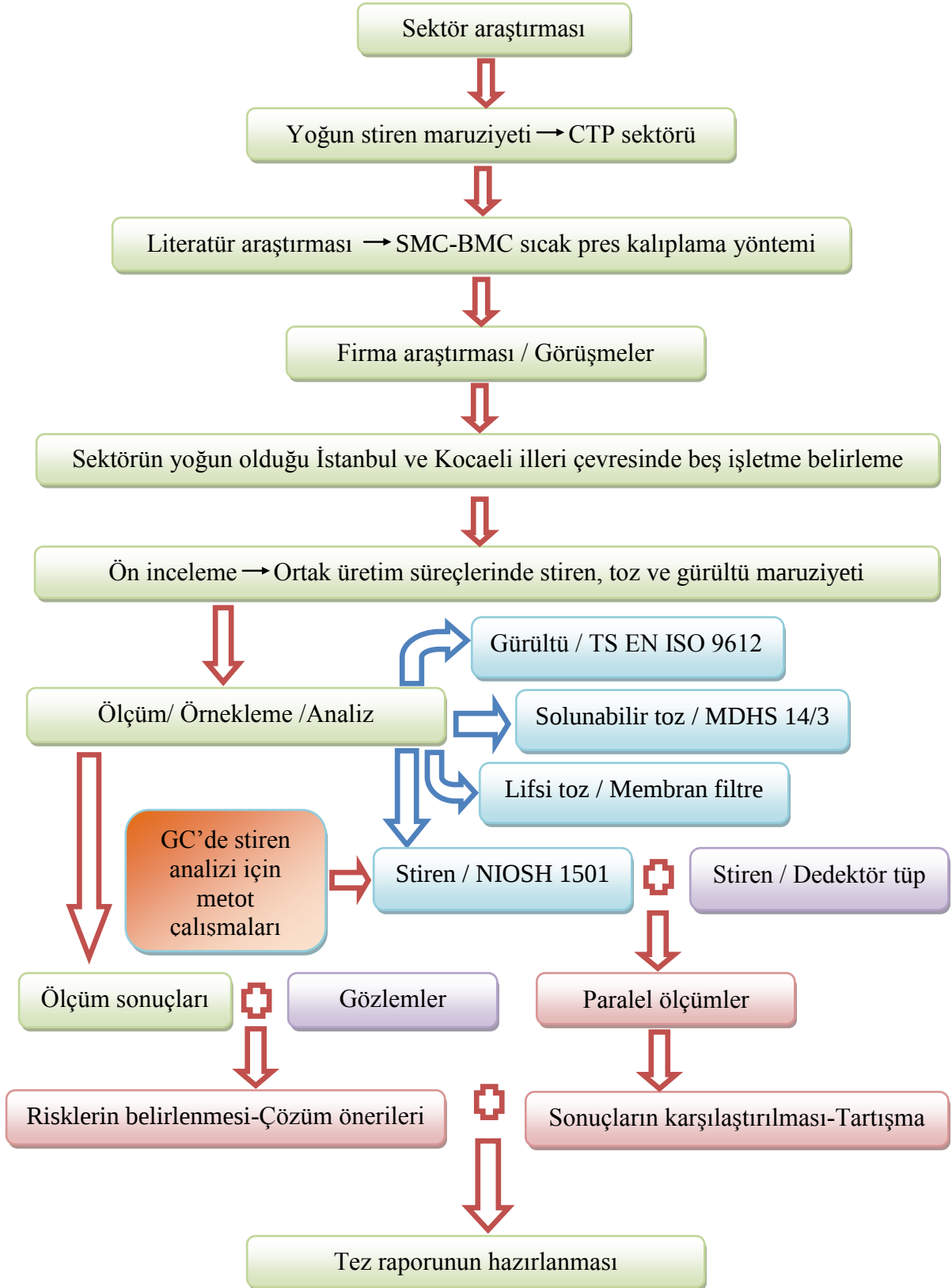
Yapılan araştırmalar sonucunda kompozit sektörünün bir kolu olan CTP üretiminde iş sağlığı ve güvenliği açısından en büyük problemlerden birinin stiren maruziyeti olduğu gözlemlenmiştir. Bu konu üzerinde çalışılmaya karar verilmiş olup bir çalışma planı hazırlanmış ve literatür araştırması yapılmıştır. Araştırmalar sonucunda doymamış polyester reçinesi içeren SMC / BMC yarı mamulleri kullanılarak sıcak pres kalıplama yöntemiyle CTP üretimi yapan işletmelerde yoğun stiren maruziyetinin yaşandığı belirlenmiştir. İşletmelerle ilgili yapılan araştırmalar sonucunda bu yöntemle üretim yapan işletmelerin Kocaeli ve İstanbul illeri çevresinde yoğun olarak faaliyet gösterdiği görülmüştür. Gerekli görüşmeler yapılarak işletmelerle ilgili edinilen bilgiler doğrultusunda tez çalışmasını yürütmek üzere bu çevrede faaliyet gösteren beş işletme belirlenmiştir. Belirlenen işletmelerde iş güvenliği uzmanları eşliğinde yapılan ön incelemelerde üretim süreçlerinde stiren maruziyetinin yanında solunabilir toz ve lifsi toz maruziyeti ile yüksek gürültü maruziyetinin de yaşandığı tespit edilmiştir. Ön incelemeler sonucunda tüm işletmelerde maruziyetlerin en çok yaşandığı

ortak b6l6mler belirlenmiş ve bu doğrultuda her işletmenin ortak 6retim s6re7lerindeki 7alışanlardan stiren, solunabilir toz ve lifsi toz numuneleri alınmış ve g6r6lt6 maruziyeti 6l76mleri ger7ekleştirilmiştir.

Stiren 6rneklendirilmesi ve analizi i7in NIOSH 1501 “Aromatik hidrokarbonlar” metodu, solunabilir toz 6rneklendirilmesi ve analizi i7in MDHS 14/3 “Solunabilir Tozların Gravimetrik Analizi ve 6rneklenmesi i7in Genel Metotlar” metodu, lifsi toz 6rneklendirilmesi ve analizi i7in WHO tarafından 6nerilen membran filtre metodu ve g6r6lt6 6l76mleri i7in TS EN ISO 9612 “Akustik 7alışma ortamında maruz kalınan g6r6lt6n6n 6l76lmesi ve değerlendirilmesi i7in prensipler” standardında belirtilen metot esas alınmıştır.

7alışmanın sonunda elde edilen maruziyet verileri ve yapılan g6zlemlere dayanılarak ilgili 6retim y6ntemi bazında mesleki riskler belirlenmiş ve bu riskler i7in 76z6m 6nerileri sunulmuştur. Araştırmanın diğer aşamasında her işletmenin stiren maruziyeti olduğu belirlenen bir noktasında hava 6rnekleme pompaları ile yapılan 6l76mlere paralel olarak stiren dedekt6r t6pleri ile Kitagawa kullanım klavuzlarına g6re anlık gaz 6l76mleri ger7ekleştirilmiştir. Anlık gaz 6l76mleri TS EN 689 “İşyeri Havası-Solunumla Maruz Kalınan Kimyasal Maddelerin Sınır Değerler İle Karşılaştırılması ve 6l7me Stratejisinin Değerlendirilmesi İ7in Kılavuz” standardı esas alınarak TWA vermek 6zere yeterli sayıda ger7ekleştirilmiştir. Hava 6rnekleme pompaları ve dedekt6r t6plerle paralel olarak yapılan stiren 6l76m sonu7ları karşılaştırılarak anlık gaz 6l76mlerinin g6venilirliği tartışılmıştır.

Bu tez kapsamında ger7ekleştirilen 7alışmanın adımları şekil 3.1.’de g6sterilmiştir.



Şekil 3.1. Tez çalışması akış şeması

3.1. ÖLÇÜM YAPILAN İŞLETMELER

İnceleme ve ölçüm yapılan işletmeler İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği'ne göre “tehlikeli” sınıfta yer almaktadır. Tüm işletmeler İSG hizmeti almakta olup, risk değerlendirmeleri ve iş hijyeni ölçüm raporları mevcuttur. İşletmeler İstanbul ve Kocaeli illeri çevresinden seçilmiştir. Ölçümler, işletmelerde üretim süreçlerinin gerçekleştirildiği bölümler olan hamurhane, preshane, montaj ve kalite kontrol laboratuvarlarında yapılmıştır. Ölçüm yapılan işletmelere ait bilgiler başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

A İşletmesi

İşletme 3 000 m² kapalı alana sahiptir. Toplam 50 çalışanı bulunmaktadır. İşletmede yılda 10 000 ton CTP üretimi yapılmaktadır. Bu işletmede bir gün ön inceleme yapılmış ve üç gün ölçüm gerçekleştirilmiştir.

Ürünler: İşletmede ağırlıklı olarak rögar kapakları ve yağmur suyu ızgaraları gibi altyapı ürünlerinin üretimi yapılmaktadır. Bunun yanında banklar, çöp kutuları, stadyum koltukları, doğalgaz kutuları, sokak küllükleri gibi şehir mobilyalarının üretimi de yapılmaktadır. Hem yurt içi hem de yurt dışı pazarda ürün satışı gerçekleştirilmektedir. Bu ürünlerin üretiminde kullanılan yarı mamul SMC / BMC hazır kalıplama polyester bileşimlerinin üretimini de işletme kendi bünyesinde bulunan hamurhanesinde gerçekleştirmektedir.

B İşletmesi

İşletme 6 000 m² kapalı alana sahiptir. Toplam 183 çalışanı bulunmaktadır. Yılda 18 000 ton CTP üretimi yapılmaktadır. Bu işletmede bir gün ön inceleme yapılmış ve üç gün ölçüm gerçekleştirilmiştir.

Ürünler: İşletmede ağırlıklı olarak otomotiv sektöründe traktör segmentine, kaporta, güneşlik çamurluk gibi dış estetik parçaların üretimi yapılmaktadır. Hem yurt içi hem de yurt dışı pazarda bu ürünlerin satışı gerçekleştirilmektedir. Bu ürünlerin üretiminde kullanılan yarı mamul SMC / BMC hazır kalıplama polyester bileşimlerinin üretimini de işletme kendi bünyesinde bulunan hamurhanesinde gerçekleştirmektedir.

C İşletmesi

İşletme 40 000 m² açık, 9 000 m² kapalı alanda faaliyet göstermektedir. Toplam 80 çalışanı bulunmaktadır. Yılda 20 000 ton CTP üretimi yapılmaktadır. Bu işletmede bir gün ön inceleme yapılmış ve üç gün ölçüm gerçekleştirilmiştir.

Ürünler: İşletmede ağırlıklı olarak rögar kapakları ve yağmur suyu mazgalları üretilmektedir. Bunun yanında elektrik panoları, stadyum koltukları, basket potaları ve çeşitli şehir mobilyalarının üretimi de yapılmaktadır. Hem yurt içi hem de yurt dışı pazarda bu ürünlerin satışı gerçekleştirilmektedir. Bu ürünlerin üretiminde kullanılan yarı mamul SMC / BMC hazır kalıplama polyester bileşimlerinin üretimini de işletme kendi bünyesinde bulunan hamurhanesinde gerçekleştirmektedir.

D İşletmesi

İşletme 30 000 m² açık 10 000 m² kapalı alanda faaliyet göstermektedir. Toplam 55 çalışanı bulunmaktadır. Yılda 25 000 ton CTP üretimi yapılmaktadır. Bu işletmede bir gün ön inceleme yapılmış ve bir gün ölçüm gerçekleştirilmiştir.

Ürünler: Bu işletmede ağırlıklı olarak elektrik panoları, telekomünikasyon, enerji, doğalgaz, su ve saha dağıtım panoları üretilmektedir. Daha az olmakla birlikte rögar kapakları, yağmur suyu ızgaraları gibi altyapı ürünleri ve otomotiv parçaları üretimi de yapılmaktadır. Hem yurt içi hem de yurt dışı pazarda bu ürünlerin satışı gerçekleştirilmektedir. Bu ürünlerin üretiminde kullanılan yarı mamul SMC / BMC hazır kalıplama polyester bileşimlerinin üretimini de işletme kendi bünyesinde bulunan hamurhanesinde gerçekleştirmektedir. Ayrıca bu işletmede üretimi yapılan SMC / BMC yarı mamullerinin satışı da gerçekleştirilmektedir.

E İşletmesi

İşletme 3 000 m² kapalı alanda faaliyet göstermektedir. Toplam 22 çalışanı bulunmaktadır. Yılda 5 000 ton CTP ürünü üretilmektedir. Bu işletmede bir gün ön inceleme yapılmış ve bir gün ölçüm gerçekleştirilmiştir.

Ürünler: Ağırlıklı olarak elektrik panosu üretilmektedir. İşletmenin hamurhanesi olmayıp üretimde kullanılan SMC / BMC yarı mamulleri dışarıdan alınmaktadır. Bu işletmede yalnızca yurt içinde ürün satışı gerçekleştirilmektedir.

3.2. KİŞİSEL GAZ, TOZ VE GÜRÜLTÜ MARUZİYETİ ÖLÇÜMÜ

3.2.1. Kullanılan Cihazlar ve Sarf Malzemeleri

Kişisel maruziyet ölçümünde kullanılan cihazlar ve sarf malzemeleri aşağıda listelenmiştir:

- SKC Aircheck Hava Örnekleme Pompaları (Toz ve gaz örnekleme için)
- Gillian GilAir-Plus Gaz-Toz Örnekleme Pompaları (Toz ve gaz örnekleme için)
- SARTORIUS CP225D Hassas Terazî (Gravimetrik toz analizi için)
- SKC Rotametre
- SKC BIOS Drycal Kalibratör (Dijital akış ölçer)
- VARIAN GC CP-3800 - Gaz Kromatografi Cihazı
- Zeiss Primo Star Faz Kontrast Mikroskobu (Lifsi toz sayımı için)
- Etalon kütle seti (Kalibre standart ağırlıklar)
- 25 mm çapında PVC (polivinilklorür) filtre (Solunabilir toz örnekleme için)
- Siklon tipi numune alma başlığı (Solunabilir toz örnekleme için)
- Filtre kasetleri (Solunabilir toz filtreleri için)
- 0,8 µm, 25mm Preloaded Casette, MCE (membran) filtre (Lifsi toz örnekleme için)
- Kitagawa dedektör tüp pompası (Anlık gaz ölçümleri için)
- Kitagawa dedektör tüpleri (Anlık gaz ölçümleri için)
- Aktif karbon içeren sorbent tüpler (Stiren örnekleme için)
- Kromatografik saflıkta CS₂ (Gaz kromatografisi cihazında kullanılan desorpsiyon çözücüsü)
- Yüksek saflıkta helyum, azot ve hidrojen gazları ile kuru hava gazı (Taşıyıcı gazlar ve dedektör gazı)
- %99,5 saflıkta stiren standart referans malzeme (Gaz kromatografisinde kullanılmak üzere)

3.2.2. Numune Alma İşlemleri

Tüm numuneler TS EN 689 “İşyeri Havası-Solunumla Maruz Kalınan Kimyasal Maddelerin Sınır Değerler ile Karşılaştırılması ve Ölçme Stratejisinin Değerlendirilmesi İçin Klavuz” standardına uygun olarak belirlenen noktalardan belirlenen sayılarda alınmıştır [45].

Stiren numunesi alma işlemi

Stiren örnekleme için ön incelemede belirlenen noktalara uygun sayıda aktif kömür içerikli sorbent tüp ile ölçüme gidilmiş ve ölçüm sonrası alınan numuneler oda şartlarında kilitli poşetler içinde laboratuvara taşınmıştır. Stiren örnekleme ve analizleri NIOSH 1501 “Aromatik Hidrokarbonlar” metoduna göre gerçekleştirilmiştir [46]. Kör numune olarak işyeri ortamına diğer numunelerle aynı şartlarda taşınan bir tüpün yine işyeri ortamında uçları kırılıp kapatılmıştır ve diğer numunelerle aynı şartlarda analizi gerçekleştirilmek üzere laboratuvara taşınmıştır.

Resim 3.1.’de stiren örneklenmesinde kullanılan aktif karbon içerikli sorbent tüpler gösterilmiştir



Resim 3.1. Stiren örneklenmesinde kullanılan aktif karbon içerikli sorbent tüpler

Solunabilir toz numunesi alma işlemi

Kişisel solunabilir toz numunesi alma ve numunelerin gravimetrik analiz işlemi “MDHS 14/3 Solunabilir Tozların Gravimetrik Analizi ve Örnekleme İçin Genel Metotlar” metoduna uygun olarak gerçekleştirilmiştir [47]. 0,01 mg hassasiyete sahip terazi kullanılarak önce etalon kütle seti ile doğrulama yapılmış ve ön incelemede belirlenen noktalara göre gereken sayıda PVC filtresinin ilk tartımı yapılarak numaralandırılmış klips takılı filtreler kasetlerin içinde şartlanmaya bırakılmışlardır.

Ölçüm sonrasında siklon başlığı içerisindeki kaset dikkatlice çıkarılmış ve koruyucu klipsle kapatılarak kendine ait kilitli poşete konulmuştur. Numune alma için kullanılan filtrelerle aynı şekilde hazırlanmış ve ilk tartımları yapılmış kör filtreler, diğer filtrelerle beraber işletmeye taşınmış olup, ölçüm yapılan ortama bırakılmışlardır. Ancak kör filtreler üzerinden pompa ile hava çekişi yapılmamıştır. Kullanılan filtre yüzeylerinde atmosferik koşullardaki değişikliklere bağlı olarak gerçekleşen ağırlık değişimleri, kör filtrelerin diğer filtrelerle aynı

lif sayımı yapılmak üzere kör filtre kaseti ile birlikte kilitli poşetler içerisinde Ankara İSGÜM Laboratuvarı'na gönderilmiştir.

Resim 3.4.'te lif sayımında kullanılan faz kontrast mikroskobu ve numune alımında kullanılan membran filtre kasetleri gösterilmiştir.



Resim 3.4. Lifsi toz sayımının yapıldığı faz kontrast mikroskobu ve lifsi toz örneklemesinde kullanılan membran filtre kasetleri

Anlık gaz ölçümü

Anlık gaz ölçümleri Kitagawa dedektör tüp pompaları ve Kitagawa dedektör tüpleri kullanılarak Kitagawa kullanım kılavuzuna göre yapılmıştır. Anlık gaz ölçümleri TWA cinsinden sonuç vermek üzere TS EN 689 standardına uygun sayıda alınmıştır [45]. Anlık gaz numuneleri dedektör tüp kutularının içinde bulunan pompa çekiş süresine uygun olarak alınmış ve sonuçlar için bu kılavuzlarda yer alan sıcaklık ve basınç düzeltmeleri gerçekleştirilmiştir.

Resim 3.5.'te anlık gaz ölçümü için kullanılan dedektör tüpler ve dedektör tüp pompası gösterilmiştir.



Resim 3.5. Anlık gaz ölçümünde kullanılan dedektör tüp pompası ve dedektör tüpü

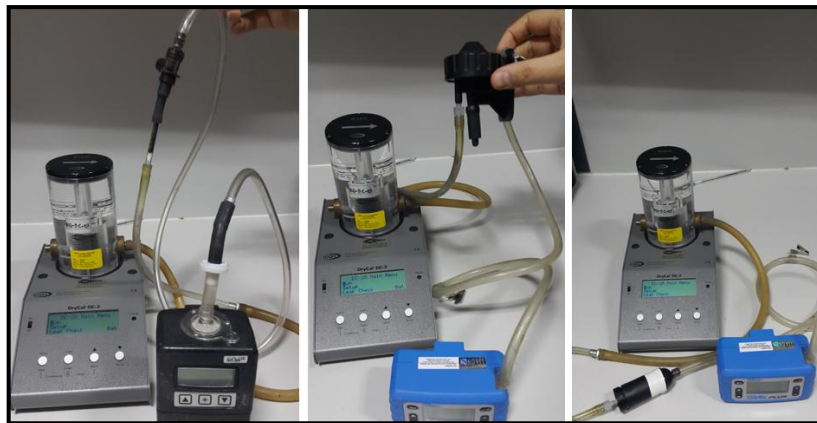
Hava rnekleme pompalarının kalibrasyonu

Hava rnekleme pompalarının kalibrasyonu için kullanılacak Drycal kalibratör işletmelere getirilmiştir. Birincil kalibratörün işletmelere getirilmesinin nedeni yalnızca pompaların değil örnekleme düzeneğinin kalibrasyonunun sağlanmasıdır. Pompalara rnekleme başlığının takılması direnç değişimine neden olduğu için örnekleme başlığı takılmamış pompalar ile örnekleme düzeneğinin akış hızı aynı olmamaktadır. Rotametreler yeterince hassas olmadığı için birincil kalibratrle örnekleme düzeneğinin kalibrasyonunun sağlanması ortaya daha sağlıklı sonuçlar çıkarmaktadır.

Kalibrasyon iş alanının dışında herhangi bir fiziksel veya kimyasal faktör etkisi altında olmayan temiz bir odada ve sabit bir masa üzerinde yapılmıştır.

Hava rnekleme pompalarının hacimsel akış hızı solunabilir toz ölümü için 2,2 litre/dk'ya ayarlanırken, lifsi toz ölümü için 2 litre/dk'ya ayarlanmıştır. Gaz rneklemesi için olması gereken 100 ml/dk akış hızının ayarlanması ise düşük akış hcreti ve düşük akış adaptörü kullanarak gerçekleştirilmiştir. Ölüm ncesi ve ölüm sonrası akışlar numune alma formlarına kaydedilmiştir. Numune alma işlemine başlamadan önce kaydedilen akış hızı değeri ile son akış hızı değeri arasındaki fark % 5'ten fazla olduğunda ölümler geçersiz sayılmaktadır. Filtre taşma tehlikesi olan yoğun tozlu ortamlar için filtre değiştirmek veya filtre taşması ve pompa tıkanmasını kontrol etmek üzere sahaya gidildiğinde akış kontrolleri rotametre ile yapılmıştır.

Resim 3.6.'da ilgili örnekleme düzeneklerinin akış kalibrasyonu işlemleri gösterilmiştir.



Resim 3.6. Soldan sağa sırasıyla stiren, solunabilir toz ve lifsi toz rneklemesi için kullanılan örnekleme düzeneklerinin akış kalibrasyonu işlemleri

En sağlıklı kişisel maruziyet tahmini kişinin nefes alma seviyesinden örnek almak suretiyle elde edilmektedir. Bu yüzden hava örnekleme pompaları çalışanlara takılırken örnekleme başlıklarının solunum bölgesi içerisinde olmasına dikkat edilmiştir. Solunum bölgesi; merkezi kişinin kulaklarını birleştiren çizginin orta noktası olan 30 cm yarıçaplı kürenin, başın ön kısmında kalan yarısıdır.

Resim 3.7.'de işyerinde pompaların kalibrasyon işlemi ve çalışanlara takılan pompaların konumu gösterilmiştir.



Resim 3.7. Ölçüm öncesi üretim alanı dışında temiz bir ortamda pompaların kalibrasyonlarının yapılması ve çalışanlara takılması

3.2.3. Gaz Kromatografisinde Stiren Metodu İçin Kalibrasyon ve Analiz İşlemleri

Stiren analizi GC’de NIOSH 1501 “Aromatik Hidrokarbonlar” metodu esas alınarak yapılmaktadır [46]. Stiren bu metotta B grubunda yer alan bir kimyasaldır. Stiren analizi yapabilmek için öncelikle GC’de ilgili parametrelerin NIOSH 1501 grup B için düzenlendiği bir çalışma metodu oluşturulmuştur. Kalibrasyon standartlarının konsantrasyonları, NIOSH’un stiren için belirlediği TLV-TWA değerini kalibrasyon grafiğinin ortasına alacak şekilde, $TLV-TWA / 10$ ile $TLV-STEEL \times 2$ aralığında belirlenmiştir. Yüksek saflıkta stiren standart referans malzemesi ile belirlenen konsantrasyon aralığında kalibrasyon standartları hazırlamak için, stirenin yoğunluğu, kullanılan referans malzemenin saflığı gibi parametreler göz önünde bulundurularak gerekli hesaplamalar yapılmış ve bu hesaplamalara göre beş adet kalibrasyon standardı hazırlanmıştır. Hazırlanan bu kalibrasyon standartları oluşturulan kalibrasyonsuz metot üzerinden okutulmuş ve bu standart okumaları kullanılarak ilgili metot

üzerinden kalibrasyon grafikleri çizilmiştir. Daha sonra istenen standart sapma değerine sahip lineer kalibrasyon grafiği kullanılarak bilinen bir konsantrasyonda hazırlanan kontrol numunesinin analizi gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan kalibrasyonlu metot üzerinden kontrol numunesinin analizi sonucunda, bilinen konsantrasyona yeterli derecede yakın bir değer elde edilmesi, metodun kullanıma hazır olduğunu göstermektedir.

Resim 3.8.'de uçucu organik bileşiklerin analizi için kullanılan alev iyonlaştırma dedektörlü gaz kromatografi cihazı (GC-FID) gösterilmiştir.



Resim 3.8. Stiren analizinde kullanılan gaz kromatografi cihazı

Numunelerin analize hazırlanma sürecinde öncelikle işyerinden kilitli poşetlerle laboratuvara getirilen numune tüpleri kırılarak içindeki aktif kömür, asetatlı kalemle numaralandırılmış 4 ml'lik viallere boşaltılmıştır. Tüpün ön kısmı ve arka kısmı farklı viallere boşaltılmış ve ayrı ayrı analiz edilmiştir. Daha sonra 4 ml'lik viallere birer ml desorpsiyon çözücüsü (CS_2) eklenerek vakit kaybetmeden kapakları kapatılmış ve otuz dakika boyunca tüpler desorpsiyon işleminin gerçekleşmesi için çalkalayıcıda bırakılmıştır. Bu sırada aktif kömür yüzeyine absorbe olmuş uçucu organik bileşikler çözücü fazına geçmektedir. Çalkalama işlemi sonrasında çözücü fazı mikro pipetler kullanılarak 4 ml'lik viallerle aynı şekilde numaralandırılmış olan 2 ml'lik analiz viallerine aktarılmış ve çözücü fazına geçmiş numunenin bulunduğu bu vialler otomatik örnekleyiciye yerleştirilmiştir. İlgili metot kullanılarak analiz yapılmıştır. Analiz sonuçları cihazdan mikrogram/mikrolitre ($\mu g/\mu l$) cinsinden elde edilmiştir. Daha sonra aşağıda anlatıldığı şekilde mg/m^3 cinsinden sonuçların hesaplanması gerçekleştirilmiştir.

Öncelikle tüpün arka ve ön bölümüne ait $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ cinsinden cihaz sonuçları toplanıp bu sonuçtan kör numunenin arka ve önünde bulunan ilgili kimyasala ait sonuçlar çıkarılır. Daha sonra sonuç 1000 μl ile çarpılıp, 1 ml CS_2 kullanılarak analize hazırlanan numune için sorbent tüp içindeki mikrogram cinsinden madde miktarı bulunur. Bu sonuç litre cinsinden örnekleme hacmine bölünerek mikrogram/litre ($\mu\text{g}/\text{L}$) veya başka bir deyişle mg/m^3 cinsinden numune miktarına ulaşılır. Konsantrasyon hesaplama formülü aşağıda verilmiştir [46].

$$C = \frac{(W_f + W_b - B_f - B_b)}{DE * V} * 1000$$

Formülde yer alan değerler şu şekildedir:

- C** : Numunedeki ilgili maddenin konsantrasyonu, (mg/m^3 veya $\mu\text{g}/\text{L}$)
 W_f : Numune sorbent tüpünün ön bölümünde bulunan madde miktarı ($\mu\text{g}/\mu\text{l}$)
 W_b : Numune sorbent tüpünün arka bölümünde bulunan madde miktarı ($\mu\text{g}/\mu\text{l}$)
 B_f : Kör numune sorbent tüpünün ön bölümünde bulunan madde miktarı ($\mu\text{g}/\mu\text{l}$)
 B_b : Kör numune sorbent tüpünün arka bölümünde bulunan madde miktarı ($\mu\text{g}/\mu\text{l}$)
DE : Yüzde cinsinden çözünme verimi (örnek: % 98 için 0,98 veya % 101 için 1,01 vb.)
V : Numune alınırken örnekleme yapılan hava hacmi (L)
1000 : 1000 μl (1 ml CS_2 içindeki madde miktarını hesaplamak üzere kullanılan çarpan) (μl)

Öğleden önceki ve öğleden sonraki numuneler için yapılan hesaplamaların sonuçları kullanılarak sekiz saatlik ortalama değer için (TWA) hesaplama yapılmıştır. 8 saatlik referans süre terimi, herhangi bir vardiyada, periyodun 8 saatlik homojen bir maruz kalmaya eşdeğer olarak muamele gördüğü mesleki bir maruz kalma işlemine ilişkindir. TWA hesabı aşağıdaki formül kullanılarak yapılmaktadır [45].

$$\frac{\sum c_i t_i}{\sum t_i} = \frac{c_1 t_1 + c_2 t_2 + \dots + c_n t_n}{8}$$

Formüldeki değerler şunları göstermektedir:

- C_i** : Mesleki maruz kalma derişimi (mg/m^3)
 t_i : Maruz kalma süresi (saat)
 $\sum t_i$: Vardiya süresi (saat)

3.2.4. Solunabilir Toz Numunesi Gravimetrik Analizi

Gravimetrik analiz ile toplanan tozun ağırlığı, numune alma işleminden önce ve sonra filtrelerin kasetleriyle beraber tartılmasıyla hesaplanır. İSGÜM laboratuvarına getirilen toz yüklü filtrelerin son tartımları yapılmadan önce tartım ortamında kilitli poşetlerden çıkarılarak şartlandırılmaları için bir gece laboratuvarında bekletilmiştir. Daha sonra kalibre standart ağırlıklarla kontrolü yapılmış olan hassas terazide şartlandırılmış filtrelerin son tartımları yapılmıştır [47]. Tartım işlemi bittikten sonra tartım sonuçları ve gerekli veriler İSGÜM’de kullanılan toz hesaplama programına girilerek toz numunesi alınan noktalardaki solunabilir toz konsantrasyonu sonuçları elde edilmiştir.

Gravimetrik Toz Hesaplama

Alınan hava numunesinde bulunan tozun konsantrasyonu, hesap programında aşağıda yer alan formüle göre hesaplanır [45].

$$C = \frac{(W_f - W_i) - (B_f - B_i)}{V \cdot t} \times 1000, \text{ mg/m}^3$$

Formülde yer alan değerler şu şekildedir:

- C** :Kimyasal madde konsantrasyonu, (mg/m³)
- (W_f)** :Numune Filtre Son Tartım, (mg)
- (W_i)** :Numune Filtre İlk Tartım, (mg)
- (B_f)** :Şahit Numune Filtre Son Tartım, (mg)
- (B_i)** :Şahit Numune Filtre İlk Tartım, (mg)
- V** :Hacimsel Hava Akış Hızı, (litre / dakika)
- t** :Ölçüm Süresi (dakika)

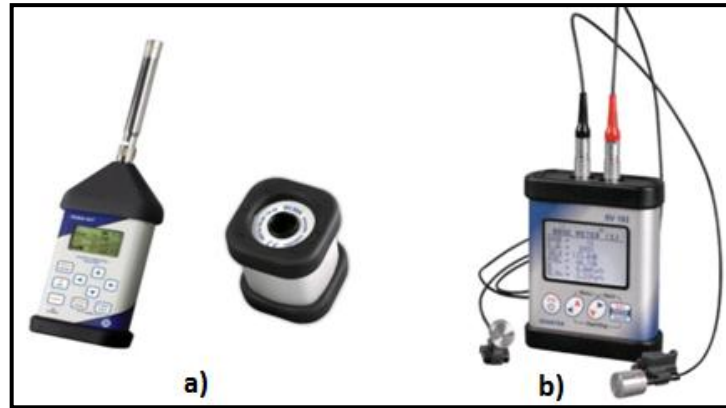
8 saatlik ağırlıklı ortalama cinsinden, (TWA), toz konsantrasyon hesabı, stiren maruziyetindeki TWA hesaplaması ile aynı şekilde yapılmıştır [45].

3.2.5. İşletmelerde Gürültü Maruziyeti Ölçümü

İşletmelerdeki gürültü ölçümleri TS EN ISO 9612 “Akustik çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi için prensipler” standardında belirtilen metoda uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Gürültü maruziyetleri görev tabanlı, iş tabanlı ve tam gün ölçüm stratejilerine göre belirlenmektedir. Ölçüm stratejisinin belirlenmesinde ölçümün amacı, iş durumunun karmaşıklığı, kaç çalışanın gerektiği, iş gününün etkin olan süresi, ölçüm ve analiz için mevcut zaman ve ayrıntılı ne kadar bilgi gerektiği gibi faktörler göz önünde bulundurulmaktadır.

İşletmelerde yapılan ön incelemeler ile belirlenen noktalarda, seçilen ölçüm stratejileri kullanılarak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde kullanılan ses seviye ölçme cihazları Resim 3.9.’da görülmektedir.



**Resim 3.9. a) Svantek 947 Gürültü ve Titreşim Ölçer ve SV30 A Akustik Kalibratör
b) SV102 Gürültü Dozimetresi**

Ölçüm sonrası cihazlardaki sonuçlar ara kablosu ile bilgisayar ortamına aktarılmış ve seçilen strateji için belirtilen L_{EX} , 8 saat (günlük gürültü maruziyet düzeyi) hesaplanmıştır.

4. BULGULAR

Bu araştırma kapsamında SMC / BMC yarı mamullerinden sıcak pres kalıplama yöntemiyle CTP üretimi yapan beş farklı işletmenin ortak bölümlerindeki (hamurhane, preshane, montaj, kalite kontrol laboratuvarı) çalışanların stiren, solunabilir toz, lifsi toz ve gürültü maruziyetlerinin belirlenmesi için kişisel gaz, toz ve gürültü maruziyeti ölçümleri yapılmıştır. İşletmelere ait ölçüm sonuçları bölüm bazında olmak üzere grafikler halinde verilmiş ve sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Aynı zamanda her işletmede stiren maruziyetinin olduğu belirlenen bir noktada hava örnekleme pompalarıyla yapılan ölçümlere paralel olarak kolorimetrik dedektör tüpleri ile anlık gaz ölçümleri gerçekleştirilmiş ve iki yöntemle yapılan ölçümlere ait sonuçlar karşılaştırılarak anlık gaz ölçümlerinin güvenilirliği tartışılmıştır.

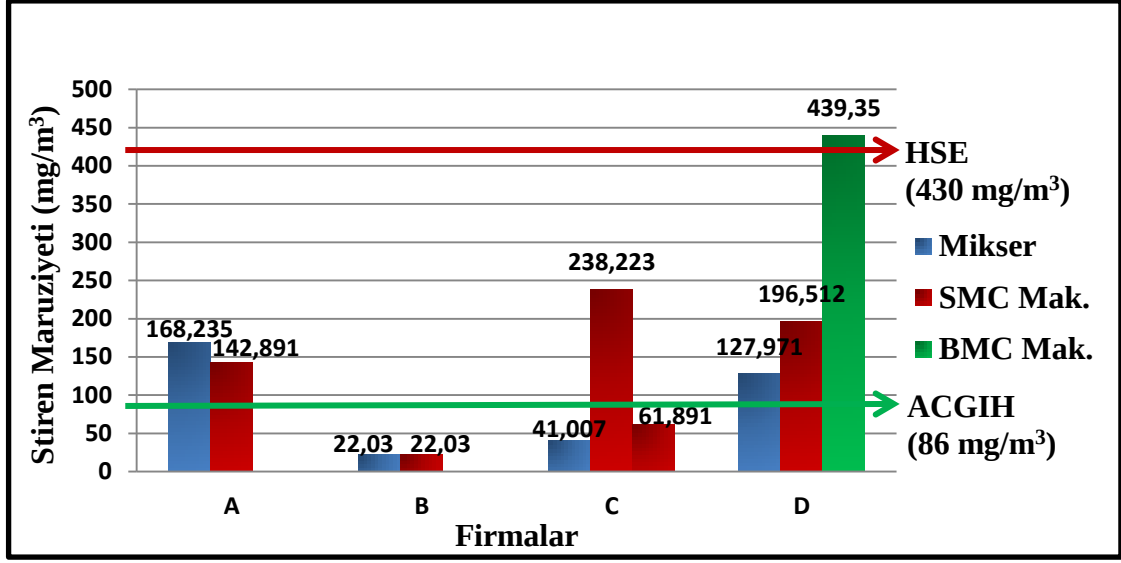
Araştırmanın ikinci aşamasında ise ölçüm sonuçları ile ilgili verilere ve yapılan gözlemlere dayanılarak işletmelerdeki iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili riskler belirlenmiş ve bu risklere çözüm önerileri sunulmuştur.

4.1. STİREN, TOZ VE GÜRÜLTÜ MARUZİYETİ ÖLÇÜM SONUÇLARI

4.1.1. Hamurhanede Yapılan Ölçüm Sonuçları ve Bulgular

4.1.1.1. Hamurhane için stiren ölçüm sonuçları ve bulgular

A , B, C, ve D işletmelerinin hamurhanelerindeki çalışanlara ait stiren maruziyet değerleri Grafik 4.1.'de verilmiştir.



Grafik 4.1. Hamurhane bölümü stiren maruziyet değerleri (TWA)

Stiren için mevzuatımızda maruziyet sınır değeri belirtilmemiştir. Uluslararası enstitülerden HSE'nin stiren için belirlediği maruziyet sınır değeri 430 mg/m^3 iken, ACGIH'nin belirlediği maruziyet sınır değeri 86 mg/m^3 'tür [49, 50].

Grafik 4.1.'de B işletmesi dışındaki tüm işletmelerde ACGIH'nin belirlediği 86 mg/m^3 olan maruziyet sınır değerinin aşıldığı görülmektedir. D işletmesindeki BMC makinesine ait sonuç ise hem HSE hem de ACGIH'nin belirlediği sınır değerlerin üzerindedir.

Maruziyetin en az görüldüğü B işletmesinde kapalı mikser kullanılmakta ve çalışan kişi yalnızca mikser üzerinden kalsit, jelkot, polyester ve diğer kimyasalların boşaltımını yapmaktadır. Daha sonra mikserin kapağı kapatılarak karıştırma işlemi başlatılmakta ve bu süreçte herhangi bir maruziyet yaşanmamaktadır. En yüksek kimyasal gaz maruziyeti kimyasallar karışmaya başlayıp reaksiyon meydana gelmesinden sonra ortaya çıktığı için kapalı mikserle çalışmada maruziyet minimuma indirgenmiştir. Aynı şekilde bu işletmede SMC ve BMC makinelerinin beslenmesi tamamen otomasyonla yapılmaktadır. SMC makinesinin etrafı kapalı ve iç kısım havalandırılmalıdır. Makinenin kapatılması kimyasal gazların etrafa dağılmadan toplanmasını sağlamaktadır. Havalandırma emişinin ise daha önce yapılan iç ortam ölçümleri sonrası kuvvetlendirildiği bilgisi alınmıştır. Bu işletmede otomasyonla çalışma olduğundan hamurhanedeki tüm işlemleri aynı kişiler yapmaktadır. Dolayısıyla SMC makinesi operatörü ve mikser operatörü aynı kişi olduğundan bu işletmede

hamurhane için tek numune alınmıştır. Ölçüm sonucu bu iki işlemde yaşanan toplam maruziyeti göstermektedir.

A, C ve D işletmelerinde açık mikserle çalışma yapılmaktadır. Otomasyonla çalışma yapılmadığından mikserlere boşaltılacak malzemenin dozajlama işlemi için tartımı ve SMC / BMC makinelerinin beslenmesi çalışanlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Üç işletmede de SMC ve BMC makineleri ile mikser aynı ortamda bulunmakta ve aralarında herhangi bir ayırıcı bölme bulunmamaktadır.

A işletmesinde SMC makinesi ve mikser operatörüne ait sonuçlar birbirine yakın çıkarken C ve D işletmesinde durum bunun tersidir. İşletmelerde stiren salınımının en çok olduğu yer aslında mikser başıdır. SMC makinelerinde ise mikserde üretilen hamur karışımının elyafla beraber pestil haline getirilmesi işlemi yapılmaktadır. A işletmesinde genel olarak havalandırma koşullarının diğer işletmelere göre hem mikser başı için hem de diğer bütün bölümler için daha kötü olduğu görülmüştür. C ve D işletmesinde mikser başındaki davlumbaz daha kuvvetli bir şekilde çalıştığından bu işletmelerde mikser başındaki çalışanın maruziyeti daha az olmaktadır.

Maruziyet konsantrasyonu $238,223 \text{ mg/m}^3$ olan C ölçümü SMC makinesinin üst kısmında hamur teknesinin boşaltımını yapan çalışandan alınırken, maruziyet konsantrasyonu $61,891 \text{ mg/m}^3$ olan C ölçümü SMC makinesinin alt kısmında duran yardımcı çalışandan alınmıştır. İki ölçüm arasındaki neredeyse dört kat olan maruziyet farkı, birbirine yakın olarak çalışmalarına rağmen SMC makinesini beslemek üzere kazanlardan hamuru döken kişinin yardımcı çalışana göre ne kadar yüksek maruziyet yaşadığını göstermektedir.

C ve D işletmelerinde yapılan SMC makinesi ölçüm sonuçlarının A işletmesine göre daha yüksek olmasının nedeni daha seri üretim yapmalarıdır. A işletmesinde gün boyunca üç veya dört kez hamur karıştırma işlemi yapılmasına rağmen C ve D işletmelerinde hamur karıştırma işlemi hiç durmadan devam etmiştir. Bu sonuçlar C ve D işletmelerinde mikser için yapılan kuvvetli lokal havalandırmanın SMC makinesi için yeterli etkinlikte olmadığını da göstermektedir.

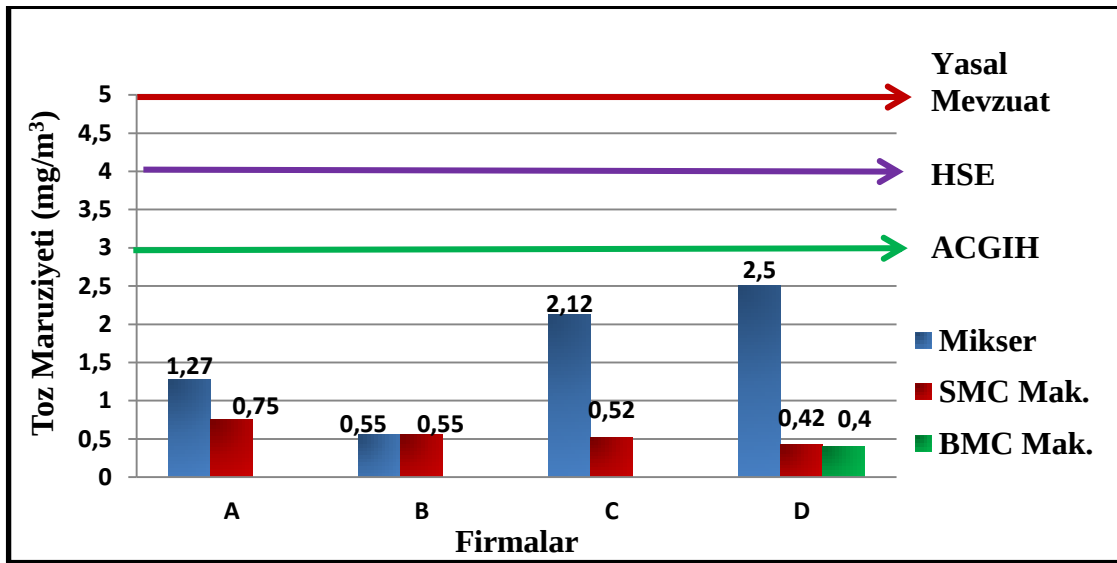
D işletmesi ürettiği SMC ve BMC yarı mamullerini hem kendi bünyesinde kullanmakta hem de satışını gerçekleştirmektedir. Bundan dolayı BMC makinesi bu işletmede düzenli olarak

çalıştırılmakta iken diğer işletmelerde ayda birkaç kez çalıştırılmaktadır. D işletmesinde yapılan ölçüm sırasında öğleye kadar BMC makinesi çalıştırılmış öğleden sonra ise SMC makinesi çalıştırılmıştır.

Grafik 4.1.'de görülen BMC makinesi operatörüne ait $439,350 \text{ mg/m}^3$ değerindeki yüksek maruziyet sonucu, BMC makinesinin en az mikser kadar stiren salınımı yaptığını göstermektedir. BMC hamuru mikserden getirilen hamurun BMC makinesi dediğimiz içinde çarkları olan bir kazanda kırpık elyafla karıştırılıp homojen bir hamur haline getirilmesi şeklinde oluşturulmaktadır. Çalışma prensibi aynı olmasına rağmen bu makinenin üzerinde mikserin üzerindeki gibi hava çekişi yapacak büyük bir davlumbaz olmadığı görülmüştür. Bundan dolayı BMC operatörüne ait stiren maruziyeti oldukça yüksek çıkmıştır.

4.1.1.2. Hamurhane için solunabilir ve lifsi toz ölçüm sonuçları ve bulgular

A , B, C, ve D işletmelerinin hamurhanelerindeki çalışanlara ait solunabilir toz maruziyet değerleri Grafik 4.2.'de verilmiştir.



Grafik 4.2. Hamurhane bölümü solunabilir toz maruziyet değerleri (TWA)

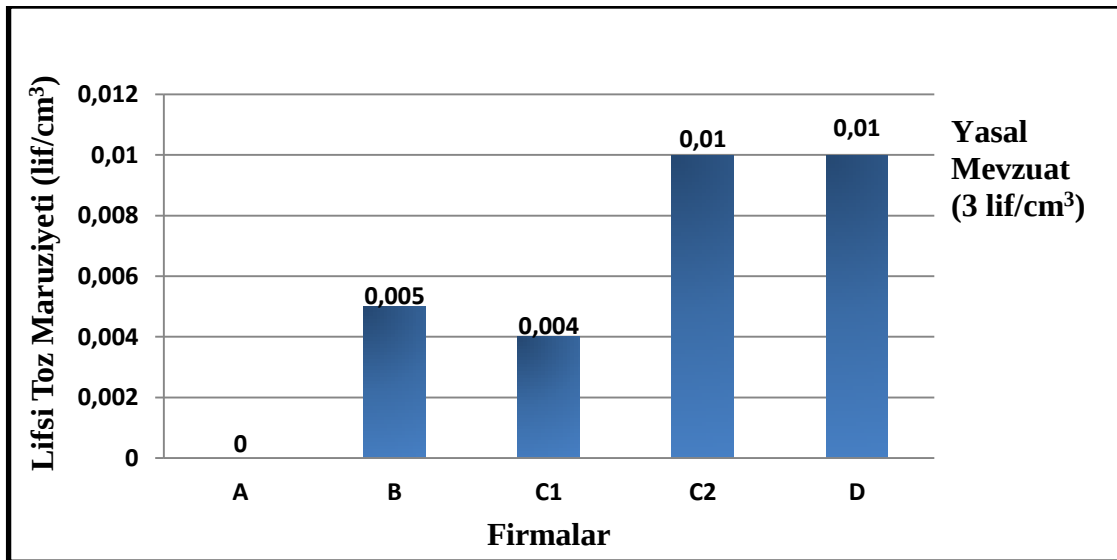
Tozla mücadele yönetmeliğine göre solunabilir toz maruziyet sınır değeri sekiz saatlik maruziyet için 5 mg/m^3 'tür [51]. Uluslararası enstitülerin sınır değerlerine bakacak olursak: HSE'ye ait maruziyet sınır değeri 4 mg/m^3 'ken ACGIH için bu değer 3 mg/m^3 olarak belirlenmiştir [49, 50]. Bütün noktalardaki sonuçlar maruziyet sınır değerlerinin altında

çıkıştır. Bunun yanında C ve D işletmelerindeki mikser operatörlerine ait maruziyet değerlerinin ACGIH'nin belirlediği sınır değere yakın olduğu görülmektedir.

Genel olarak tüm işletmelerde SMC makinesi operatörlerine ait solunabilir toz maruziyetlerinin mikser operatörlerine göre önemli ölçüde az olduğu görülmektedir. Bu durum tozumaya neden olan kalsit boşaltımı işleminin mikserde yapılmasından kaynaklanmaktadır. Hamurhanedeki diğer çalışanların toz maruziyeti önemli ölçüde mikserle aynı yerde olmalarından kaynaklanmaktadır. B işletmesinde SMC operatörü ve mikser operatörü aynı kişi olduğu için 0,55 mg/m³ olan ölçüm sonucu mikser ve SMC makinesinde çalışmada yaşanan toplam maruziyeti göstermektedir. Kapalı mikserle ve otomasyonla çalışılan B işletmesindeki maruziyet değeri diğer işletmelere göre oldukça düşük çıkmıştır.

A işletmesindeki mikser operatörüne ait maruziyet değerinin havalandırmanın daha kuvvetli çalıştığı C ve D işletmesine göre düşük çıkmasının nedeni, A işletmesinde gün içinde diğer işletmelere göre daha az hamur üretimi yapılmasıdır.

A , B, C, ve D işletmelerinin hamurhanelerindeki çalışanlara ait lifsi toz maruziyet değerleri Grafik 4.3.'te verilmiştir.



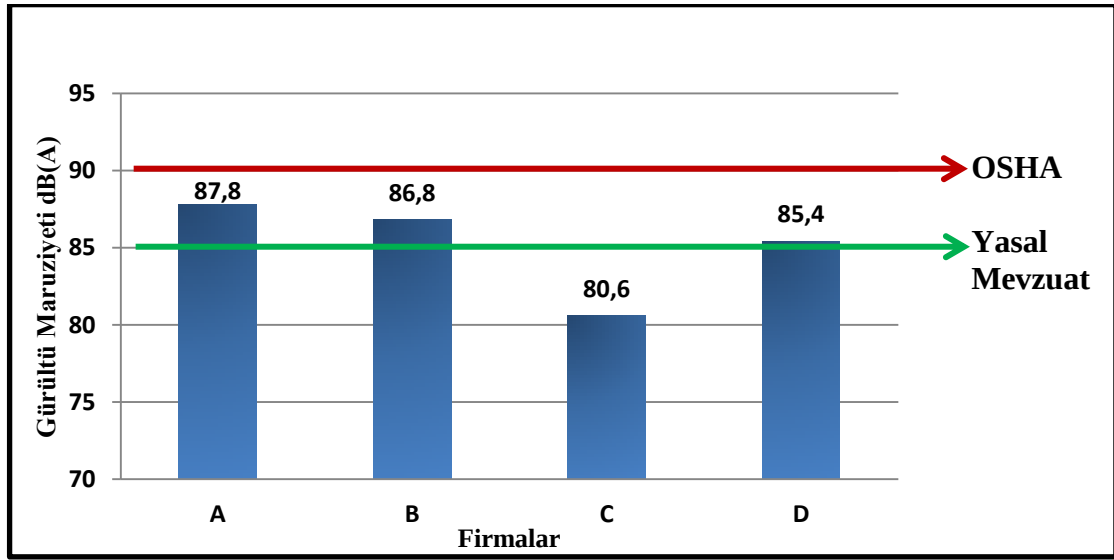
Grafik 4.3. Hamurhane bölümü lifsi toz maruziyet değerleri (TWA)

Tozla mücadele yönetmeliğine göre lifsi toz maruziyet sınır değeri sekiz saatlik maruziyet için 3 lif/cm³'tür [51]. Sonuçların bu değerden oldukça düşük çıktığı görülmektedir.

A işletmesinde yapılan ölçümün sonucu, ölçüm sırasında maruziyet yaşanmadığını gösterse de çalışanlardan elyaf batması yaşandığına dair bilgi alınmıştır. Dolayısıyla az da olsa bu işletmede de cam elyafı maruziyeti söz konusudur.

4.1.1.3. Hamurhane için gürültü ölçüm sonuçları ve bulgular

A , B, C, ve D işletmelerinin hamurhanelerindeki çalışanlara ait gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.4.'te verilmiştir.



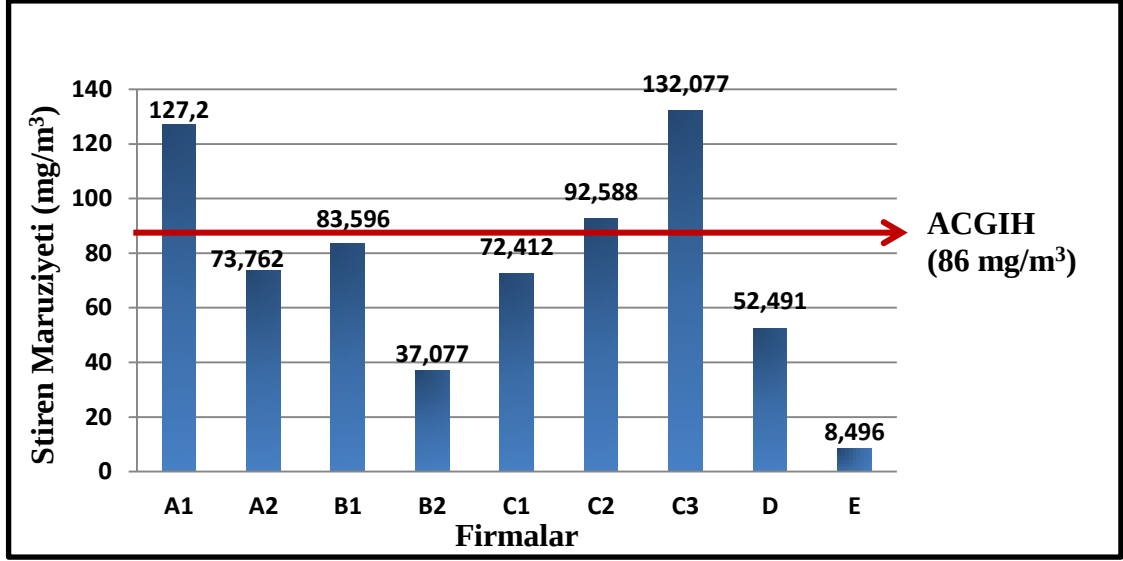
Grafik 4.4. Hamurhane bölümü gürültü maruziyet değerleri

İşletmelerin hamurhanelerindeki gürültü maruziyet değerlerine bakıldığında, A, B ve D işletmelerinin hamurhanelerindeki gürültü maruziyetlerinin 85 dB(A) olan en yüksek maruziyet eylem değerinin üzerinde olduğu, en düşük maruziyetin ise C işletmesinde yaşandığı görülmektedir. Hamurhanedeki gürültü maruziyetinin yüksek çıkmasındaki en önemli etken, yakında çalışan montaj operatörleridir. C işletmesinde hamurhanede çalışan kişinin maruziyetinin düşük çıkmasının nedeni, gün içinde montaj operatörlerine yakın bir konumda bulunmamasından kaynaklanmış olabilir.

4.1.2. Preshanede Yapılan Ölçüm Sonuçları ve Bulgular

4.1.2.1. Preshane için stiren ölçüm sonuçları ve bulgular

A , B, C, D ve E işletmelerinin pres operatörlerine ait stiren maruziyet değerleri Grafik 4.5.'te verilmiştir.



Grafik 4.5. Preshane bölümü stiren maruziyet değerleri (TWA)

Grafik 4.5.'teki sonuçlara bakıldığında ACGIH'nin stiren için belirlediği 86 mg/m³ olan sınır değer grafiğin üç noktasında geçildiği görülmektedir.

Ölçüm sonuçlarına bakıldığında yarı mamulun preslenmesi işlemini yapan pres operatörlerinin yeterli havalandırma sağlanmadığı takdirde bazı işletmelerin hamurhanelerine yakın ve bazı işletmelerin hamurhanelerinden ise daha yüksek maruziyet yaşayabildikleri görülmektedir.

İşletmelerin ortalamalarına göre en yüksek maruziyetler A ve C işletmelerinde yaşanmaktadır. Bu işletmelerde hamurhane ve preshanenin iç içe olduğu ve hamurhanenin kapısının sürekli açık tutulduğu göz önünde bulundurulduğunda bu durumun beklenilebilir bir sonuç olduğu görülmektedir.

İkinci yüksek ortalama B işletmesine aittir. Bu işletmenin hamurhanesinde kapalı mikserle ve otomasyonla çalışma yapılmaktadır. Dolayısıyla preshanedeki maruziyete hamurhanenin katkısı yoktur. Hamurhaneye ait ölçüm sonuçlarına bakıldığında bu işletmenin preshanesindeki maruziyetin daha fazla olduğu görülmektedir.

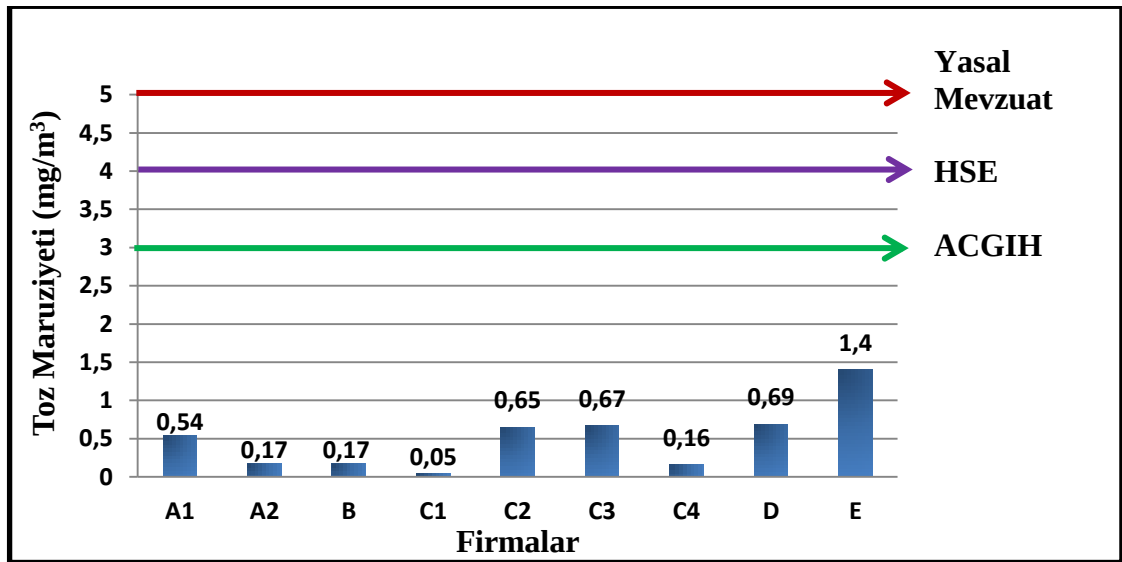
Üçüncü yüksek maruziyet D işletmesinde görülmektedir. Bu işletmenin preshanesi ve hamurhanesi birbirinden ayrı konteyner binalarda bulunmaktadır.

En düşük maruziyetin görüldüğü E işletmesinde ise hamurhane yoktur. E işletmesinin üretim kapasitesi olarak diğer işletmelerin oldukça gerisinde olması maruziyetin bu kadar düşük çıkmasının diğer bir nedeni olarak gösterilebilir.

Aynı işletmelere ait pres operatörlerinin arasındaki maruziyet farkı yapılan gözlemlere göre iş yoğunluklarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

4.1.2.2. Preshane için solunabilir toz ölçüm sonuçları ve bulgular

A , B, C, D ve E işletmelerinin pres operatörlerine ait solunabilir toz maruziyet değerleri Grafik 4.6.'da verilmiştir.



Grafik 4.6. Preshane bölümü solunabilir toz maruziyet değerleri (TWA)

Grafik 4.6.'da işletmelerin preshanelerine ait solunabilir toz maruziyet konsantrasyonlarının tüm noktalarda yasal ve uluslararası kuruluşlarca belirlenen maruziyet sınır değerlerinin altında olduğu görülmektedir.

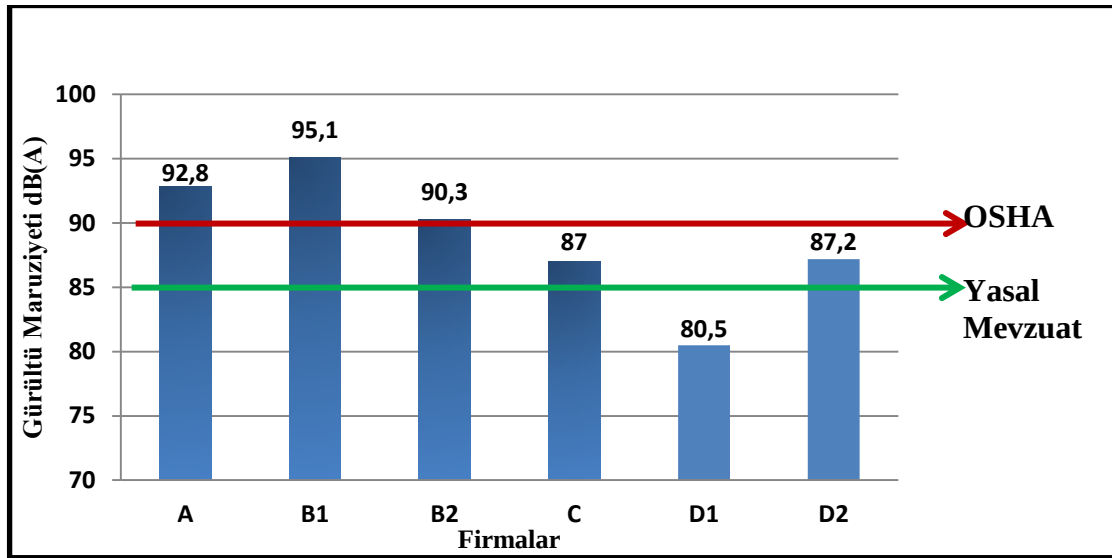
Maruziyet konsantrasyonu en yüksek olan E işletmesinde lokal emiş yapan sistemlerin olmayışı, iş yoğunluğu fazla olmamasına rağmen diğer işletmelere göre fazla maruziyet yaşanmasının nedenidir. Zira maruziyetin daha düşük çıktığı fakat operatörlerin daha yoğun olarak tozlu işlerle uğraştığı C işletmesinde tozu kaynağında bertaraf eden toz emiş sistemleri bulunmaktadır.

A, B ve D işletmelerindeki pres operatörleri ise, C işletmesindeki operatörlere göre daha az tozlu işlerle uğraşmakta, genelde eğe kullanarak yalnızca kompozit malzemedeki basit fazlalıkları gidermektedirler. Bu işletmelerde tozlu yüzey işlemleri daha çok montaj ve zımpara yapan çalışanlar tarafından halledilmektedir.

B işletmesinde ise çok tozlu işlemler içerden havalandırılmalı ayrı kabinlerde yapılmakta ve çevre için oluşabilecek tozuma minimuma indirilmektedir.

4.1.2.3. Preshane için gürültü ölçüm sonuçları ve bulgular

A, B, C, D işletmelerinin pres operatörlerine ait gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.7.'de verilmiştir.



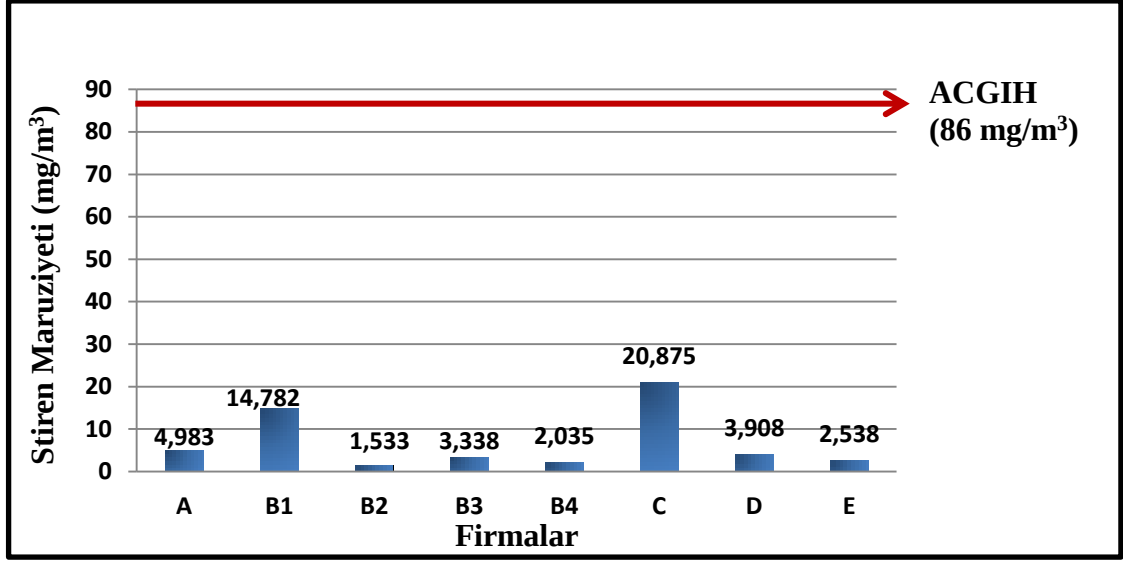
Grafik 4.7. Preshane bölümü gürültü maruziyet değerleri

İşletmelerin preshanelerindeki gürültü maruziyet değerlerine bakıldığında tüm işletmelerde gürültü maruziyetlerinin 85 dB(A) olan en yüksek maruziyet eylem değerinin üzerinde olduğu, en düşük maruziyetin ise D1 operatörüne ait olduğu görülmektedir. D1 operatörü gün içinde havalı ve elektrikli el aletleri ile çalışma yapmamış ve pres işleminden daha çok kalıptan çıkan ürünlerin eğe ile çapak alma işlemlerini yapmıştır.

4.1.3. Montaj Bölümünde Yapılan Ölçüm Sonuçları ve Bulgular

4.1.3.1. Montaj bölümü için stiren ölçüm sonuçları ve bulgular

A, B, C, D ve E işletmelerinin montaj operatörlerine ait stiren maruziyet değerleri Grafik 4.8.'de verilmiştir.



Grafik 4.8. Montaj bölümü stiren maruziyet değerleri (TWA)

Grafik 4.8.'e bakıldığında genel olarak stiren maruziyetlerinin oldukça az ve ACGIH ve HSE gibi kuruluşlar tarafından belirlenen sınır değerlerin altında olduğu görülmektedir.

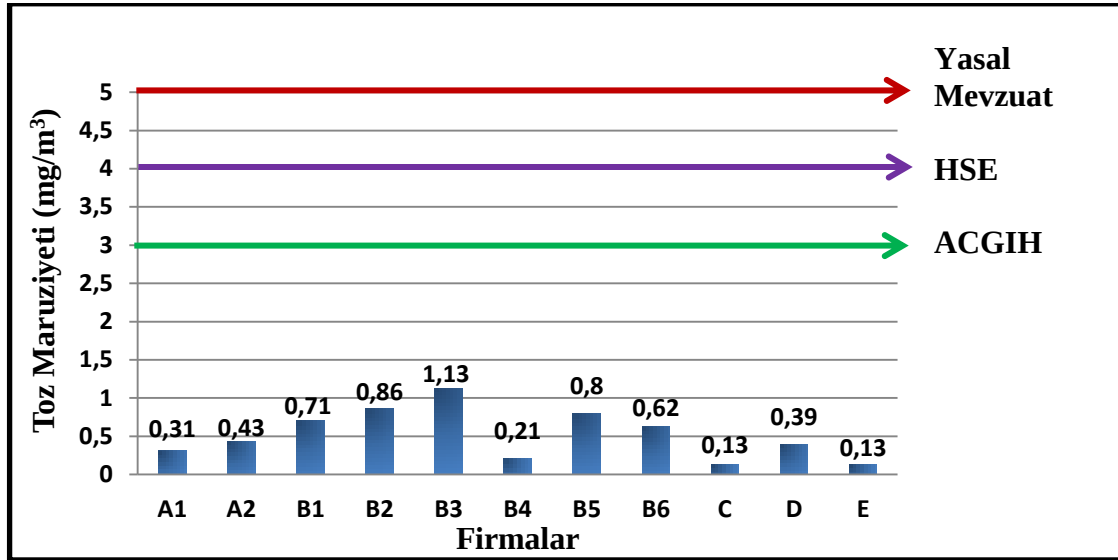
A ve C işletmelerinde montaj işlemlerini yapan çalışanlar preslerin olduğu bölgede ve sürekli olarak açık duran hamurhane kapısının hemen dışında çalışmaktadırlar. Dolayısıyla bu kişilerin yaşadığı maruziyet hem hamurhane hem de preshane kaynaklıdır. A işletmesinde montaj işleminin yapıldığı yer tam sevkiyat çıkışının önünde olduğundan ve sevkiyat çıkışı da sürekli açık olduğundan burada gaz maruziyeti oldukça azdır. C işletmesinde ise montaj bölümü hamurhane ve preshanenin ortasında ve tamamen içte kalmaktadır. Dolayısıyla C işletmesindeki maruziyet A işletmesine göre oldukça yüksek çıkmıştır.

D işletmesinde montaj bölümünün preshane ve hamurhaneden farklı bir binada olması ve E işletmesinde hamurhanenin olmayıp preshanenin de ayrı bir katta olması, maruziyet sonuçlarının oldukça düşük çıkmasına neden olmuştur.

B işletmesinde B2 B3 ve B4 noktaları hamurhane ile aynı katta bulunmakta iken B1 noktası preshane ile aynı katta bulunmaktadır. Bu işletmenin hamurhanesinde kapalı mikser ve otomasyon sistemi ile çalışıldığı için hamurhanedeki maruziyet preshanedekinden oldukça düşüktür. Bu durum B1 noktasına ait sonucun B2, B3 ve B4 noktalarına göre yüksek çıkmasına yol açmıştır.

4.1.3.2. Montaj bölümü için solunabilir toz ölçüm sonuçları ve bulgular

A , B, C, D ve E işletmelerinin montaj operatörlerine ait solunabilir toz maruziyet değerleri Grafik 4.9.'da verilmiştir.



Grafik 4.9. Montaj bölümü solunabilir toz maruziyet değerleri (TWA)

Grafik 4.9.'daki sonuçlara bakıldığında genel olarak bütün noktadaki maruziyetlerin yasal maruziyet sınır değeri ile ACGIH ve HSE tarafından belirlenen maruziyet sınır değerlerinin oldukça altında olduğu görülmektedir.

En yüksek maruziyetin yaşandığı B3 noktasındaki çalışan jet taşı (kesme taşı) ile zımpara yapmıştır. A1 verisi delik delme işlemi, kapak ve gövde montajı ve el zımparası ile zımpara yapan çalışana aitken, A2 verisi havalı matkap ile çapak alma işlemi yapan çalışana aittir. B1 çalışanı motorlu el zımparası ile çapak alma işlemi yaparken, B2 çalışanı el zımparası ile çalışmıştır. B4 ve B6 çalışanları kapak gövde birleştirme gibi montaj işlemleri yapmıştır. B5 çalışanı çapak alma kabininde havalı matkapla çalışmıştır. D çalışanı delme ve kapak gövde montajı işlemlerinin yanında, ege ile parça yüzeylerinin temizlenmesi işlemini yapmıştır. C ve E çalışanları ise delme, vidalama, kapak gövde montajı ve ege ile basit kesme işlemlerini yapmıştır.

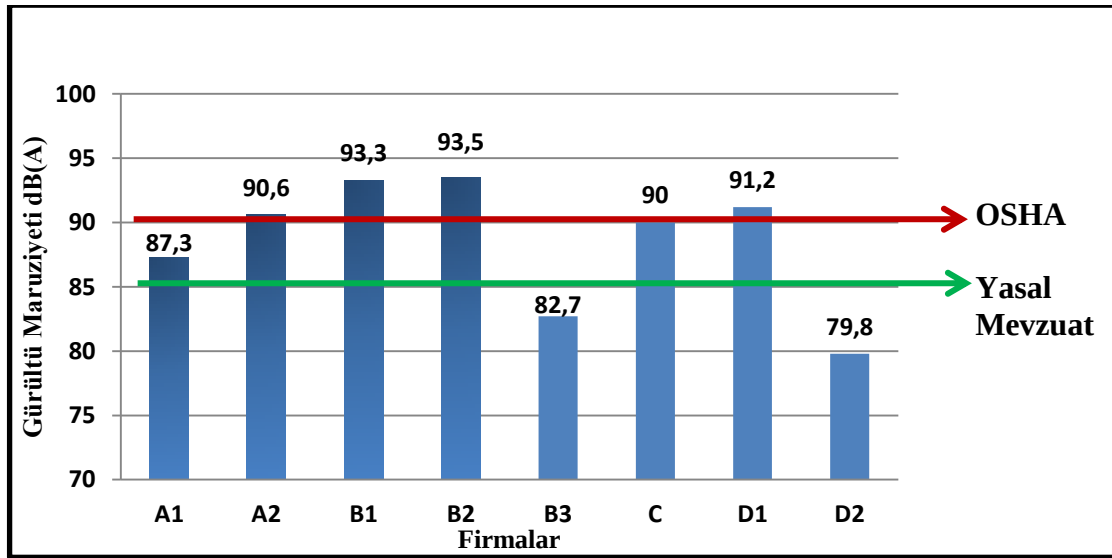
İşletmelere ait genel ortalamalara baktığımızda preshaneye ait toz maruziyet değeri tüm işletmeler arasında en düşük olan B işletmesinde ($0,17 \text{ mg/m}^3$), montaj kısmında toz maruziyeti tüm işletmeler arasında en yüksek çıkmıştır (B işletmesinin maruziyet sonuçlarının

ortalaması = 0,72 mg/m³). Tam tersine preshanesinde en yüksek toz maruziyeti yaşanan E işletmesinde (1,4 mg/m³) ise montaja ait maruziyet en düşük çıkmıştır (0,13 mg/m³). Bu durum tozlu işlemlerin ortalama olarak her işletmede aynı maruziyetlere yol açtığını, yalnızca bu işlemleri bazı işletmelerde pres operatörlerinin bazı işletmelerde ise montaj operatörlerinin yaptığını göstermektedir.

Üretim kapasitesi yüksek olan işletmelerdeki çalışanlarla, üretim kapasitesi düşük olan işletmelerdeki çalışanların aynı maruziyeti yaşamasının nedeni ise, özellikle B ve C işletmelerinde daha kuvvetli havalandırmalar ve toz emiş sistemlerinin olmasından kaynaklanmaktadır.

4.1.3.3. Montaj bölümü için gürültü ölçüm sonuçları ve bulgular

A, B, C, D işletmelerinin montaj operatörlerine ait gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.10.'da verilmiştir.



Grafik 4.10. Montaj bölümü gürültü maruziyet değerleri

İşletmelerin montaj bölümlerine ait gürültü maruziyet değerlerine bakıldığında tüm işletmelerde gürültü maruziyetlerinin 85 dB(A) olan en yüksek maruziyet eylem değerinin üzerinde olduğu, B3 ve D2 operatörlerinde ise bu değerin aşılmadığı görülmektedir. B3 ve D2 operatörleri, gürültülü çalışma yapan diğer montaj operatörlerinden ayrı bir bölgede, kapak gövde birleştirme gibi daha az gürültü maruziyetine neden olan işlemleri yapmaktadır.

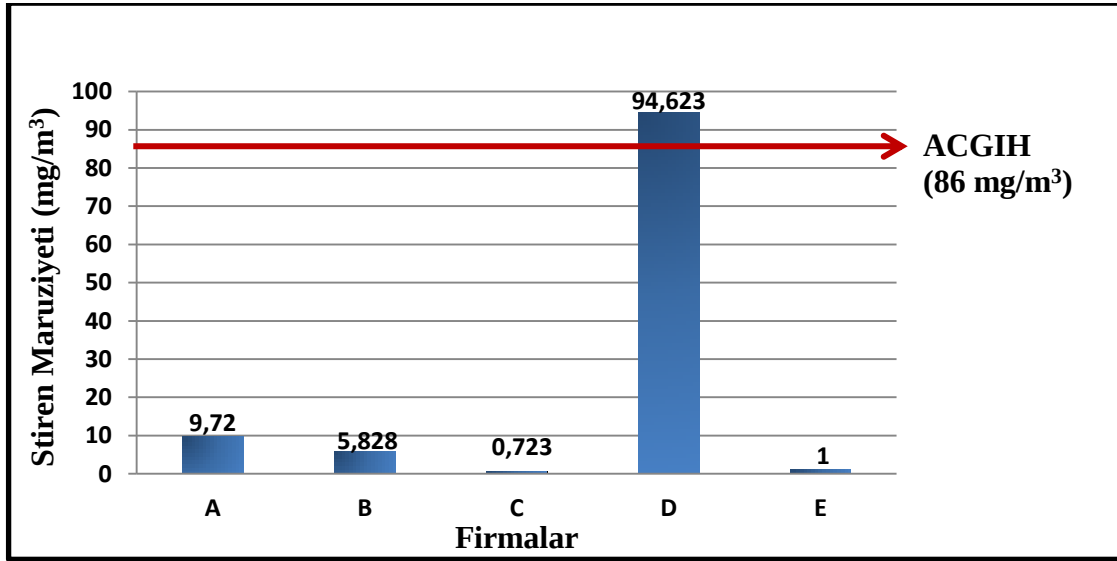
4.1.4. Kalite Kontrol Laboratuvarında Yapılan Ölçüm Sonuçları ve Bulgular

A, B, C ve E işletmelerinde laboratuvarlarda sürekli olarak aktif bir çalışma olmadığından bu laboratuvarlarda sabit nokta ölçümleri yapılmıştır. D işletmesinde ise kişisel maruziyet ölçümleri yapılmıştır.

D laboratuvarının dışındaki laboratuvarlarda ölçüm boyunca herhangi bir test yapılmamıştır. Dolayısıyla sabit nokta ölçümü yapılan A, B, C ve E laboratuvarlarından edinilen veriler tamamen dış etkenlerden kaynaklanmaktadır. Tüm işletmelerde laboratuvarlar üretim alanında ve belli oranda gaz ve toz maruziyetine neden olabilecek bölümlerle iç içe bulunmaktadır.

4.1.4.1. Kalite kontrol laboratuvarı için stiren ölçüm sonuçları ve bulgular

A, B, C, D ve E işletmelerinin kalite kontrol laboratuvarlarına ait stiren maruziyet değerleri Grafik 4.11.'de verilmiştir.



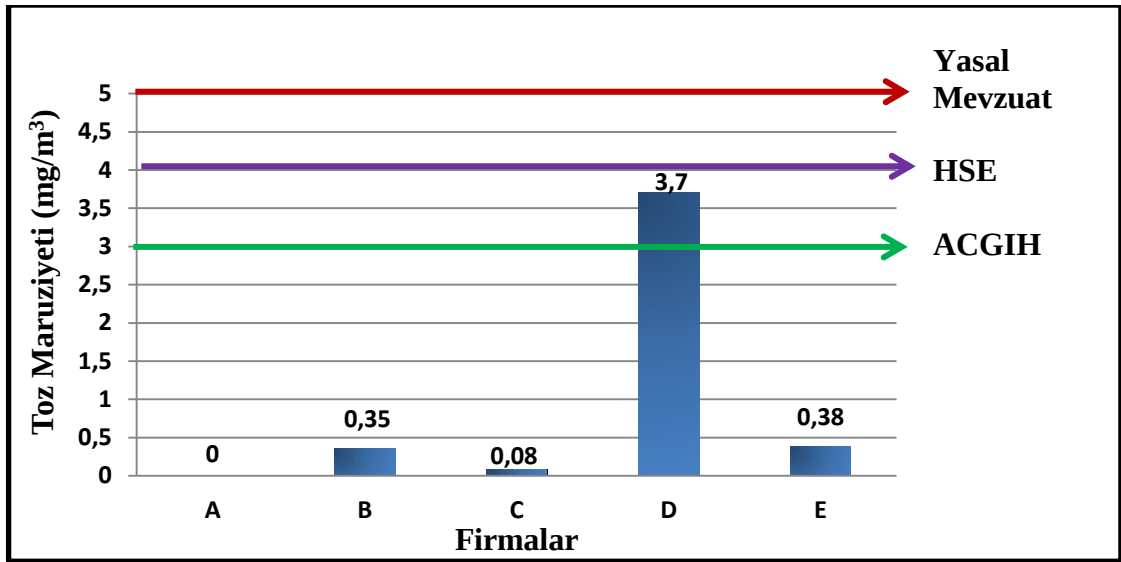
Grafik 4.11. Kalite kontrol laboratuvarı stiren maruziyet değerleri (TWA)

Grafik 4.11.'de görüldüğü üzere sabit nokta ölçümü yapılan ve ölçüm boyunca içerisinde herhangi bir çalışma olmayan A, B, C ve E laboratuvarlarına ait sonuçlar son derece düşük çıkmaktayken D işletmesinin laboratuvarında çalışan kimyagere ait kişisel maruziyet ölçüm sonucu ACGIH'nin belirlediği 86 mg/m³ olan sınır değeri geçmiştir.

D işletmesinde çalışan kimyager, gün boyunca viskozite ölçümü ve elyaf oranı testlerini yapmıştır. Bu kişinin stiren maruziyet sonucuna, yaptığı işin yanı sıra büyük oranda laboratuvarın iç içe olduğu hamurhanenin de katkısı olmuştur. Ölçümler süresince BMC makinesi yalnızca bu işletmede çalıştırılmış ve bu çalışmanın yetersiz lokal havalandırma nedeniyle çevre için de büyük bir stiren maruziyeti kaynağı oluşturduğu görülmüştür.

4.1.4.2. Kalite kontrol laboratuvarı için solunabilir toz ölçüm sonuçları ve bulgular

A , B, C, D ve E işletmelerinin kalite kontrol laboratuvarlarına ait solunabilir toz maruziyet değerleri Grafik 4.12.'de verilmiştir.



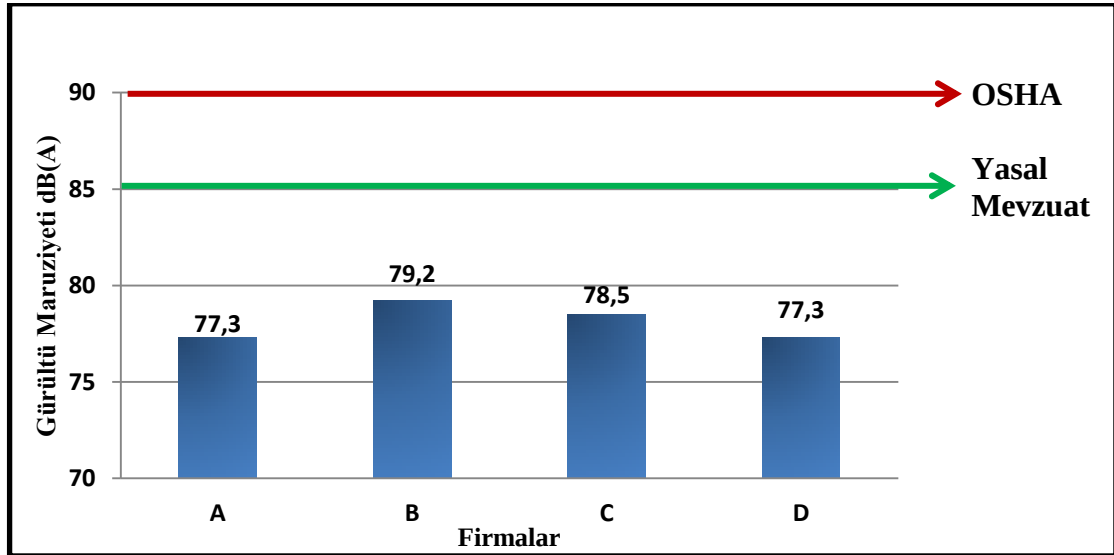
Grafik 4.12. Kalite kontrol laboratuvarı solunabilir toz maruziyet değerleri (TWA)

Grafik 4.12.'de görüldüğü üzere sabit nokta ölçümü yapılan ve ölçüm boyunca içerisinde herhangi bir çalışma olmayan A, B, C ve E laboratuvarlarına ait sonuçlar oldukça düşük çıkmıştır. D işletmesindeki laboratuvar teknikerine ait solunabilir toz ölçüm sonucunun ise 5 mg/m³ olan yasal sınır değerinin altında olmakla beraber HSE'ye ait 4 mg/m³ olan sınır değere oldukça yaklaştığı, ACGIH tarafından belirlenen 3 mg/m³ değerindeki solunabilir toz maruziyet sınır değerini ise geçtiği görülmektedir.

D işletmesindeki laboratuvar teknikeri test yapılacak plakaların basılması ve kesilmesi gibi tozlu işlemleri laboratuvar dışında; bu plakalara yapılacak darbe, çekme ve eğme gibi mekanik testleri ise laboratuvar içinde yapmıştır. Dolayısıyla bu kişisel maruziyet verisi yalnızca laboratuvar ortamında yaşanan maruziyeti yansıtmamaktadır.

4.1.4.3. Kalite Kontrol Laboratuvarı için gürültü ölçüm sonuçları ve bulgular

A, B, C, D işletmelerinin kalite kontrol laboratuvarlarına ait gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.13.'te verilmiştir.



Grafik 4.13. Kalite kontrol laboratuvarı gürültü maruziyet değerleri

İşletmelerin kalite kontrol laboratuvarlarına ait gürültü maruziyet değerlerine bakıldığında tüm işletmelerde gürültü maruziyetlerinin 85 dB(A) olan en yüksek maruziyet eylem değerinin altında ve ortalama olarak tüm noktalarda 78 dB(A) civarında olduğu görülmektedir.

4.1.5. Stirene Ait Anlık Gaz Ölçüm Sonuçları ve Analitik Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırması

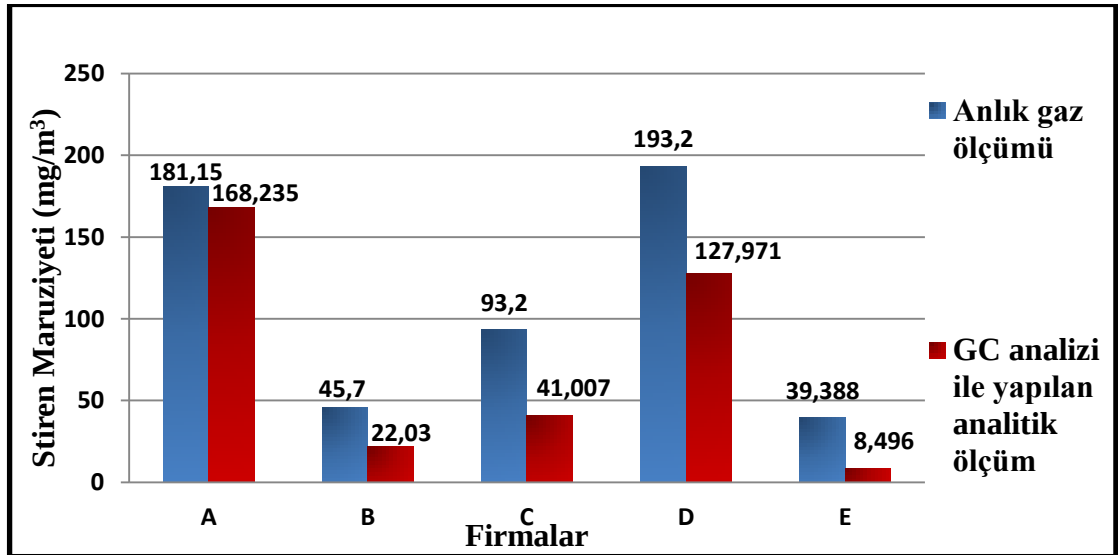
Anlık gaz ölçümlerinin ne kadar hassas sonuç verebildiğini tartışmak üzere, işletmelerin stiren maruziyetinin en çok yaşandığı öngörülen bölümlerinde, gaz kromatografisinde analiz edilmek üzere hava örnekleme pompalarıyla yapılan ölçümlerin yanında, dedektör tüp pompaları ve dedektör tüpler kullanılarak renk değiştirme metoduna göre anlık gaz ölçümleri de gerçekleştirilmiştir. Anlık gaz ölçümleri her nokta için TS EN 689 standardında geçen Tablo 4.1.'e göre belirlenen sayılarda yapılmıştır.

Tablo 4.1. Numune alma süresi ile ilgili bir vardiya başına en az numune sayısı [45]

Numune alma süresi	Her bir vardiya için en az numune sayısı
10 saniye	30
1 dakika	20
5 dakika	12
15 dakika	4
30 dakika	3
1 saat	2
≥ 2 saat	1

Stiren dedektör tüp kutularının içinde bulunan reçeteye göre bir tüp için örnekleme süresi 1 dk olduğundan, öğleden önce ve öğleden sonra 10'ar adet olmak üzere her bir nokta için toplam 20 adet anlık gaz (stiren) ölçümü gerçekleştirilmiş ve bu ölçümler için TWA cinsinden sonuçlar elde edilmiştir.

Grafik 4.14.'te anlık gaz ölçümü ile elde edilen sonuçlar, aynı noktalar için hava örnekleme pompalarıyla alınan numunelerin gaz kromatografisinde analizi yapılarak elde edilen sonuçları ile karşılaştırılmıştır.



Grafik 4.14. Stirene ait anlık gaz ölçümü sonuçları ve analitik ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması

A, B, C ve D işletmelerinden alınan numuneler hamurhanede mikser besleme yapan çalışanlara aittir. Bu nokta en çok stiren maruziyetinin burada yaşanacağı düşünülerek seçilmiştir. E işletmesinde hamurhane olmadığı için buradaki ölçümler de diğer bölümlerde çalışanlara göre daha çok maruziyet yaşayan pres operatöründen alınmıştır. Anlık gaz ölçümü ve hava örnekleme pompası ile yapılan ölçümler her işletme için aynı günde aynı kişiden bir vardiyanın maruziyetini gösterecek sürelerle alınmış ve tüm sonuçlar TWA cinsinden verilmiştir.

Grafik 4.14.'te görüldüğü gibi, genel olarak bütün işletmelerde anlık gaz ölçüm sonuçları, hava örnekleme pompasıyla alınan ölçümlerin sonuçlarından yüksek çıkmıştır.

Birbirine en yakın sonuçlar, hava örnekleme pompasıyla yapılan ölçümlerin sonuçlarına göre en yüksek maruziyetin yaşandığı A işletmesinde elde edilmiştir. Maruziyetin A işletmesine göre daha düşük olduğu B ve C işletmelerinde ise anlık gaz ölçümlerine ait sonuçlar hava örnekleme pompasıyla yapılan ölçümlere ait sonuçların neredeyse iki katı çıkmıştır.

Hava örnekleme pompalarıyla yapılan ölçümlerin sonuçlarına göre en düşük maruziyetin yaşandığı E işletmesine ait sonuçlar karşılaştırıldığında ise aradaki farkın 4 kattan fazla olduğu görülmektedir.

En yüksek maruziyetin yaşandığı ikinci işletme olan D işletmesine ait sonuçlar karşılaştırıldığında ise, sonuçlardaki sapmanın düşük maruziyet yaşanan işletmelere göre daha az, yüksek maruziyet yaşanan A işletmesine göre ise oldukça fazla olduğu görülmektedir. D işletmesindeki sonuçların yüksek maruziyet yaşanan A işletmesinde olduğu gibi birbirine yakın çıkmamasının nedeni, bu işletmede öğleden önce yapılan ölçüm sırasında mikserde çalışan kişinin hemen yanında bulunan BMC makinasının çalıştırılması ve buna bağlı olarak sabah ve öğleden sonra yaşanan maruziyetler arasında yüksek farklar oluşmasıdır.

Genel olarak karşılaştırma sonuçlarını sıralayacak olursak:

- ✓ Anlık gaz ölçümleri TWA verecek sayıda yapılırsa dahi hava örnekleme pompalarına göre oldukça kısa süreli bir ölçüm alınmış olmaktadır. Dolayısıyla kişinin genellikle işi başındayken alınan bu ölçümler ile homojen bir örnekleme sağlanamamaktadır ve sonuçlar homojen örnekleme sonuçlarına göre her durumda yüksek çıkmaktadır.

- ✓ Gerçek maruziyet ne kadar yüksekse anlık gaz ölçüm sonuçları ile hava örnekleme pompalarıyla yapılan ölçümlerin sonuçları birbirine o kadar yakın çıkmaktadır. Maruziyet azaldıkça bu iki ölçüm sonucu arasındaki fark büyümektedir.
- ✓ Maruziyetteki dalgalanma ölçüm sonuçları arasındaki farkı arttıran başka bir faktördür.
- ✓ Sonuç olarak dedektör tüpler ve hava örnekleme pompalarıyla yapılan ölçümlerde birbirine en yakın sonuçlar, yüksek konsantrasyonda ve büyük dalgalanmaların olmadığı maruziyetlerde elde edilebilmiştir.

4.2. İŞLETMELERDE İSG RİSKLERİ İLE İLGİLİ TESPİTLER

4.2.1. Kimyasal Riskler

4.2.1.1. Hamurhane bölümünde kimyasal riskler

Yapılan anlık gaz ölçümlerine göre, cam elyaf takviyeli plastik üretiminde yaşanan stiren maruziyetinin, polyester ve diğer katkıları içeren hamur malzemelerinin mikserde karıştırılmaya başlanmasından bir süre sonra, bu kimyasalların aralarında reaksiyon meydana geldiği ilk anlarda en üst noktaya ulaştığı görülmüştür. Çalışanın bu anlarda mikser başından mümkün olduğunca uzak durması yaşanan maruziyeti önemli derecede azaltacaktır.

Resim 4.1.'de malzemeler karıştırılmaya başlandığı anda yapılan anlık gaz ölçümü gösterilmiştir.



Resim 4.1. Mikserde malzeme karışımı sırasında yapılan anlık gaz ölçümü

Hamur karışımında bağlayıcı olarak kullanılan doymamış polyester reçine, yaklaşık % 40 oranında stiren içermektedir. Ayrıca kompozitin yüzey kalitesini arttırmak amacıyla kullanılan jelkot da polyester içeriği olan bir karışımdır. Tüm bunların yanında hamura inceltici olarak da stiren katılabilmektedir.

Stiren alevlenebilir, göz ve deriyi tahriş edici ve solunması zararlı bir kimyasaldır. Hamur oluşumunda katalizör olarak kullanılan organik peroksitler ile sertleştirici ve incelticiler de temas sonucunda, gözlerde, solunum yollarında ve mukozada lokal tahrişlere ve yanmalara neden olabilmektedir.

Hamurhanede yaşanan toz maruziyetinin kaynağı ise büyük ölçüde mikser besleme sırasında hamur karışımına dolgu maddesi olarak eklenen kalsittir. Kalsit doğal bir mineral olup zehirlenme veya tahriş edici etkisi yoktur. Hamura kalıp ayırıcı olarak eklenen çinko stearat ve kalsiyum stearat ise tozuma yapabilecek diğer malzemelerdir.

Resim 4.2.'de hamura eklenecek katkı malzemelerinin tartılması ile kazana kalsit ve polyester aktarılması işlemleri gösterilmiştir.



Resim 4.2. Katkı malzemelerinin tartılması / hamur kazanına kalsit ve polyester aktarılması

Tüm bu malzemelerin tartılması, eklenmesi ve karıştırılması sırasında mikser başında yoğun olarak tozuma ve uçucu kimyasal maddelerin salınımı gerçekleşmektedir. İş yerlerinde kirleticiyi kaynağında yakalayan lokal egzoz havalandırma sistemleri toz ve gaz maruziyetlerini minimuma indirecektir. Genel olarak tüm bu kimyasallara maruziyet tehlikesi yaşayan mikser operatörleri içeriğinde toz filtresi de bulunan yarım yüz gaz maskesi, iş elbisesi ve koruyucu eldiven kullanmalıdır.

İşyerlerinde yapılan gözlemlerde mikser operatörlerinin gerekli kişisel koruyucu donanımları (KKD) kullandığı fakat bazı operatörlerde kullanılan maskelerin oldukça yıpranmış olduğu ve filtrelerin son kullanım tarihlerine dikkat edilmediği tespit edilmiştir. Genelde tüm işletmelerde mikser başında lokal emiş davlumbazları bulunmakla beraber, bu sistemlerin her işletmede aynı kuvvetle ve süreyle çalıştırılmadığı görülmüştür.

Resim 4.3.'te kazana kalsit dökülmesi sırasında lokal emiş sistemiyle oluşan tozumanın kaynağında bertaraf edilmesi gösterilmiştir.



Resim 4.3. Kazana kalsit dökülmesi sırasında oluşan tozun kaynağında emilişi

CTP üretiminde takviye olarak kullanılan cam elyafı, üst solunum yolu ve cilt tahrişine neden olabilmektedir. Yapılan ölçümlerde çalışanlardaki cam elyafı maruziyeti sınır değerlerin oldukça altında çıkmıştır. Maruziyet az olsa da kaşıntıverici ve batıcı olan cam elyafının çalışanlar için rahatsız edici olduğu gözlemlenmiştir. Bu bakımdan mevcut maruziyeti giderici önlemlerin alınması gerekmektedir.

Resim 4.4.'te SMC makinesini besleyen ve açıkta duran cam elyaf bobinleri ve SMC makinesinde cam elyafının kesilmesi sırasında makinenin üstünde duran operatör gösterilmiştir.



Resim 4.4. Cam elyaf bobinlerinden SMC makinesine elyaf sarımı ve SMC makinesinde cam elyafının kesilmesi sırasında oluşan cam elyaf tozu maruziyeti

Cam elyaf tozuna maruziyetin önlenmesi için kullanılmayan cam elyaf bobinleri ambalajı içerisinde tutulmalıdır. SMC makinesini besleyen cam elyaf bobinleri ise kapalı bir bölmeye alınmalı ve böylece en azından sarım sırasında meydana gelecek tozumaya maruziyet önlenmelidir.

İşletmelerde cam elyaf tozu maruziyeti yaşayan çalışanların mekanik tahrişi önlemek için uzun kollu iş elbisesi giydikleri, koruyucu eldiven ve toz maskesi taktıkları görülmüştür.

Hamurhaneye ait ölçüm grafiklerinde kapalı mikser ve otomatik dozajlama sistemiyle çalışılan B işletmesinde hem mikser hem de SMC operatörü olarak çalışan kişinin yaşadığı maruziyetin, diğer işletmelerin mikser ve SMC operatörlerinin yaşadığı maruziyetin toplamından az olduğu görülmektedir. Kapalı mikserle çalışmalarda kimyasallara ve toza maruziyet minimuma indirgenmektedir.

Resim 4.5.'te hamurhanede kullanılan açık ve kapalı mikserler gösterilmiştir.



Resim 4.5. Hamurhanelerde kullanılan açık ve kapalı mikserler

Açık mikserle çalışılan işletmelerde hem çalışan için hem de çevredeki çalışanlar için yüksek konsantrasyonlarda toz ve gaz maruziyeti söz konusudur. Gidilen tüm işletmelerde mikserin hamurhanenin ortasında olduğu görülmüştür. Çevredeki çalışanların mikserden kaynaklanan kimyasallara ve toza maruziyetini önlemek için mikserin çalışma ortamından tecrit edilip içerden havalandırılmalı özel bir bölme alınması gerekmektedir.

Normal şartlarda SMC makinesinden kaynaklanan stiren salınımı, mikserden kaynaklanan stiren salınımından daha düşüktür. Buna karşı yapılan ölçümlerde A işletmesi dışındaki işletmelerde SMC makinesi operatörlerinin stiren maruziyetlerinin mikser operatörlerinin stiren maruziyetlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni işletmelerde yoğun gaz ve toz maruziyetine neden olan mikserlerin başında güçlü lokal emiş sistemlerinin mevcut olmasıdır. A işletmesinde bulunan mikserin başındaki davlumbazın diğer işletmelerdeki kadar etkin olarak çalışmadığı görülmüştür.

SMC makinesinde çalışanlar için en yoğun kimyasal maruziyeti, mikserde hazırlanan hamurun kazanlarla birlikte makinenin havuzuna aktarımı sırasında yaşanmaktadır. Hamur karışımı yoğun kıvamlı olduğu için kazanın boşaltımı SMC makinesi operatörü tarafından gerçekleştirilmekte ve bu sebeple çalışan yoğun olarak stiren maruziyeti yaşamaktadır.

Kimyasal gazların kaynağından emilmesini sağlamak için SMC makinesinde kazan boşaltımının yapıldığı noktada mikserin üstündeki gibi etkin çalışan bir davlumbazın olması gerekmektedir.

Resim 4.6.'da kazan boşaltımının yapıldığı noktada davlumbaz olan bir SMC makinesi gösterilmiştir.



Resim 4.6. Hamur boşaltımının yapıldığı noktada lokal emiş yapılan bir SMC makinesi

SMC makinesinin etrafının içerden havalandırılmalı olmak üzere tamamen kapatıldığı ve otomasyonla beslendiği B işletmesinde kimyasal gazlar etrafa dağılmadan toplanmaktadır. Yapılan stiren ölçüm sonuçları SMC makinesinden kaynaklanabilecek kimyasal salınımının kaynağında önlendiği B işletmesinde maruziyetin minimuma indirildiğini göstermiştir.

Resim 4.7.'de içerden havalandırılmalı olmak üzere etrafı kapatılmış ve otomasyonla beslenen SMC makinesi görülmektedir.



Resim 4.7. Etrafı kapatılmış ve otomasyonla beslenen SMC makinesi

İşletmelerdeki SMC makinelerinde mikserde olduğu kadar etkin lokal havalandırmalar sağlanmadığı için SMC makinesi operatörlerinin mikser operatörlerine yakın hatta çoğunlukla daha fazla maruziyet yaşadıkları daha önce belirtilmiştir. Buna rağmen mikser operatörlerinin çalışırken gaz maskesi taktıkları, fakat SMC makinesi operatörlerinin kazan boşaltımı sonrası hiç maske takmayabildikleri veya toz maskesi taktıkları görülmüştür. SMC makinesi operatörleri de yoğun kimyasal maruziyeti nedeniyle mikser operatörleri gibi kimyasal gazlara karşı koruma sağlayan yarım yüz maskesi takmalı, eldiven ve iş elbisesi giymelidirler.

Resim 4.8.'de SMC makinesinin beslenmesi sırasında oluşan yoğun stiren maruziyetine karşı çalışanların toz maskesi taktıkları görülmektedir.



Resim 4.8. SMC makinesinin beslenmesi sırasında oluşan yoğun stiren maruziyeti sırasında çalışanların toz maskesi takması

İnceleme yapılan işletmelerde CTP ürün üretimi için yoğun olarak SMC pestili kullanılmaktadır. Ölçüm yapılan günlerde işyerlerinde stoklanmış BMC hamurlarından üretim yapılmıştır. Bu nedenle ölçüm günlerinde sadece dışarıya hamur satışı da yapan D işletmesinde BMC makinesi çalıştırılmıştır. Diğer işletmelerde ise ürün siparişine göre haftada veya on beş günde bir BMC makinesinin çalıştırıldığı bilgisi alınmıştır. Bu sebeplerden dolayı yalnızca D işletmesinde BMC makinesi operatörleri için kişisel maruziyet ölçümü yapılabilmektedir.

Hamurhanede yapılan stiren maruziyeti ölçümü sonuçlarına göre, tüm işletmelerdeki tüm noktalar arasında en yüksek stiren maruziyeti, BMC makinesinde yapılan çalışma sırasında yaşanmıştır ($439,35 \text{ mg/m}^3$). Öğleye kadar çalışan BMC makinesi, aynı bölgede çalışan mikser operatörüne ait öğleden önceki ölçüm sonucunun öğleden sonrakine oranla yaklaşık üç kat daha yüksek çıkmasına neden olmuştur. BMC makinesinin çalışması sırasında gerçekleşen yüksek konsantrasyonda stiren salınımı, yetersiz lokal havalandırma nedeniyle çalışma ortamındaki maruziyetlerin yükselmesine neden olmuştur.

Resim 4.9.'da yetersiz lokal havalandırmayla çalışılan BMC makinesi görülmektedir.



Resim 4.9. Yetersiz lokal havalandırmayla çalışılan BMC makinesine hamur boşaltımı ve kırık elyaf yüklenmesi

BMC makinesinde hamur boşaltımı yapan çalışanın temiz hava beslemeli tam yüz maskesi taktığı görülmüştür. BMC makinesinde çalışmalarda öncelikli olarak lokal emiş sistemleri ile kimyasallar kaynağında yakalanmalıdır. Çalışanlar tam yüz gaz maskesi ve koruyucu eldiven gibi KKD'leri kullanmanın yanı sıra elyaf maruziyetinden korunmak için uzun kollu iş elbiseleri giymelidirler.

Hamurhanede genel olarak oluşabilecek kimyasal madde sızıntı ve döküntülerinin toplanabilmesi için absorban madde temin edilmelidir. Acil durumlarda kullanılmak üzere acil göz ve boy duşu bulundurulmalıdır.

Şekil 4.10.'de acil göz ve boy duşu ile sızıntı ve döküntüleri toplamakta kullanılan adsorban madde gösterilmiştir.



Resim 4.10. Göz ve boy duşu ile temizlik için kullanılacak adsorban madde

4.2.1.2. Preshane bölümünde kimyasal riskler

Pres operatörleri SMC / BMC yarı mamullerinin pres kalıbına doldurulması, pres işleminin gerçekleştirilmesi, bitmiş ürünün kalıptan çıkarılması ve kalıbın temizlenmesi işlemlerini yaparken stiren maruziyeti yaşamaktadırlar. Kazanlarla presin yanına getirilip istiflenen SMC / BMC yarı mamullerinin belli miktarda kimyasal salınımı yapması ve hamurhaneden genel olarak işletmeye yayılan kimyasal gazlar bu maruziyetin yükselmesine yol açan diğer faktörlerdir.

Resim 4.11.'de BMC hamurunun kazanlarla birlikte presin önünde istiflenmesi gösterilmiştir.



Resim 4.11. BMC hamurunun pres önünde istiflenmesi

Ölçüm sonuçlarına göre hamurhanelerinin ve preshanelerinin iç içe bulunduğu ve hamurhanedeki çalışanların stiren maruziyetinin yüksek olduğu A ve C işletmelerindeki pres operatörleri, diğer işletmelerdeki pres operatörlerine göre ortalama olarak daha yüksek stiren maruziyeti yaşamaktadır.

Pres operatörlerinin hamurhaneden gelen kimyasal gazlar nedeniyle ek bir maruziyet yaşamaması için bu bölümlerin birbirinden etkilenmeyecek şekilde ayrı olması hatta mümkünse farklı müstakil binalarda bulunması gerekmektedir.

Ölçüm sonuçlarına göre, pres operatörleri genel olarak mikser operatörlerinden fazla ve hatta bazı noktalarda SMC operatörlerine yakın konsantrasyonlarda stiren maruziyeti yaşamaktadırlar. E işletmesinde lokal havalandırma bulunmamaktadır. E işletmesi dışındaki işletmelerde ise lokal havalandırmalar olmasına rağmen bu maruziyetlerin yaşanması, havalandırmaların yeterli etkinlikte çalışmadıklarını göstermektedir.

Pres operatörlerinin en yoğun maruziyet yaşanan A işletmesinde ve ona nispeten daha az maruziyet yaşanan D işletmesinde hiç maske takmadıkları, diğer işletmelerde ise yalnızca çapak alma işlemleri sırasında toz maskesi taktıkları görülmüştür.

Resim 4.12.'de farklı işletmelerdeki pres operatörlerinin KKD kullanım durumları gösterilmiştir.



Resim 4.12. Pres kullanımı sırasında hiç maske takmayan, kısa kollu elbiseyle çalışan ve toz maskesi takan çalışanlar

Preshanede meydana gelen toz maruziyetinin nedeni havalı el aletleri veya e e kullanımıyla yapılan  apak alma ve zımparalama işlemleridir. Bazı işletmelerde bu işlemleri montaj operatörleri de yapabilmektedir. Pres operatörlerinin montaj operatörleri ile aynı alanda çalıştığı işletmelerde çalışanlar birbirlerinin yaptıkları işlerden dolayı meydana gelen tozuma dan etkilenebilmektedirler. Bu durumda alınabilecek en iyi  nlem özellikle çok tozuma yapan i lerin mümkün olduğunca tecrit edilmesini sağlamak ve böylece çalışanları en azından kendi yaptıkları i le alakalı olmayan maruziyetlerden korumaktır.

Resim 4.13.'te çalışma masasını tümden çevreleyen davlumbaz sistemi ile hem üstten hem de alttan toz emi i yapıldığı görülmektedir. Bu şekilde çalışmalarda tozun u u madan ve yere inmeden önce kaynağında yakalanması gerçekleşmektedir.  ekilde görülen lokal emi  kolları ise kimyasal gazlara karşı korunma sağlamaktadır. Herhangi bir havalandırma olmadan çalışma yapılan işletmede ise oluşan tozun yerde biriktiği görülmektedir.



Resim 4.13. Lokal havalandırmanın yapıldığı bir ortamda toz emişi yapılan masada çalışma ve herhangi bir havalandırma olmadan yapılan çalışma

Pres işlemi sırasında çalışanların gaz maskesi takması gerekmektedir. Tozlu işlemlerle uğraşan pres operatörlerinin ise toz maskesi takması sağlanmalıdır. Genel olarak preshanede birkaç pres çalışır durumda olduğu için kendisi tozlu işlemle uğraşıyor olsa bile ortamda kimyasal gazlar olacağından pres operatörlerinin her durumda içeriğinde toz filtresi de bulunan yarım yüz gaz maskesi takması daha güvenli olacaktır.

Pres operatörleri cam elyaf katkılı SMC / BMC yarı mamullerini kalıba doldururken cam elyafının mekanik tahrişine maruz kalmamak için mutlaka koruyucu eldiven takmalı ve uzun kollu çalışma elbiseleri giymelidirler. Genel olarak preshanede oluşan tozlar sık sık ıslak işlemle temizlenmeli ve zemin kurutulmalıdır.

4.2.1.3. Montaj bölümünde kimyasal riskler

Çalışanlar montaj bölümünde genel olarak zımparalama, kesme gibi son yüzey düzeltme işlemleri ile delme, gövde kapak birleştirme gibi montaj işlemlerini yapmaktadırlar.

Ölçümler sırasında yalnızca C işletmesindeki montaj operatörünün parça yüzeyi temizliği yaptığı görülmüştür. Asetonla yapılan temizlik sırasında anlık gaz ölçümleri yapılmış ve ortalama olarak 72,9 ppm aseton maruziyeti yaşandığı tespit edilmiştir. Bu değer yasal mevzuatta yer alan 500 ppm aseton maruziyet sınır değerinin altındadır. Çalışan bu işlemi temizlediği ürün ile ilgili sipariş durumuna göre günde bir ya da iki defa ve bir iki dakika

süreyle yaptığını söylemiştir. Çalışanın bu işlemi yaparken toz maskesi taktığı görülmüştür. Aseton göz ve deriyi tahriş edici ve solunması zararlı bir kimyasal olduğundan çalışanlar bu temizleme işlemini yaparken gaz maskesi kullanmalıdırlar.

Montaj operatörlerinde stiren için yapılan kişisel maruziyet ölçümlerine ait sonuçların tüm noktalarda ACGIH ve HSE tarafından belirlenmiş olan sınır değerlerden düşük olduğu görülmüştür. Montaj operatörlerinin yaşadığı stiren maruziyeti büyük ölçüde çalıştıkları yerlerin hamurhane veya preshane gibi bölümlere yakın veya iç içe olmasından kaynaklanmaktadır. Zira bu bölümlerin diğer bölümlerden ayrı olduğu işletmelerde sonuçlar diğer işletmelere göre oldukça düşük çıkmıştır.

Kimyasal gaz maruziyetlerinin azaltılması için montaj operatörlerinin preshane ve hamurhane gibi bölümlerden mümkün olduğunca ayrı bir bölümde çalışmalarının sağlanması gerekmektedir.

Montaj operatörlerine ait solunabilir toz ölçüm sonuçlarının tüm noktalarda yasal ve uluslararası kuruluşlarca belirlenen maruziyet sınır değerlerinin altında olduğu görülmüştür. Ölçüm sonuçlarının tartışıldığı bölümde belirtildiği üzere aynı işletmelerde montaj operatörleri ve pres operatörleri arasında toz maruziyeti açısından ters orantılı bir ilişki bulunmaktadır. Montaj operatörlerinin solunabilir toz maruziyet değerinin diğer işletmelere göre yüksek olduğu işletmelerde pres operatörlerinin solunabilir toz maruziyet değerleri daha düşük çıkmıştır. Tam tersi durum için ise bu kez pres operatörlerinin solunabilir toz maruziyet değerleri yükselmektedir. Bu durum işletmelerdeki iş dağılımına bağlı olarak değişmektedir.

Ölçüm sonuçlarına göre yalnızca kapak gövde birleştirme ve ege ile basit fazlalık alma işlemleri yapan montaj operatörlerinde toz maruziyeti oldukça düşük olmasına karşılık, pres operatörlerinin yaptığı çapak alma işlemleri ile havalı / elektrikli el aletleriyle yüzey düzeltme ve kesme işlemlerini yapan çalışanlarda toz maruziyetlerinin daha yüksek çıktığı görülmüştür.

Resim 4.14.'te kapak gövde birleştirme ve delme işlemleri yapan montaj operatörleri görülmektedir. Sağdaki operatörün olduğu işletmede akrobat kollarla lokal havalandırma yapılırken, soldaki operatörün olduğu işletmenin montaj bölümünde lokal havalandırma mevcut değildir.



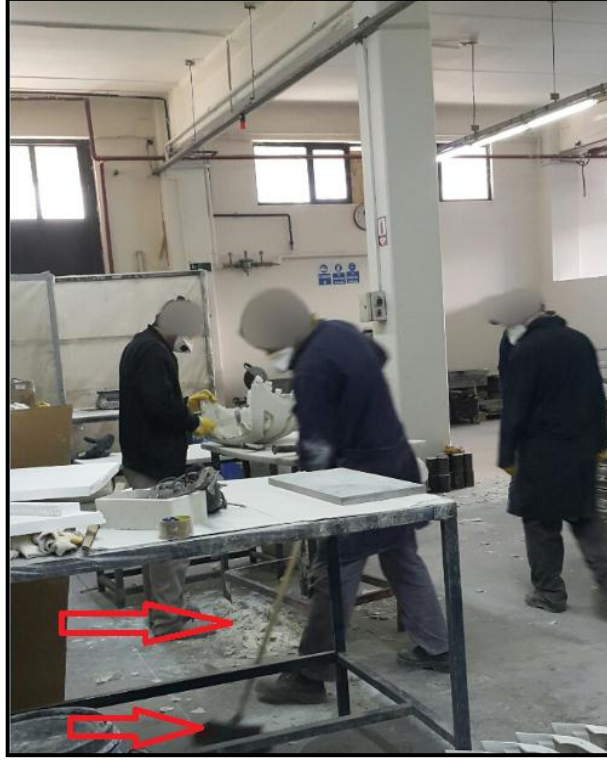
Resim 4.14. Kapak gövde birleştirme ve breytle yapılan delme işlemleri

Jet taşı veya el zımparalarıyla yoğun olarak yapılan zımparalama ve kesme işlemleri sırasında oluşabilecek yoğun tozmadan hem çalışanın hem de çevrenin etkilenmesini engellemek adına bu işlemleri özel olarak havalandırmalı ve toz emişi yapılan kabinlerde yapmak en etkili sonucu doğuracaktır. Kullanılan el zımparalarının toz emiş sistemlerine sahip olması tozu kaynağında bertaraf edecek bir başka önlemdir.

Tozlu işlemlerde çalışanların tyvek tulum, toz maskesi ve koruyucu eldiven kullanması gerekmektedir. Montaj operatörlerinin genel olarak bu KKD'leri kullandıkları görülmüştür.

İş yoğunluğuna göre sık sık ıslak işlemle zeminin temizlenip kurulanması ve yerde toz birikmesinin önlenmesi gerekmektedir.

Resim 4.15.'te montaj operatörlerinin havalandırmasız bir ortamda ve herhangi bir toz emiş sistemi olmaksızın yaptıkları çalışma sonucu yerde biriken toz ve bu tozun kuru olarak süpürülmesi işlemi görülmektedir.



Resim 4.15. Toz emişi yapılmayan ve havalandırması olmayan montaj bölümünde yerde biriken tozun kuru olarak süpürülmesi

4.2.1.4. Kalite kontrol laboratuvarında kimyasal riskler

İşletmelere ait kalite kontrol laboratuvarlarında test plakaları basma, bu plakaların kesilmesi ve darbe/ çekme/ eğme testleri gibi mekanik testlerin yanında, viskozite ölçümü, elyaf oranı testi ve yanma testleri yapılmaktadır.

Resim 4.16.'da kimyasal, fiziksel ve mekanik testleri yapan laboratuvar çalışanları ve mekanik test cihazı görülmektedir.



Resim 4.16. Viskozite ve mekanik testleri yapan çalışanlar ve mekanik test cihazı

İnceleme yapılan işletmelerden yalnızca dışarıya SMC / BMC yarı mamulu satışı gerçekleştiren D işletmesinin laboratuvarında bu işlemlerin aktif olarak yapıldığı görülmüştür. Dolayısıyla diğer laboratuvarlar için sabit nokta ölçümleri yapılmıştır.

Resim 4.17.'de aktif çalışma olmaması nedeniyle laboratuvarda gerçekleştirilen sabit nokta ölçümü gösterilmiştir.



Resim 4.17. Aktif çalışmanın olmadığı bir laboratuvarda sabit nokta ölçümleri

D işletmesi dışındaki işletmelere ait laboratuvarlarda yapılan sabit nokta ölçümlerine ait veriler, gün boyunca herhangi bir test yapılmayan bu laboratuvarların yalnızca hamurhanelere yakın olmaları sebebiyle ortaya çıkan stiren ve solunabilir toz maruziyetlerini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla bu değerler gün boyunca testlerin devam ettiği D işletmesine ait kişisel maruziyet verilerinin yanında oldukça düşük çıkmıştır.

D işletmesinde viskozite ve elyaf oranı testlerini yapan çalışana ait stiren maruziyet değeri ACGIH'nin belirlediği 86 mg/m³ olan stiren maruziyet sınır değerinin üstündedir. Bu kişinin maruziyet sonucuna yaptığı işin yanı sıra büyük oranda laboratuvarın iç içe olduğu hamurhanenin de katkısı bulunmaktadır. TWA hesaplaması yapılmamış haliyle öğleden önce ve öğleden sonra kişilerden alınan stiren maruziyetine ait ölçüm sonuçlarına bakıldığında, hamurhanede sabah saatlerinde çalıştırılan BMC makinesi nedeniyle hem bu bölgede çalışan mikser operatörünün hem de laboratuvardaki kimyagerin öğleden önceki stiren maruziyetinin öğleden sonrakine oranla yaklaşık üç kat fazla çıktığı görülmüştür. Bu durum büyük oranda kimyasal ve toz salınımına neden olan işlerin yapıldığı bölümlerin mutlaka tecrit edilmesi gerektiğini yeniden ortaya koymaktadır.

Mekanik testleri yapan çalışana ait kişisel toz maruziyet değerinin 5 mg/m³ olan yasal sınır değerin altında olmakla beraber ACGIH'ye ait 3 mg/m³ olan sınır değeri geçtiği görülmüştür. Çalışan büyük oranda tozumaya neden olan test plakalarının basılması ve kesilmesi işlemini laboratuvarın dışında yaptığı için laboratuvarda herhangi bir tozuma olmamıştır. Yüksek konsantrasyonda tozumaya neden olan test plakalarının kesilmesi işlemi, diğer çalışma alanlarından tecrit edilmiş olarak, toz emişinin sağlandığı havalandırmalı kabinlerde yapılmalıdır. Çalışan bu işlemleri yaparken tyvek tulum, toz maskesi ve koruyucu eldiven giymelidir. Viskozite, yanma ve elyaf oranı testlerini yapan çalışanın da kimyasal gaz maruziyetine karşı gaz maskesi takması ve çeker ocak altında çalışması gerekmektedir.

Laboratuvarlardaki çalışmalar yeterli havalandırmanın sağlandığı koşullarda gerçekleştirilmelidir. Gidilen işyerlerinin laboratuvarlarında herhangi bir havalandırma olmadığı görülmüştür. Kişisel toz maruziyet ölçümünün yapıldığı çalışanın toz maskesi, eldiven ve tyvek tulum giydiği görülürken, kişisel stiren maruziyeti ölçümünün yapıldığı çalışanın ise gaz maskesi takmadığı görülmüştür.

Laboratuvarlarda çekme ve kırma testleri sonucu oluşan toz için zemin temizliği ve kurulanması düzenli bir şekilde yapılmalıdır.

4.2.2. Kimyasalların Depolanması, Yangın, Patlama ve Elektrik Kaynaklı Riskler

Hamur oluşumunda bağlayıcı olarak kullanılan polyester alevlenebilir bir sıvıdır. Kapalı kaplarda polimerleşerek basınca ve bunun sonucunda patlamaya neden olabilmektedir. Yangının sebep olabileceği yüksek sıcaklıklarda oluşan buharı, havayla patlayıcı karışım oluşturabilmektedir.

Polyester kıvılcım çıkaran kaynaklardan uzak tutulmalıdır. Yangın ihtimaline karşı kazanlara polyester boşaltımı yapılırken toprak pensesi kullanılmalı ve sahada çalışanların olası statik elektriklerini gidermeleri amacıyla topraklı levhalar bulunmalıdır. Ayrıca tüm çalışanlar antistatik iş ayakkabısı giymelidirler. Polyester sadece iyi havalandırılan yerlerde kullanılmalı, yüksek sıcaklıktaki kapalı ortamlarda kullanılmaması için gerekli tedbirler alınmalıdır.

Polyester depolanması orijinal ambalajında, 20 ° C 'nin altında, doğrudan güneş ışığına maruz kalmayacak şekilde, çok iyi havalandırılan depolarda gerçekleştirilmelidir. Depo içinde, tutuşturucu, kıvılcım çıkarıcı kaynaklar bulundurulmamalı ve sigara içilmesine izin verilmemelidir. Malzemeler dökülme ve sızmayı önleyecek şekilde yerleştirilmelidir ve okside edici maddelerden, kuvvetli baz ve asitlerden uzak tutulmalıdırlar [52].

Hamur oluşumunda katalizör olarak kullanılan organik peroksitler de düşük stabiliteli olduğundan, ışık, ısı ve sürtünme etkisi sonucunda oluşan kontrolsüz bir reaksiyonla kendi kendine bozunarak, yangına, hatta patlamaya neden olabilmektedir. Keza, yumuşak çelik, pirinç, bakır gibi metallerle, pas, kül ve tozla temas etmesi bile benzer tehlikeli sonuçlar doğurabilmektedir [53].

Peroksitlerin güvenli kullanılabilmesi için ürün etiketinde belirtilen sıcaklık uyarılarına uyulmak suretiyle diğer yanıcı nitelikteki maddelerden ayrı bir bölümde ve karanlıkta muhafaza edilmeleri ve yangına ve tutuşmaya karşı aşırı sıcak ortamlardan uzak tutulmaları gerekmektedir.

Depolarda tüm siloların üzerine kimyasalların malzeme güvenlik bilgi föyleri yapıştırılmış olmalıdır. Depoda bulunan metal aksam (raflar, silolar vb.) topraklanmalıdır. Tankerle dolum sırasında toprak pensesi kullanılmalıdır.

Kimyasallar özelliklerine göre ayrı depo edilmeli ve kimyasal depolama matrisi sahaya asılmalıdır. Depoda bulunan kimyasalların altlarına olası sızıntıda birbirleriyle etkileşimlerini önlemek için havuzlar yapılmalıdır.

Tehlikeli maddelerin depolaması, ısı, ışık, nem, titreşim, alev, kıvılcım, kimyasal reaksiyon, elektrik akımı gibi durumlardan etkilenmeyecek şekilde yapılmalıdır. Güneş ışığı almasını önlemek için depo çevresi beyaz brandalarla kapatılmalıdır. Depo rafları üzerinde taşıyabilecekleri maksimum yük belirtilmeli ve buna uygun yükleme yapılmalıdır. Depo alanına yetkisiz kişilerin girmemesi gerektiğine dair levha asılmalı ve alan girişleri kilitli olmalıdır.

Genel olarak alevlenebilir kimyasalların bulunduğu hamurhane ve depoda, alev dedektörleri ve buna bağlı olarak otomatik devreye giren köpüklü sprink yangın söndürme sistemleri mevcut olmalıdır.

Resim 4.18.'deki depoda köpüklü sprink sistemi, uyarıcı levhalar, havalandırma, güneş ışığını engelleyici paravanlar ile uygun olmayan bir şekilde ve yükseklikte istiflenmiş polyster tankları görülmektedir.



Resim 4.18. 1) Depoda köpüklü sprink sistemi, 2) uyarıcı levhalar, 3) havalandırma 4) güneş ışığını önleyici paravanlar, 5) polyster tanklarının uygun olmayan istiflenmesi

Resim 4.19.'da kimyasalların güvensiz bir şekilde istiflendiği görülmektedir.



Resim 4.19. Kimyasalların düşmeye karşı korunmasız bir şekilde yüksekte istiflenmesi ve yanıcı madde uyarı levhası

Resim 4.20.'de depolama alanında yerde biriken toz ve içeriye sızan ışık görülmektedir.



Resim 4.20. Depolama alanında yerde toz birikmesi ve içeriye ışık sızması

İşletmelerin her bölümünde yeterli sayıda taşınabilir köpüklü ve KKT (kuru kimyevi toz) içerikli söndürücülerden bulunmalıdır. Yangın dolapları ulaşılabilir olmalı önünde herhangi bir malzeme istifli yapılmamalıdır.

Resim 4.21.'de hamurhanede köpüklü sprink yangın söndürme sistemi görülmektedir. Yanıcı organik peroksit ve polyester, yangın dolabının önünde yan yana istiflenmiştir.



Resim 4.21. Hamurhanede köpüklü sprink yangın söndürme sistemi (solda), yangın dolabının önünde istiflenen yanıcı organik peroksit ve polyester (sağda)

Resim 4.22.'de hamurhanede kullanılan yangın tüpü ile sigara içilmemesi ve KKD kullanımı hakkında uyarıcı levhalar gösterilmiştir.



Resim 4.22. Hamurhanede yangın için alınan önlemler

Elektrik kaynaklı tehlikelere karşı işletmelerde nemli ve ıslak yerlerdeki elektrik lambaları korunmuş tipte (etanş) ve yoğunlaşma suyu toplanmayacak biçimde yapılmalıdır. Toz ve lifli maddeler nedeniyle yanma tehlikesi gösteren yerlerde kullanılacak aydınlatma aygıtları tamamen kapalı tipte (etanş) yapılmalıdır. Tüm kablolar korumalı olmalı ve sanayi tipi prizler kullanılmalıdır [54].

Tüm makinelerin periyodik olarak bakımı ve günlük kontrolleri yapılmalı ve asgari her sene topraklama ölçümleri yapılmalıdır. İşletmedeki tüm elektrik malzemelerin exproof olması sağlanmalıdır.

Tüm makine panolarının üstünde acil stop düğmesi ve elektrik tehlikesi işareti olmalı ve önlerinde yalıtkan paspas bulunmalıdır.

Resim 4.23.'te elektrik panoları ile ilgili işletmelerde alınan güvenlik önlemleri gösterilmiştir.



Resim 4.23. Önünde yalıtkan paspas bulunan elektrik panosu (solda), önünde yalıtkan paspas bulunmayan pano (ortada), mikser panosunda bulunan elektrik tehlikesi işareti ve acil stop düğmesi (sağda)

Resim 4.24.'te elektrik panosunun ve kabloların güvensiz durumu görülmektedir.



Resim 4.24. Önünde yalıtkan paspas olmayan elektrik panosu ve kabloların uygunsuz durumu

İşletmelerde gerekli uyarı levhalarının asılması konusunda eksiklikler tespit edilmiştir. Patlayıcı ortam ve yanıcı malzemelerle ilgili uyarıcı levhalar işyerlerinin tüm bölümlerine asılmalıdır. İşyerinde patlamadan korunma dokümanı oluşturulmalı ve buna uygun hareket edilmelidir. Acil durumlarda ise acil durum planına göre hareket edilmelidir.

4.2.3. Fiziksel Etmenlere İlişkin Tespitler

4.2.3.1. Gürültü

Stiren ototoksik bir kimyasaldır ve bu nedenle mesleki stiren maruziyeti çalışanlarda S/N işitme kaybına neden olabilmektedir [23]. Yapılan çalışmalar stiren ve gürültüye aynı anda maruziyetin bu iki faktörün birlikte meydana getirdikleri sinerjik etki nedeniyle oluşan işitme kaybını önemli ölçüde arttırdığını göstermektedir [36].

Çalışma ortamlarındaki gürültüden korunma düzeyi 85 dB(A)'dan başlamaktadır. Ancak gürültüden etkilenme düzeyi, kimyasal maruziyetin olduğu ortamlarda 85 dB(A)'dan daha düşük seviyelerde olabilmektedir [25]. Bu nedenlerle işyeri havasında yüksek konsantrasyonlarda stiren bulunan CTP üretimi yapılan işletmelerde gürültü maruziyeti büyük bir önem taşımaktadır.

İşyerlerinde yapılan gürültü ölçümlerine göre hamurhanelere ait kişisel gürültü maruziyetlerinin ortalama olarak 85 dB(A)'nın üzerinde olduğu görülmüştür. Hamurhanelerdeki gürültü kaynakları mikser, SMC makinesi ve BMC makinesidir.

Preshaneye ait ölçüm sonuçlarının ise genel olarak 87 dB(A)'nın üzerinde olduğu görülmüştür. Pres operatörleri ve montaj operatörlerinin genelde aynı alanda ve çok yakın çalışması gürültü maruziyetinin yükselmesine neden olmaktadır. B işletmesinde çok tozlu montaj işlemleri kapalı kabinlerde yapılmakta ve bu durum kabin içinde oluşan yankı nedeniyle çalışanların gürültü maruziyetini yükseltmektedir.

En yüksek gürültü maruziyeti, havalı / elektrikli el aletleri kullanılarak son yüzey işlemleri ve montaj işlemleri yapılan montaj bölümlerinde yaşanmaktadır. Montaj bölümlerindeki gürültü ölçüm sonuçlarının genel olarak 90 dB(A) civarında olduğu görülmüştür.

Kalite kontrol laboratuvarlarındaki gürültü maruziyeti genelde yakın olduğu bölümlerle alakalı olarak meydana gelmektedir. Bu bölümler için gürültü ölçüm sonuçlarının genel olarak 80 dB(A)'nın altında olduğu görülmüştür.

Gürültü maruziyeti yaşayan çalışanlar için işitme kaybının yanında kan basıncında artış, solunumda hızlanma vb. fizyolojik reaksiyonların meydana gelmesi gibi riskler de mevcuttur.

İşletmelerde özellikle çok gürültülü montaj ve zımparalama işlemleri yapılan tezgahlar, çalışma ortamından ayrı yalıtılmış bölümlere alınmalıdır. Hidrolik güç ünitesinin büyük hacimli olduğu hidrolik preslerde, güç ünitesinde oluşan titreşimler makine gövdesinde titreşimler yaparak gürültünün artmasına sebep olur. Gürültü seviyesinin düşürülmesi için güç ünitesi sert beton zemine monte edilebilir. Güç ünitesinin, havadar ve ses yalıtımlı bir hücrede çalışması ise en etkili sonucu doğuracaktır. Makine ve tezgahların bakımlarının düzenli aralıklarla yapılarak çıkardıkları gürültü düzeyinin azaltılmasına çalışılmalıdır. Genel olarak çalışma alanlarındaki taban, tavan ve duvarların sesi emecek malzemelerle kaplanması gerekmektedir.

“Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik”’in 8. Maddesinde maruziyetin önlenmesi ve azaltılması ile ilgili yapılması gerekenler anlatılmaktadır. Bu madde gereğince işverenler öncelikle gürültüyü kaynağında azaltmaya yönelik teknik tedbirlerin

alınmasını sağlamalıdır. Daha sonra yüksek gürültü maruziyeti yaşayan çalışanların bu maruziyetlerini azaltmaya yönelik olarak çalışma ve dinlenme sürelerinin düzenlenmesi gerekmektedir [55].

İşletmelerde sürekli olarak el aletleriyle taşıma ve zımparalama gibi işlemler yapan kişiler dışında çalışanların kulak koruyucu kullanmadığı tespit edilmiştir. Kulak koruyucuların kullanılması konusunda işyerlerinde uyarıcı levhalar bulunmalıdır.

Gürültü maruziyetinin herhangi bir tedbirle önlenemediği durumlarda 80 dB(A)'yı aşan gürültülerde çalışanların kulak koruyucu donanımları kullanıma hazır halde bulundurulmalıdır. 85 dB(A)'ya ulaşan gürültülerde ise çalışanların kulak koruyucu donanımlarını takmaları sağlanmalı ve denetlenmelidir [55].

4.2.3.2. Titreşim

Montaj ve pres operatörleri havalı matkap, jettaşı, el zımparaları ve el breyzi gibi el aletleri ile yapılan çapak alma, kesme, zımparalama, delme, vidalama gibi işlemler sırasında el kol ve parmaklardan vücuda yayılan lokal titreşime maruz kalmaktadırlar. El kol titreşimi dolaşım sistemini etkileyerek çalışanlar için el, kol ve parmakta ağrı, bükülme zorluğu ve aşırı duyarlılıklar meydana gelmesi gibi risklere yol açabilmektedir.

Forklift operatörleri ise vücudun tümüne aktarıldığında, çalışanın sağlık ve güvenliği için risk oluşturan, özellikle de bel bölgesinde rahatsızlık ve omurgada travmaya yol açan tüm vücut titreşimine maruz kalmaktadırlar.

Resim 4.25.'te titreşime neden olan el aletleri ile çalışan montaj ve pres operatörleri görülmektedir.



Resim 4.25. Breyzle çalışan montaj operatörü ve havalı matkapla çalışan pres operatörü

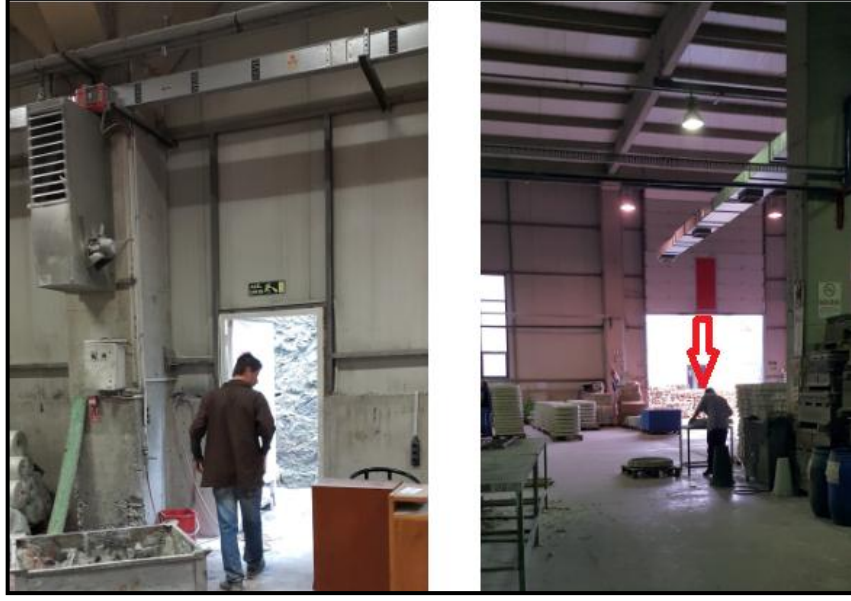
“Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik”in 8. Maddesine göre maruziyet eylem değerlerinin aşıldığının tespit edilmesi halinde; işveren, mekanik titreşime ve yol açabileceği risklere maruziyeti en aza indirmek için teknik ve organizasyona yönelik önlemleri içeren bir eylem planı oluşturup uygulamaya koymalıdır [56].

Bu eylem planına göre öncelikle titreşim maruziyetine neden olan durumlar için başka çalışma yöntemleri araştırılmalı, çalışmalar için düşük düzeyde titreşim oluşturan iş ekipmanı kullanılmalı, çalışanların titreşim maruziyetini azaltmaya yönelik oturma yerleri ile el tutma yerleri vb. yardımcı ekipman sağlanmalı, çalışanlara iş ekipmanlarının doğru bir şekilde kullanımı ile ilgili eğitimler verilmeli ve maruziyet süresi ve düzeyi azaltılmalıdır.

4.2.3.3. Termal konfor

İşletmelerde genel olarak penceresi olmayan kapalı ortamlarda çalışılmaktadır. A işletmesinde karşılıklı olan sevkiyat kapısı ve acil çıkış kapısının açıldığı ve ortada çalışanların hava akımına maruz kaldığı görülmüştür. Genel olarak sıcak havalarda kimyasal maruziyeti daha fazla olduğu için kapıların açık tutulduğu bilgisi çalışanlardan alınmıştır.

Resim 4.26.’da karşılıklı olarak açık duran sevkiyat ve acil çıkış kapıları ve bunların ortasında çalışmayı sürdüren montaj operatörü görülmektedir.



Resim 4.26. Karşılıklı olarak açık duran sevkiyat ve acil çıkış kapısı arasında çalışan montaj operatörü

C işletmesinde ise soğuk havalarda ek ısıtmaya ihtiyaç duyulmakta ve bu ihtiyaç duvarlara asılan elektrikli ısıtıcılarla giderilmektedir.

Resim 4.27.'de çalışma ortamının elektrikli ısıtıcılarla ısıtıldığı görülmektedir.



Resim 4.27. Elektrikli ısıtıcıyla ısıtılan çalışma ortamı

B işletmesinde çok tozlu zımparalama ve çapak alma işlemleri ayrı kapalı kabinlerde gerçekleştirilmektedir. Sıcak havalarda kapalı kabinlerin içi ekstra ısınmakta bu da çalışanları termal konfor bakımından olumsuz yönde etkilemektedir.

Pres işlemleri 140-170 °C’de yapılmaktadır. Buna bağlı olarak preslerde çalışmalarda operatörler sıcak stresi yaşamaktadırlar.

“İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik” gereğince işyerlerinde termal konfor şartlarının çalışanları rahatsız etmeyecek, çalışanların fiziksel ve psikolojik durumlarını olumsuz etkilemeyecek şekilde olması gerekmektedir. Çalışılan ortamın sıcaklığının çalışma şekline ve çalışanların harcadıkları güce uygun olması sağlanmalıdır. 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 alınmalıdır. İşyerinin ve yapılan işin özelliğine göre pencerelerin ve çatı aydınlatmalarının, güneş ışığının olumsuz etkilerini önleyecek şekilde olması sağlanmalıdır [54].

4.2.3.4. Aydınlatma

İşyerlerinde sağlanan aydınlatmada ışığın gözü rahatsız etmeyen bir konfora sahip olması ve dengeli bir dağılımı gerekmektedir. Yetersiz ve yanlış aydınlatma ile yapılan çalışmalarda iş kazaları olabilmektedir.

İncelenen işyerleri genellikle gün ışığı almamakta ve suni ışıkla aydınlatılmaktadır. Kimyasallarla yapılan işlemlerde yetersiz ve yanlış aydınlatmadan doğabilecek iş kazası tehlikeleri mevcuttur. İşletmelerde montaj veya pres operatörlerinin yaptıkları kesme, taşlama, zımparalama gibi yüksek dikkat gerektiren işlemler yeterli aydınlatma koşullarının sağlandığı ortamlarda gerçekleştirilmelidir. Bu işlemler sırasında ışığın montaj masası veya taşlama tezgâhlarına dik gelmesi sağlanmalı ve çalışanın gözüne doğru olmamasına dikkat edilmelidir.

“İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik” gereğince kapalı işyerlerinin aydınlatılmasında TS EN 12464-1: 2013 (Işık Ve Aydınlatma - Çalışma Yerlerinin Aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı Çalışma Alanları) standardı esas alınmaktadır [54].

Tablo 4.2.'de TS EN 12464-1 standardında “Kimya, plastik ve kauçuk sanayi” için referans yüzeydeki sürdürülen aydınlatma yoğunluk değerleri yer almaktadır.

Tablo 4.2. “Kimya, plastik ve kauçuk sanayi” için referans yüzeydeki sürdürülen aydınlatma yoğunluk (E_m) değerleri [57]

İç kısım, iş veya faaliyet tipi	E_m lx
Uzaktan çalışan işleme tesisleri	50
Sınırlı elle müdahale yapılan işleme tesisleri	150
İşleme tesislerinde sabit olarak insan bulunan çalışma yerleri	300
Hassas ölçme odaları, laboratuvarlar	500
Eczacılıkla ilgili imalat	500
Araba lastiği imalatı	500
Renk muayenesi	1000
Kesme, peydahlama, muayene	750

İşletmelerin aydınlatma ölçüm raporlarına bakıldığında TS EN 12464-1 standardında yer alan aydınlatma değerlerinin karşılanamadığı görülmüştür.

Resim 4.28.'de D işletmesinin preshanesinde ölçüm sonuçlarına göre yetersiz aydınlatma sağlayan aydınlatma kaynakları görülmektedir.



Resim 4.28. Preshanede aydınlatma kaynakları

Resim 4.29.'da A işletmesinin hamurhanesine ait olan ve ölçüm sonuçlarına göre yetersiz aydınlatma sağlayan aydınlatma kaynakları görülmektedir.



Resim 4.29. Hamurhanede aydınlatma kaynakları

4.2.4. Mekanik Riskler

4.2.4.1. Hamurhanede meydana gelebilecek mekanik risklere ilişkin tespitler

Hamurhanede aşağıdaki işlemlerin yapılması sırasında devrilme, sıkışma, düşme, ezilme ve kesilme gibi tehlikeler meydana gelmekte ve bu tehlikeler yaralanma riskini doğurmaktadır:

- Miksere malzeme yükleme,
- Mikserde malzemelerin karıştırılması
- Oluşturulan hamurun kazanlara doldurulması,
- Hamur kazanının transpaletlerle SMC ve BMC makinelerinin yanına getirilmesi,
- Kazanın calaskal yardımıyla SMC ve BMC makinelerinin üstüne çıkarılması,
- SMC ve BMC makinelerine kazanlardan hamur boşaltımı,
- SMC makinesinden çıkarılan dolu teknenin hamur bekleme sahasına götürülmesi,
- SMC makinelerine naylonların bağlanması,
- SMC ve BMC kazanlarının temizliği.

Bu tehlikelerden korunmak üzere alınması gereken önlemler şunlardır:

- Mikserde çalışan kişinin iş elbisesinin kol uçlarının mikserde sıkışma tehlikesine karşı lastikli olması gerekmektedir.
- Forklift ve calaskarların kontrollerinin yetkili kurumlarca yapılması, onay alınması gerekmektedir.

- Tüm makinelerin acil stop düğmelerinin olması ve bu düğmelerin çalışıyor olduğunun her vardiya başında kontrol edilmesi gerekmektedir.
- Tüm makinelerin bakım ve kontrollerinin yapılması gerekmektedir.
- SMC ve BMC makinelerine iniş ve çıkışlarda platform kullanılması hamur kazanlarının üstüne veya kenarına basıp çalışma yapılmaması gerekmektedir.
- SMC makinesinde naylon kesiminde kullanılan falçatalaların korumalı olması gerekmektedir.
- SMC ve BMC makinelerinde tek başına çalışma yapılmaması ve uzun kollu ve kol uçları lastikli iş elbisesi giyilmesi gerekmektedir.
- Zeminin kaygan olmamasının sağlanması gerekmektedir.

Hamurhanedeki çalışanların genel olarak kolları lastikli elbiseler giydikleri görülmüştür. SMC ve BMC makinelerinde daima iki kişi beraber çalışma yapmaktadır. SMC ve BMC makinelerine çıkışlarda çalışanlar platformları kullanmaktadırlar.

4.2.4.2. Preshanede meydana gelebilecek mekanik risklere ilişkin tespitler

Preshanede aşağıdaki işlemlerin yapılması sırasında devrilme, sıkışma, düşme, ezilme, kesilme ve yanma gibi tehlikeler meydana gelmekte ve bu tehlikeler yaralanma riskini doğurmaktadır:

- SMC pestilinin sarıldığı rulodan çekilmesi ve kesilmesi,
- SMC / BMC yarı mamullerinin kalıba doldurulması,
- Presin çalıştırılması,
- Bitmiş ürünün presten alınması,
- Bitmiş ürünün istiflenmesi,
- Kesme, taşlama ve zımpara yapılması,
- Presten kalıbın sökülmesi, kalıbın transpaletlerle taşınması, yeni kalıp takılması.

Bu tehlikelerden korunmak üzere alınması gereken önlemler şunlardır:

- Preslerde yüksek sıcaklıkta kalıplarla ve sıcak ürünle temas söz konusu olduğu için kalıplardan ürünün alınması sırasında çalışanların kolluk ve ısıya dayanıklı eldiven giymeleri gerekmektedir.

- Falçata ile çapak alınması durumunda kesilme direnci yüksek eldivenler giyilmesi gerekmektedir.
- Sert çapakların falçatayla alınmaya çalışılmasından kaçınılmalı, bu parçaların kesimi için havalı veya elektrikli el aletleri kullanılmalıdır.
- Çalışanlara el aletleri kullanımı eğitimi verilmeli ve aletleri bu eğitime uygun olarak kullanmaları sağlanmalıdır.
- El aletlerinin ve preslerin bakım ve kontrollerinin yapılması gerekmektedir.
- Kullanılan aletler iş bitiminde uygun yerlerde istiflenmelidir.
- Preslerde iş kazalarının önlenmesine yönelik gömme çift el butonu, fark edilebilir acil stop butonu, ışık perdesi ve mekanik koruyucular gibi tertibatlar bulunmalıdır.
- Yürüyüş yolları çizilmelidir.
- Zeminin kaygan olmaması gerekmektedir.

Resim 4.30.'da kesilme ve yanmaya dirençli eldivenler gösterilmiştir.



Resim 4.30. Kesilme ve yanmaya dirençli eldivenler

İşletmelerde kullanılan preslerin genel olarak ışık perdesi dışında yeterli koruma tertibatına sahip olduğu görülmüştür. Yalnızca B işletmesindeki pres operatörleri kesilmeye dirençli eldiven kullanmaktadır. A işletmesindeki pres operatörü kısa kollu elbiseyle çalışma yapmaktadır. Diğer pres operatörleri koruyucu eldivenle ve uzun kollu iş elbisesi ile çalışma yapmaktadırlar.

Resim 4.31.'de çift el butonu ile çalışan hidrolik pres gösterilmiştir.



Resim 4.31. Preslerde çift el butonu ve acil stop butonu (solda) ve iki elle komuta etme ile ilgili uyarı levhası (sağda)

Bazı işletmelerde yürüyüş yollarının çizilmediği veya silindiği görülmüştür. Forkliftin güzergâhı belirlenmeli ve çalışmalar bu güzergâh dışında yapılmalıdır.

Resim 4.32.'de yürüyüş yollarının çizilmediği görülmektedir. Bu durum forklifte taşınan malzemenin düşmesi ve birine zarar vermesi veya forkliftin birisine çarpması tehlikelerine yol açmakta ve bu tehlikeler yaralanma ve ölüm risklerini doğurabilmektedir.



Resim 4.32. Yürüyüş yollarının ayrılmadığı işletmede forkliftin çalışması

4.2.4.3. Montaj bölümünde meydana gelebilecek mekanik risklere ilişkin tespitler

Montaj bölümünde aşağıdaki işlemlerin yapılması sırasında devrilme, sıkışma, düşme, ezilme ve kesilme gibi tehlikeler meydana gelmekte ve bu tehlikeler yaralanma riskini doğurmaktadır:

- İşlem yapılacak ürünün montaj sahasına getirilmesi ve montaj masasına koyulması,
- Taşlama motoru ve matkap gibi havalı ve elektrikli aletler kullanılarak son ürün işlemlerinin yapılması,
- İşlemi tamamlanan ürünün paketlenerek transpaletlere doldurulması,
- Ürünlerin istiflenmesi.

Bu tehlikelerden korunmak üzere alınması gereken önlemler şunlardır:

- Transpaletlerle taşımalarda malzemeler sabitlenmelidir.
- Malzemeler devrilmeyecek ve çok yüksek olmayacak şekilde istiflenmelidir.
- El aletlerini kullanma konusunda çalışanlara eğitim verilmeli ve aletleri bu eğitime uygun kullanmaları sağlanmalıdır.
- El aletlerinin kontrol ve bakımı izlenmelidir.
- Kullanılan aletler iş bitiminde uygun yerlerde istiflenmelidir.
- Zeminin kaygan olmamasına dikkat edilmelidir.
- Çalışanlar parça sıçrama durumu olan işlerde koruyucu gözlük kullanmalıdırlar.

Resim 4.33.'de düzgün ve uygunsuz istiflenen ürünler görülmektedir.



Resim 4.33. Düzgün ve uygunsuz istiflenen ürünler

4.2.4.4. Kalite kontrol laboratuvarında meydana gelebilecek mekanik risklere ilişkin tespitler

Kalite kontrol laboratuvarında aşağıdaki işlemlerin yapılması sırasında devrilme, sıkışma, düşme, ezilme, yanma ve kesilme gibi tehlikeler meydana gelmekte ve bu tehlikeler yaralanma riskini doğurmaktadır:

- Yakma işlemi için ürünün etüve yerleştirilmesi, yakma işlemi yapılması, işlemi biten ürünün etüvden alınması,
- Kırma testi yapılacak ürünün test makinesine bağlanması, testin yapılması, kırılan ürünün makineden alınması,
- Test plakası yapmak üzere prese hamur konulması, plakaların preste basılması, preslenen ürünün alınması,
- Preslenen ürüne çapak alma ve kesme işlemleri yapılması.

Bu tehlikelerden korunmak üzere alınması gereken önlemler şunlardır:

- Pres ve etüvde çalışma ile ilgili gerekli eğitimler alınmış olmalıdır.
- Kırma testi yaparken koruyucu kafes ve koruyucu gözlük kullanılmalıdır.
- Yakma işlemi tamamlandıktan sonra ürünün etüvden alınması sırasında yanmaya dirençli eldiven kullanılmalıdır.
- Test yapılacak ürünün makineye bağlanması iki kişi tarafından dengeli bir şekilde gerçekleştirilmelidir.
- Zeminin kaygan olmaması sağlanmalıdır.

4.2.5. Ergonomi

Hamurhanede çalışmalarda hammadde tartımı ve tartılan malzemenin kazanlara boşaltılması sırasında elle kaldırma işlemleri yapılmaktadır. SMC makinesine hamur kazanları calaskallarla kaldırılmaktadır. Yukarı çıkarılan kıvamlı hamurun makinenin havuzuna boşaltılması işlemi makine operatörleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu işlemler sırasında çalışanlar hatalı vücut pozisyonlarından kaçınmalı ve elle taşıma ile ilgili ergonomi kurallarına uymalıdır.

Resim 4.34.'te BMC makinesine hamur boşaltımı yapan çalışanın beline zorlama yaptığı görülmektedir.



Resim 4.34. BMC makinesinde hamur boşaltımı yapan çalışanın ergonomik olmayan durumu

Resim 4.35.'te mikser operatörlerinin katkı malzemelerini tartarken yanlış pozisyonlarda elle kaldırma yaptığı ve bellerini zorladıkları görülmektedir.



Resim 4.35. Katkı malzemelerinin tartımı sırasında çalışanların ergonomik olmayan durumları

Resim 4.36.'da mikserle malzeme boşaltan çalışanın beline zorlama yaptığı görülmektedir.



Resim 4.36. Mikserle katkı malzemesi boşaltan çalışanın ergonomik olmayan durumu

Preshanede kullanılacak SMC pestilinin sarıldığı rulodan çekilerek kesilmesi, SMC/ BMC yarı mamullerinin tartılması ve pres kalıbına doldurulması, bitmiş ürünün presten çıkarılması, ürünün çapak temizliği, işi biten ürünün transpaletlere istiflenmesi işlemleri sırasında ergonomi kurallarına uyulmaması çalışanlar için bel ve eklem ağrısı riski meydana getirmektedir.

Resim 4.37.'de görülen rulodan SMC pestilinin çekilmesi sırasında çalışan beline zorlama yapmaktadır. Gidilen B işletmesinde bu rulonun kendiliğinden dönebileceği bir mekanizmanın kurulduğu görülmüştür. Çalışan SMC pestilini rulodan çekeceği zaman ayağının altındaki pedala basmakta ve rulo dönmektedir. Bu düzenek kullanılarak çalışanın beline zorlama yapması önlenmiştir. Şeklin sağ tarafında ise uygun olmayan vücut pozisyonunda kalıba hamur doldurma işlemi yapan çalışan görülmektedir.



Resim 4.37. Çalışma sırasında bele zorlama yapılarak çekilen SMC pestili rulosu (solda) ve çalışanın ergonomik olmayan bir durumda kalıba hamur doldurması (sağda)

Montaj operatörleri işlemi gerçekleştirecek ürünün montaj masasına taşınması, çeşitli el aletleri kullanılarak delme, vidalama, zımparalama gibi işlemlerin yapılması, son ürünün paketlenmesi ve transpaletlere dizilmesi işlemleri sırasında ergonomik olmayan durumlarda bulunabilmektedirler. Bu işlemler sırasında yanlış pozisyonda çalışmalardan kaynaklanan bel ağrısı ile tekrarlanan hareketlerden kaynaklanan el, bilek ve boyun ağrısı riskleri söz konusu olmaktadır.

Montaj masasında çalışmalarda masanın uygun yükseklikte olmasına dikkat edilmelidir. Kaydırma ve döner masaların kullanımıyla gereksiz yük taşımalarının önüne geçilebilmektedir. Robotik otomasyon, el ve kolla yapılan ve çok tekrarlanan işler için bir çözüm yöntemi olabilir.

Çalışanlar elle kaldırma işlemlerini gerçekleştirirken ergonomik kurallara uymalıdır. Yükün yanlış bir biçimde kaldırılması ve taşınması iskelette ve kaslarda telafisi mümkün olmayan hasarlara neden olabilir.

Ürünlerin transpaletlere istiflenmesinde kaldırma işini iki kişi dengeli bir şekilde gerçekleştirmelidir. Takım halinde kaldırma, bir kişi için ağır olan malzeme ya da ekipmanın hatalı vücut pozisyonu olarak kaldırılmasını engeller ve riskleri önemli ölçüde azaltır. Büyük levha ya da parçaların kaldırılmasında mutlaka kaldırma elemanı kullanılmalıdır.

Resim 4.38.'de alçak çalışma masasında çalışmadan kaynaklanan hatalı duruş pozisyonları görülmektedir.



Resim 4.38. Alçak çalışma masasında çalışmadan kaynaklanan hatalı duruş pozisyonları

Kalite kontrol laboratuvarında ise kırılacak ürünün test makinesine bağlanması işleminin yapılması bel ağrısı riskini meydana getirmektedir. Bu işi de iki kişi dengeli olarak gerçekleştirmelidir.

Tüm bölümlerdeki işlemler ayakta gerçekleştirilmektedir. Ayakta yapılan uzun süreli çalışmaların damarlarda varikozel, dolaşım zayıflığı, ayak ve bacaklarda şişme, ortopedik problemler, eklem rahatsızlıkları, kalp ve dolaşım rahatsızlıkları gibi sağlık sorunlarına yol açtığı bilinmektedir.

Eğer mümkünse uzun süreli ayakta çalışma önlenmelidir. İş mutlaka ayakta çalışmayı gerektiriyor ise, çalışanlar için ek olarak belirli aralıklarla oturabilecekleri bir sandalye temin edilmelidir. Ayakta çalışmalarda ergonomi kurallarına uyulması hakkında çalışanlara eğitim verilip bu eğitimlerin uygulanması ile ilgili çalışanların denetlenmesi sağlanmalıdır.

4.3. İŞLETMELERDE YAŞANAN İŞ KAZALARI VE MESLEK HASTALIKLARI İLE İLGİLİ VERİLER

Saha çalışması yapılan işletmelerde herhangi bir meslek hastalığı kaydı bulunmamaktadır. Kayıtlı iş kazalarının ise mekanik tehlikelerden kaynaklı basit kazalar olduğu görülmüştür. İş güvenliği uzmanlarından edinilen kayıtlı iş kazaları ile ilgili verilere göre, işletmelerde genel olarak aşağıdaki şekillerde iş kazaları yaşanmıştır:

- ✓ Pres makinesine malzeme yerleştirme sırasında elin kalıp ile malzeme arasına sıkışması,
- ✓ Montajı yapılan ürünün çalışanın elinden kayarak ayağına düşmesi,
- ✓ SMC pestili rulosu çekilirken çalışanın kolunda lif zedelenmesi oluşması,
- ✓ Ürün istifli sırasında çalışanın ayağının kayarak düşmesi ve ürünün dizine çarpması,
- ✓ Presten çıkan sıcak ürünün alınması sırasında eli yanan çalışanın ürünü birden yere koyması ve bu sırada parmağını sıkıştırması,
- ✓ Montajı yapılan ürünün kapağının kilitten kurtularak çalışanın eline düşmesi,
- ✓ Rögar kapağı üretiminde çalışanın rögarı çerçevesine koyarken elinin arada sıkışması,
- ✓ Forkliftin montaj operatörünün bulunduğu noktadaki ürün istifini yıkması ve ürünlerden birinin çalışanın ayağına düşmesi,
- ✓ Falçata ile yapılan çapak alma işlemi sırasında falçatanın sert çapaktan kurtulup çalışanın eline çarpması.

5. TARTIŞMA

Hazırlanan tez çalışmasında SMC / BMC yarı mamulleri kullanılarak sıcak pres kalıplama yöntemiyle CTP üretimi yapılan beş farklı işletmeye ait hamurhane, preshane, montaj bölümü ve kalite kontrol laboratuvarlarında kişisel olarak NIOSH 1501 “Aromatik Hidrokarbonlar Metodu” ile 31 noktada stiren, MDHS 14/3 “Solunabilir Tozların Gravimetrik Analizi ve Örneklemesi Metodu” ile 33 noktada solunabilir toz, WHO tarafından önerilen “Membran Filtre Metodu” ile 5 noktada lifsi toz ve TS EN ISO 9612 “Akustik Çalışma Ortamında Maruz Kalınan Gürültünün Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi İçin Prensipler” standardında belirtilen metot ile 21 noktada gürültü ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sonuçları ve yapılan gözlemlere dayanılarak işyerlerinde kimyasal riskler, yangın, patlama ve elektrik kaynaklı riskler, fiziksel (gürültü, titreşim, termal konfor, aydınlatma) riskler, mekanik riskler ve ergonomi ile ilgili tespitler yapılmış ve riskli durumlara ilişkin çözüm önerileri sunulmuştur.

Çalışmanın diğer aşamasında, her işyerinde stiren maruziyeti olduğu belirlenen bir noktada, hava örneklem pompaları ile yapılan örneklemeye paralel olarak, TS EN 689 standardına uygun şekilde dedektör tüp pompası ile anlık gaz ölçümleri gerçekleştirilmiş ve ölçüm sonuçları karşılaştırılarak anlık gaz ölçümünün güvenilirliği tartışılmıştır.

Ölçüm sonuçlarına ilişkin veriler aşağıdaki şekildedir:

- ✓ İşletmelerin hamurhanelerinde gerçekleştirilen dokuz adet kişisel stiren maruziyeti ölçüm sonucunun altısının, preshanelerinde gerçekleştirilen dokuz adet ölçüm sonucunun beşinin ve kalite kontrol laboratuvarlarında gerçekleştirilen beş adet ölçüm sonucunun birinin ACGIH tarafından 86 mg/m^3 olarak belirlenen stiren maruziyet sınır değerini aştığı görülmüştür. Montaj bölümünde gerçekleştirilen sekiz ölçüme ait sonuçların tümü bu sınır değerin altında kalmıştır. HSE tarafından 430 mg/m^3 olarak belirlenen stiren maruziyet sınır değerinin ise stiren ölçümü yapılan otuz bir noktanın yalnızca birinde geçildiği görülmüştür.

Yüksek stiren maruziyeti açık mikserle çalışma yapılan işletmelerin hamurhanelerinde özellikle yeterli havalandırmanın sağlanmadığı SMC ve BMC makinelerinde görülmektedir. En düşük maruziyetler ise hamurhane ve preshanelerden uzak bir şekilde çalışan montaj operatörlerine aittir.

- ✓ Solunabilir toz maruziyeti ölçüm sonuçlarının ölçüm yapılan otuz üç noktanın tümünde 5 mg/m^3 olan yasal maruziyet sınır değerinin altında olduğu tespit edilmiştir. Bu noktaların ikisinde ACGIH tarafından 3 mg/m^3 olarak belirlenen maruziyet sınır değerine oldukça yaklaşıldığı, bir noktada ise bu değerin geçildiği görülmüştür.

En yüksek solunabilir toz maruziyetleri kazana kalsit boşaltımı yapan mikser operatörlerinde görülmektedir. Daha yüksek tozumaya neden olan zımparalama ve kesme işlemlerinin yapıldığı işletmelerde, etkin olarak çalışan toz emiş sistemleri sayesinde, oluşan tozun büyük bölümü kaynağında yok edilebilmiş ve bu şekilde maruziyetler düşmüştür.

- ✓ İşletmelerin hamurhanelerinde yer alan SMC makinelerinde elyaf kesimi sırasında toplam beş noktada yapılan lifsi toz maruziyetine ait ölçüm sonuçlarının, tüm noktalarda yasal maruziyet sınır değerinin altında olduğu tespit edilmiştir.

Lifsi toz maruziyetleri düşük olmasına rağmen, cam elyafının çalışanlar için fiziksel olarak rahatsız edici bir faktör olması nedeniyle, mevcut maruziyeti giderici önlemlerin alınmasına ihtiyaç vardır.

- ✓ İşletmelerin hamurhanelerinde gerçekleştirilen dört adet kişisel gürültü maruziyeti ölçüm sonucunun üçünün, preshanelerinde gerçekleştirilen altı adet gürültü ölçüm sonucunun beşinin ve montaj bölümlerinde gerçekleştirilen sekiz adet gürültü ölçüm sonucunun altısının 85 dB(A) olan en yüksek maruziyet eylem değerinin üzerinde olduğu görülmüştür. Kalite kontrol laboratuvarlarında gerçekleştirilen dört gürültü ölçüm sonucu da 80 dB(A) 'nın altında kalmıştır.

Genellikle hidrolik presler ve el aletleri ile çalışmaların yapıldığı montaj ve pres bölümlerinde gürültü maruziyetleri sürekli olarak 90 dB(A) civarında seyretmekte ve gürültülü işlemi yapan çalışanların yakınındaki diğer çalışanların da maruziyetleri buna bağlı olarak artmaktadır. Hamurhanede ise mikser, SMC ve BMC makinelerinin neden olduğu gürültü maruziyetinin yanında, yine yakın çevrede çalışanların kullandıkları aletler nedeniyle de gürültü maruziyetleri yükselmektedir.

- ✓ Anlık gaz ölçüm sonuçlarının ise tüm noktalarda paralel olarak hava örnekleme pompalarıyla yapılan ölçümlere ait sonuçların üzerinde olduğu görülmüştür. Hava örnekleme pompaları ile daha homojen bir örnekleme yapılabilir. Elde edilen numunelerin analizleri ise analitik metotlarla (gaz kromatografisinde) daha hassas olarak gerçekleştirilebilmekte ve daha doğru sonuçlar elde edilebilmektedir.

Yüksek konsantrasyonda ve büyük dalgalanmalar yaşanmayan homojen maruziyetlerde anlık gaz ölçümlerinin hava örnekleme pompaları ile yapılan ölçümlere en yakın sonuçları verebildiği tespit edilmiştir. Birbirlerine en yakın olan TWA hesabı yapılmış ölçüm sonuçlarının birbirine oranı aşağıdaki gibidir:

$$1,076 = \frac{\text{Anlık gaz ölçüm sonucu (181,15 miligram/metreküp)}}{\text{Analitik metot ölçüm sonucu (168,235 miligram/metreküp)}}$$

Düşük konsantrasyonda ve gün içinde büyük dalgalanmalar yaşanan maruziyetlerde anlık gaz ölçüm sonuçlarının hava örnekleme pompaları ile yapılan ölçüm sonuçlarına göre oldukça yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Aralarında en büyük fark olan TWA hesabı yapılmış ölçüm sonuçlarının birbirine oranı aşağıdaki gibidir:

$$4,636 = \frac{\text{Anlık gaz ölçüm sonucu (39,388 miligram/metreküp)}}{\text{Analitik metot ölçüm sonucu (8,496 miligram/metreküp)}}$$

- ✓ Literatürde SMC / BMC yarı mamullerinden sıcak pres kalıplama metodu ile CTP üretimi yapan işletmeleri kimyasal ve toz maruziyeti veya genel olarak İSG açısından özel olarak ele alan herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bununla beraber genel olarak CTP endüstrisinde yaşanan stiren ve toz maruziyetinin sağlık etkileri hakkında araştırmalar mevcuttur.
- ✓ Mutti ve ark. [58] tarafından 1984 yılında mesleki stiren maruziyeti yaşayan 50 kişilik bir çalışma grubunda yapılan araştırmalarda günlük stiren maruziyeti 25 ppm'den yüksek olan çalışanların sözel öğrenme yetilerinin önemli ölçüde bozulduğu, 50 ppm'den yüksek stiren maruziyeti yaşayan çalışanların ise mantıksal bellek ve görsel-yapıcı yeteneklerinin önemli derecede etkilendiği bildirilmiştir.

Yapılan ölçümlere göre açık mikserle çalışma yapılan işletmelerin hamurhanelerinde ortalama olarak 40 ppm stiren maruziyet yaşanmakla birlikte, maruziyetler 7 noktada 25 ppm'i, 2 noktada ise 50 ppm'i geçmektedir. İşletmelerin preshanelerinde ise ortalama olarak 15 ppm maruziyet yaşanmakta ve 2 noktada 25 ppm'i aşan maruziyetler olduğu görülmektedir. Montaj ve kalite kontrol laboratuvarlarındaki maruziyetler ise 25 ppm'in altında kalmıştır. Preshane ve hamurhanede çalışan kişiler Mutti ve ark. tarafından gerçekleştirilen çalışmaya göre merkezi sinir sisteminde nörotoksik etkiler meydana gelmesi bakımından risk grubunda yer almaktadırlar. Çalışanların periyodik sağlık kontrollerinde bu konu ile ilgili herhangi bir bulguya rastlanmamıştır. İş yeri hekimlerinin yüksek stiren maruziyeti yaşayan çalışanları merkezi sinir sistemi depresyonuna ait semptomlar konusunda ayrıntılı olarak tetkik etmesi gerekmektedir.

- ✓ CTP endüstrisinde çalışanlarda görülen cilt hastalıkları ile ilgili olarak Tarvainen ve ark. [60] tarafından 1993 yılında yapılan bir araştırmada, 86 kişilik araştırma grubunun 22'sinde mesleki cilt hastalıklarının yaşandığı bildirilmiştir. Bu kişilerden 6'sı alerjik ve 12'si iritan kontakt dermatit yaşarken, 4'ü peroksit katalizör, ateş, hava gazı ve sabit mekanik sürtünmeden kaynaklanan iş kazaları yaşamıştır. Alerjik cilt hastalıkları vakalarının 4'ü koruyucu lateks eldivenlerden kaynaklanmaktayken, 1 vaka fenol formaldehit reçinesinden ve diğer vaka kobalt naftenattan kaynaklanmıştır. İritan cilt hastalıkları görülen 5 vakanın doymamış polyester veya vinilester reçineler, organik solventler, cam elyafı ve son yüzey işlemlerinden kaynaklanan tozun kombinasyonundan ortaya çıkan tehlikeli etkilerden kaynaklandığı tespit edilmiştir. İritan cilt hastalıkları görülen diğer 7 vaka giysilerin mekanik sürtünmesinin hastalığın şiddetini arttırmasıyla birlikte tozdan kaynaklanmıştır.

İşletmelerde tozdan veya kimyasallardan kaynaklanan kayıtlı bir iş kazası veya meslek hastalığı bulunmamaktadır. Bununla birlikte çalışanlar özellikle elyaf tozunun kaşıntıdırıcı ve batıcı etkisi nedeniyle rahatsızlık yaşamaktadır. Üretim aşamalarında cam elyaf kullanımı, kalsit kullanımı ve zımparalama işlemlerinden kaynaklanan genel bir toz maruziyeti olduğu için, tüm çalışanlar uzun kollu iş elbisesi, toz maskesi ve mekanik koruma sağlayan eldivenler giymek suretiyle tozdan korunmaktadır. Peroksit katalizör kullanımı sırasında çalışanlar kimyasal olarak dayanıklı malzemeden koruyucu eldiven (kauçuk, nitril veya PVC), kimyasal olarak dayanıklı malzemeden iş

elbisesi (tulum veya alt üst takım), kimyasal koruyucu gözlük, tam yüz siperi ve tam yüz maskesi giymelidirler. Çalışanların tehlikeli kimyasalların kullanımı sırasında bu tür KKD'leri kullanmadıkları görülmüştür.

- ✓ Bergstörn ve ark.'nın [59] 1986 yılında yaptıkları 20 yıllık prospektif bir çalışma, stiren gibi organik çözücülere maruz kalan işçilerdeki S/N tipi işitme kayıplarının, stiren maruziyetine gürültü maruziyetinin eşlik etmesi durumunda % 23 oranında arttığını göstermiştir.

Gidilen işletmelerde hamurhanede çalışanlar ile pres ve montaj işini yapan çalışanların odyogramları incelenmiştir. Çalışanlarda ağırlıklı 4 ve 6 kHz'de olmak üzere 2, 4, 6 ve 8 kHz frekanslarında, hafif, orta ve ileri derecelerde işitme kayıpları olduğu tespit edilmiştir.

Odyogramlara göre yüksek stiren maruziyeti yaşanan hamurhane bölümünde çalışanların % 28'inde işitme kayıpları yaşanmaktayken, daha az stiren maruziyetiyle birlikte daha yüksek gürültü maruziyeti yaşanan montaj ve pres bölümlerinde bu oran % 34 olarak tespit edilmiştir.

Pres ve montaj bölümlerinde çalışanlar sürekli olarak 90 dB(A) civarında gürültü maruziyeti yaşamaktadır. Hamurhanede ise bu bölümler kadar yüksek ve sürekli bir gürültü maruziyeti yaşanmamaktadır. Buna rağmen işitme kaybı yaşayan çalışanların yüzdeleri arasındaki farkın çok fazla olmaması, hamurhanelerdeki yüksek stiren maruziyetinin de işitme kayıplarında etkili olmuş olabileceğini düşündürmektedir.

İşletmelerde yoğun olarak stiren maruziyeti yaşanan hamurhanelerde pres ve montaj bölümlerindeki kadar yüksek gürültü maruziyeti yaşanmadığı için, gürültü maruziyetine stirenin eşlik etmesi ile işitme kaybında yaşanan artışın yüzdesini vermek mümkün olmamaktadır. Sonuç olarak odyogramlara göre hem stiren ve hem de gürültü maruziyeti yaşayan çalışanlarda işitme kaybı olanların yüzdesi, daha yüksek stiren maruziyetinin değil, daha yüksek gürültü maruziyetinin olduğu bölümlerde artmaktadır.

Bergst rm ve ark.'nın yaptığı çalışmanın 20 yıllık bir süreci kapsadığı göz önünde bulundurulduğunda, işitme kaybı yaşıyan çalışanların büyük çoğunluğunun 45 yaş üstü olduğu tahmin edilebilmektedir. Saha  alışmaları gerçekleştiren işletmelerdeki çalışanların yaş ortalaması ise 35 civarındadır. İşletmelerdeki 40 yaş üstü çalışanların sayısı yüzde olarak oldukça düşük olmasına rağmen işitme kaybı görülen kişilerin toplamda % 65'i 40 yaş üstü çalışanlardan oluşmaktadır. Genellikle yaş ortalaması düşük olan bu işletmelerdeki çalışanlar için işitme kaybı oranını vermek yeterince sağlıklı olmayacaktır. Bu işletmelerde çalışanlar için ilerleyen yıllarda işitme kaybı yaşıyanların sayısının artması muhtemeldir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması SMC / BMC yarı mamulleri kullanılarak CTP üretimi yapılan beş işletmede gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında işyerlerinin hamurhane, preshane, montaj bölümü ve kalite kontrol laboratuvarlarında kişisel olarak stiren, solunabilir toz, lifsi toz ve gürültü maruziyeti ölçümleri gerçekleştirilmiş ve ölçüm sonuçları ile yapılan gözlemlere dayanılarak belirlenen risklere çözüm önerileri sunulmuştur.

Çalışmanın diğer aşamasında ise anlık gaz ölçümlerinin güvenilirliğini tartışmak üzere işletmelerde stiren maruziyeti olduğu belirlenen noktalarda hava örnekleme pompaları ile yapılan ölçümlere paralel olarak anlık gaz ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Yapılan ölçümlere ait veriler ve bu verilerle birlikte yapılan gözlemlere dayanılarak belirlenen kimyasal, fiziksel (gürültü, termal konfor, titreşim aydınlatma), elektrik, yangın ve patlama, mekanik ve ergonomik risklere ilişkin çözüm önerileri bulgular bölümünde paylaşılmıştır.

Ölçüm ve gözlemlere dayanılarak işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili tespit edilen durumlar aşağıda verilmiştir:

- ✓ Kapalı mikserle yapılan çalışmalarda stiren maruziyeti önemli ölçüde önlenmektedir.
- ✓ Açık mikserle ve yetersiz havalandırma ile çalışan operatörün stiren maruziyeti, kapalı mikserle çalışan operatöre göre sekiz kat fazla çıkmıştır.
- ✓ Yüksek miktarda stiren salınımına neden olan SMC makinesi beslenmesi işleminin otomasyonla yapıldığı işletmede, bu işleme ait maruziyet bertaraf edilmiştir.
- ✓ SMC ve BMC makinelerinin içerden havalandırılmalı ve etrafı kapalı bir bölümde tecrit edildiği işletmenin hamurhanesinde, stiren maruziyeti minimuma indirgenmiştir.
- ✓ Ölçüm sonuçlarına göre en yüksek stiren maruziyeti, BMC makinesi ile lokal havalandırma olmaksızın yapılan çalışma sırasında yaşanmıştır.
- ✓ Öğleden önce lokal havalandırma olmaksızın çalıştırılan BMC makinesi nedeniyle, çevrede çalışan mikser operatörü ve kimyagerin öğleden önceki stiren maruziyetleri öğleden sonrakine oranla üç kat fazla çıkmıştır.
- ✓ Ölçüm sonuçlarına göre yüksek stiren maruziyeti yaşanan hamurhanenin preshane ile yakın olduğu işletmelerde, pres operatörlerinin maruziyetlerinin yükseldiği görülmüştür.

- ✓ Montaj ve kalite kontrol laboratuvarlarının, hamurhane ve preshaneyle iç içe veya yakın olduğu işletmelerde, yapılan işe bağlı olmaksızın yalnızca çevredeki çalışmalardan kaynaklı stiren maruziyetleri yaşanmaktadır.
- ✓ Mikserde yoğun olarak stiren salınımı olduğu için işletmelerde mikser başında yüksek emiş kuvveti ile çalışan lokal havalandırmalar bulunmaktadır. Bu nedenle yetersiz havalandırma ile çalıştırılan SMC makinesi operatörleri ve pres operatörlerinin mikser operatörlerinden daha yoğun stiren maruziyeti yaşadıkları tespit edilmiştir.
- ✓ Ölçüm sonuçlarına göre kapalı ve açık mikserle çalışanların toz maruziyetlerinde önemli bir farklılık oluşmamaktadır.
- ✓ İşletmelerde en yüksek toz maruziyetleri mikser kalsit boşaltımı sırasında yaşanmaktadır.
- ✓ Bazı işletmelerde zımparalama ve çapak alma gibi işlemler sırasında yaşanan yoğun toz maruziyeti, tozu kaynağında bertaraf eden lokal emiş sistemleri ile önlenmektedir.
- ✓ Yoğun tozumaya neden olan taşlama ve zımparalama işlemlerinin, toz emişi sağlanan kapalı kabinlerde yapıldığı işletmede, çevre için oluşabilecek tozumanın önüne geçilmektedir.
- ✓ İşletmelerin bazılarında lokal havalandırmaların yetersiz olduğu ve buna bağlı olarak yapılan ölçümlerde toz ve gaz maruziyetlerinin aynı şartlarda çalışılan diğer işletmelere göre önemli ölçüde yükseldiği görülmüştür.
- ✓ SMC makinesinde elyaf sarımı ve kesimi sırasında yapılan lifsi toz maruziyeti ölçüm sonuçları oldukça düşük çıkmıştır. Bununla birlikte lifsi tozun mekanik olarak tahriş edici etkisi nedeniyle çalışanlar için rahatsız edici bir faktör olduğu görülmüştür.
- ✓ Gürültü ölçüm sonuçlarına göre kalite kontrol laboratuvarı dışındaki tüm bölümlerde gürültü maruziyetleri 85 dB(A) olan en yüksek maruziyet eylem değerinin üzerindedir.
- ✓ Yeterli havalandırma sağlanmaması nedeniyle mikser operatörlerinden daha yoğun stiren maruziyeti yaşayan SMC makinesi ve pres operatörlerinin toz maskesi taktığı veya hiç maske takmadığı görülmüştür.
- ✓ İşletmelerde laboratuvarlar dışında tüm bölümlerde yüksek gürültü maruziyetleri yaşanmasına rağmen, işletmelerin çoğunluğunda yalnızca montaj operatörleri kulak koruyucu kullanmaktadır.
- ✓ Bazı işletmelerde çalışanlara gerekli KKD'lerin sağlanmadığı veya yıpranmış ve kullanım süresi geçmiş KKD'lerin kullanıldığı görülmüştür.
- ✓ Bazı işletmelerde forklift ve yayalar için yolların ayrılmadığı, yol çizgilerinin çizilmediği veya silindiği görülmüştür.

- ✓ İşyerlerinde ayakta çalışma, yük taşıma ve tekrarlanan hareketlerle ilgili güvensiz ergonomik durumlar olduğu ve çalışanların ergonomi kurallarına uygun davranmadığı tespit edilmiştir.
- ✓ Bazı işletmelerde kimyasalların özelliklerine göre birbirinden ayrı yerlerde ve uygun yükseklikte istiflenmediği görülmüştür.
- ✓ Çalışanların genel olarak İSG konusunda bilinçsiz oldukları, kullandıkları veya maruz kaldıkları kimyasalların tehlikelerini bilmedikleri görülmüştür.
- ✓ Bazı işletmelerde iş güvenliği uzmanlarının prosese yeterince hakim olmadığı ve risk değerlendirmelerinin tüm tehlikeleri kapsayacak şekilde hazırlanmadığı görülmüştür.
- ✓ Bazı işletmelerde iş güvenliği uzmanlarının ölçüm sonuçlarına göre talep ettikleri iyileştirmelerin, işletme yönetimince uygulamaya koyulmadığı öğrenilmiştir.
- ✓ İşletmelere ait eski ölçüm raporlarında genellikle ortam ölçümleri yapıldığı ve yalnızca mikser operatörleri için kişisel maruziyet ölçümleri gerçekleştirildiği tespit edilmiştir.
- ✓ İşletmelerde herhangi bir meslek hastalığı kaydı bulunmamaktadır.
- ✓ İşletmelere ait kayıtlı iş kazaları incelendiğinde, kazaların yalnızca ayağa malzeme düşmesi, çalışanın elinin malzemenin kapağına veya çerçevesine sıkışması gibi mekanik tehlikelere ilişkin olan ve ciddi sonuçlar doğurmayan kazalar oldukları tespit edilmiştir.
- ✓ İşletmelerde paralel olarak gerçekleştirilen stiren anlık gaz ölçümleri ve hava örnekleme pompaları ile yapılan ölçümler karşılaştırıldığında, birbirine en yakın sonuçların yüksek konsantrasyonda olan ve dalgalanma yaşanmayan maruziyetlerde elde edilebildiği, birbirine en uzak sonuçların ise düşük konsantrasyonda ve gün içinde dalgalanma yaşanan maruziyetlerde elde edilebildiği tespit edilmiştir. Beş işletmede ve toplam beş noktada paralel olarak gerçekleştirilen ölçümlerin tümünde anlık gaz ölçüm sonuçları hava örnekleme pompaları ile yapılan ölçümlerin sonuçlarından yüksek çıkmıştır.

Sektör bazında getirilen öneriler aşağıda verilmiştir:

- ✓ Kompozit sektörüne ait özel bir NACE kodu olmaması nedeniyle sektöre ait firma ve çalışan sayısı ile iş kazası ve meslek hastalıkları hakkında sağlıklı istatistikî veriler edinilememektedir. Kompozit malzeme üreticileri ya faaliyetleri ile ilgili olmayan bir kod ile tanımlanmakta ya da “Başka yerde sınıflandırılmamış faaliyetler” çerçevesinde kodlanmaya ve tanımlanmaya çalışılmaktadır. Tüm bu karışıklıkları çözümlmek adına kompozit sektörü için NACE kodunun belirlenmesine ihtiyaç vardır.

- ✓ Stiren çalışanlar için tehlike arzeden bir kimyasaldır. Ulusal mevzuatımızda stiren için yasal mesleki maruziyet sınır değeri mevcut değildir. Stiren için maruziyet sınır değerini belirlemek üzere gerekli mevzuat çalışmalarının yapılması, sektörde stirenle ilgili farkındalığın artmasına neden olacaktır.
- ✓ Stiren maruziyetinin tespiti için anlık gaz ölçümü yerine analitik metotla ölçüm yapılması (hava örnekleme pompaları ile numune alma ve GC’de analiz) daha güvenilir ve hassas sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır.
- ✓ İşletmelerde ortam ölçümleri yerine kişisel maruziyet ölçümlerinin yaptırılması ve bu ölçümlerin sonuçları baz alınarak yüksek maruziyet yaşanan noktalarda gerekli iyileştirmelerin yapılması gerekmektedir.
- ✓ Stiren maruziyetini azaltmak üzere, stiren içeriği düşük ve stiren emisyonunu azaltıcı katkıları içeren reçinelerin kullanımı sağlanmalıdır.
- ✓ Üretimde maruziyetleri azaltmada işletmelerin yapabileceği en iyi iyileştirme, kapalı mikserle beraber SMC / BMC makinelerinin otomasyonla besleneceği bir sistem kurmaktır.
- ✓ Hamurhanelerinde otomasyonla çalışma yapılmayan ve açık mikserle çalışılan işletmelerde, kimyasal maruziyetine neden olan mikser, SMC makinesi ve BMC makinesi yeterli şekilde havalandırılan ayrı bölümlerde tecrit edilmeli ve çalışanlar dışında bu bölümlere girilmemesi sağlanmalıdır.
- ✓ Montaj ve pres operatörlerinin tozuma yapan zımparalama ve çapak alma işlemlerini gerçekleştirmeleri sırasında toz emiş sistemleri ile meydana gelebilecek tozumanın kaynağında bertaraf edilmesi sağlanmalıdır.
- ✓ Çok yoğun tozuma neden olan taşlama ve zımparalama işlemleri, diğer bölümlerden tecrit edilmiş, havalandırılmalı ve toz emişi sağlanan kabinlerde yapılmalıdır. Kullanılan el aletlerinin toz emiş sistemlerine sahip olması da tozu kaynağında yok etmeye yardımcı olacaktır.
- ✓ Gürültü maruziyetlerini azaltmak üzere çok gürültü çıkaran makine ve tezgahların çalışma ortamından ayrı yalıtılmış bölümlere alınması gerekmektedir.
- ✓ İşletmelerde duvarlar, zemin ve tavan gibi sesin yansıyabileceği yerler ses emici malzeme ile kaplanmalıdır.
- ✓ “Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik”’in 10. maddesine göre hamurhanelerinde yanıcı ve patlayıcı olan polyeşter ve peroksit gibi kimyasalların yoğunlukla kullanıldığı bu işletmelerde patlamadan korunma dokümanı hazırlanmalıdır.

- ✓ İşletmelerde acil durum planı hazırlanmalı ve gerektiğinde buna göre hareket edilmelidir.
- ✓ Yoğun maruziyet yaşanan bölümlerde yalnızca işi yapan çalışanın değil, çevredeki çalışanların da KKD kullanımına önem verilmesi gerekmektedir.

İşletmelerde kullanılacak KKD'lerle ilgili öneriler aşağıda verilmiştir:

- ✓ Genel olarak yalnızca basit çapak alma ve montaj işlemlerini yapan çalışanlar veya toz maruziyeti yaşanan bölümlerde çalışanlar EN 149 sertifikalı FFP2 toz maskesi kullanmalıdır.
- ✓ Hamurhane, preshane ve montaj bölümlerinde daha yoğun toz ve gaz maruziyeti yaşayan çalışanlar EN 140 sertifikalı yarım yüz maskesi kullanmalıdır.
- ✓ Zımparalama ve taşlama işlemleri yapan çalışanlar yarım yüz maskesine monte EN-143 sertifikalı P2 tipi toz filtresi kullanmalıdır.
- ✓ Mikser ve preste çalışan ve hem toz hem de gaz maruziyeti yaşayan çalışanlar, yarım yüz maskesine monte gaz filtresi ile partikül filtre (ABEK1, P2) kombinasyonunu kullanmalıdır.
- ✓ Genel işlerin yapıldığı tüm bölümlerde EN 388 sertifikalı mekanik risklere karşı koruyucu eldiven kullanılmalıdır.
- ✓ Mikser başında kimyasalların tartımı ve kazanlara boşaltımı işlemlerini yapan çalışanlar EN 374 ve EN 388 sertifikalı kimyasal risklere karşı koruyucu eldiven kullanmalıdır.
- ✓ Montaj, zımparalama, çapak alma ve kesme işlemlerini yapan çalışanlar EN 388 sertifikalı kesilmeye dirençli eldiven kullanmalıdır.
- ✓ Pres operatörleri sıcak kalıpla ve sıcak kalıptan çıkarılan sıcak ürünle temas ederken, kalite kontrol laboratuvarındaki çalışanlar ise yakma testi yapılan ürünü etüvden alırken EN 407 ve EN 388 sertifikalı yanmaya dirençli eldiven kullanmalıdır.
- ✓ Havalı / elektrikli el aletleri veya falçata ile kesme, taşlama gibi işlemleri yapanlar ile kimyasalların tartımı ve boşaltımı gibi işlemleri yapanlar EN 166 sertifikalı koruyucu gözlük ve yüz koruyucu siperler kullanmalıdır.
- ✓ Preshane, montaj ve hamurhane bölümlerindeki tüm çalışanlar EN 352-2 sertifikalı kulak tıkaçları kullanmalıdır.
- ✓ Tüm çalışanlar EN 345 sertifikalı çelik burunlu ve antistatik iş ayakkabısı giymelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Şahin, Y., *Kompozit Malzemelere Giriş* (İkinci Baskı), Seçkin Yayıncılık, Sayfa: 27-56, Ankara, 2006.
- [2] Zor, M., *Kompozit Malzemeler Ders Notları*, Dokuz Eylül Üni. Makine Müh., http://kisi.deu.edu.tr//mehmet.zor/composite%20materials/2-Genel_bilgiler.pdf (Erişim Tarihi: 12/01/2016).
- [3] Hacıaloğlu, İ., *Kompozit Dünyası*, Kompozit Zirvesi Sunumları, İstanbul, 2015 <http://www.kompozit.org.tr/kompozit-hakkinda/mevzuat-sunuslar> (Erişim Tarihi: 01/02/2016).
- [4] Aran, A., *Elyaf Takviyeli Karma Malzemeleri Ders Notları*, İ.T.Ü Makina Fakültesi, 1990, <http://www.ahmetaran.net/app/download/9237505198/etkm.pdf?t=1393942303> (Erişim Tarihi: 13/01/2016).
- [5] Ulusal Meslek Standardı, Kompozit Ürün Üretim Elemanı (HKB, Sıcak Kalıplama) (Seviye 3), 2012.
- [6] Kompozit Malzemeler Hakkında Her Şey, <http://www.bilgiustam.com/kompozit-malzemeler-hakkinda-hersey/> (Erişim Tarihi: 16/01/2016).
- [7] İTO, *Kompozit Sektör Raporu*, <http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-57.pdf> (Erişim Tarihi: 13/01/2016).
- [8] Akbulut, H., *Kompozit Malzemeler*, Sakarya Üni. Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, <http://docplayer.biz.tr/2254743-Prof-dr-hatem-akbulut-kompozit-malzemeler-prof-dr-%20hatem-akbulut.html> (Erişim tarihi: 14/01/2016).
- [9] Crystic, *Composites Handbook*, Teknik Yayın, Aralık 2005, http://www.scottbader.com/uploads/files/3381_crystic-handbook-dec-05.pdf (Erişim Tarihi: 18.01.2016).
- [10] Ersoy, M., *Lif takviyeli polimerik malzeme tasarımı*, Yüksek Lisans Tezi, 2005, <http://docplayer.biz.tr/14217888-Lif-takviyeli-polimerik-kompozit-malzeme-tasarimi-mehmet-sabri-ersoy-yuksek-lisans-tezi.html> (Erişim Tarihi: 18.01.2016).
- [11] Cengiz, İ. F., Öztürk, B., Terzi, A., *Cam Elyafı Takviyeli Kompozitlerde Dolgu Maddelerinin Mekanik Özelliklere Etkisi*, Lisans Bitirme Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 2008, <http://www.kompozit.org.tr/documents/bildirimler/tez.pdf> (Erişim Tarihi: 18/01/2016).

- [12] Cam Elyaf Sanayi A.Ş., *Cam Elyafı Takviyeli Plastik CTP*, Teknik Yayın, <http://www.camelyaf.com.tr/images/pdf/CTPcamelyaf.pdf> (Erişim Tarihi:19/01/2016).
- [13] Kompozit Sanayicileri Derneği, Kompozit Hammaddeleri Eğitimi, Dondurucular ve Hızlandırıcılar, <http://www.kompozit.org.tr/kompozit-hakkinda/mevzuat-sunuslar/1453> (Erişim Tarihi: 18/12/2015).
- [14] NTP-CERHR (National Toxicology Program-Center for the Evaluation of Risks to Human Reproduction), Monograph on the Potential Human Reproductive and Developmental Effects of Styrene, https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/ohat/styrene/styrene_monograph.pdf (Erişim Tarihi: 12/01/2016).
- [15] IARC (International Agency for Research on Cancer), Styrene, Vol 82, <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol82/mono82.pdf> (Erişim Tarihi: 14/02/2016).
- [16] The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), International Chemical Safety Cards (ICSC), Styrene, <http://www.cdc.gov/niosh/ipcsneng/neng0073.html> (Erişim Tarihi: 18/02/2016).
- [17] International Programme on Chemical Safety (IPCS), Styrene, Poisons Information Monograph, <http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/pim509.htm> (Erişim Tarihi: 18/02/2016).
- [18] International Programme on Chemical Safety (IPCS), Styrene, Environmental Health Criteria, <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc26.htm> (Erişim Tarihi: 18/02/2016).
- [19] Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for Styrene, <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=421&tid=74> (Erişim Tarihi: 18/02/2016).
- [20] Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS), Styrene, Cheminfo, <http://www.ccohs.ca/> (Erişim Tarihi: 17/02/2016).
- [21] National Poisons Information Service (NPIS). Styrene, Toxbase, <http://www.npis.org/> (Erişim Tarihi: 18/02/2016).
- [22] Brown, N. A., Lamb J. C., Brown S. M., Neal B. H., A review of the developmental and reproductive toxicity of styrene, Regulatory Toxicology and Pharmacology, Sayı 32, Sayfa 228-247, 2000.

- [23] Küçükaksu, C., Akakça A., Enez İ., Tersane çalışanlarında iş ortamında bulunan uçucu organik bileşiklerin ototoksisiteye etkileri, *Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, <http://www.ttb.org.tr/dergi/index.php/msg/article/view/141> (Erişim Tarihi: 17/02/2016).
- [24] Taş, A., Yağız, R., Ototoksisitenin odiyolojik monitörizasyonu. *Trakya Univ J Sci*, Sayı: 22 (1), Sayfa: 37-41, 2005.
- [25] Dreschler, W.A., Van der Hulst, R.J., Tange, R.A., Urbanus, N.A., Role of high-frequency audiometry in the early detection of ototoxicity, *Audiology*, Sayı: 28, Sayfa:211-20, 1989.
- [26] Johnson, A. C., Morata, T. C., Lindblad, A. C., Audiological findings in workers exposed to styrene alone or in concert with noise, *Noise And Health*, Sayı: 8(30), Sayfa:45-57, 2006.
- [27] Lataye, R., Campo, P., Loquet, G., Combined effects of noise and styrene exposure on hearing function in the rat, *Hear Res*, Sayı:139, Sayfa:86-96, 2000.
- [28] Meretoja, T., Vainio, H., Sorsa, M., Härkönen, H., Occupational styrene exposure and chromosomal aberrations, *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, Sayı: 56, Sayfa: 193-197, 1977.
- [29] Scélo, G., Constantinescu, V., Csiki, I., Occupational exposure to vinyl chloride, acrylonitrile and styrene and lung cancer risk (europe), *Cancer Causes & Control*, Sayı:15, Sayfa 445-452, 2004.
- [30] Härkönen, H., Relationship of symptoms to occupational styrene exposure and to the findings of electroencephalographic and psychological examinations, Sayı: 40, Sayfa: 231-239, 1977.
- [31] Kolstad, H. A., Bonde, J. P., Spano, M., Giwecman, A., Change in semen quality and sperm chromatin structure following occupational styrene exposure, Sayı: 72, Sayfa: 135-141, 1999.
- [32] Cohen, J. T., Carlson, G., Charnley, G., A comprehensive evaluation of the potential health risks associated with occupational and environmental exposure to styrene, *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B: Critical Reviews*, Sayı:5, Sayfa: 1-263, 2002.
- [33] Stiren Malzeme Güvenlik Bilgi Formu, Cam Elyaf Sanayii A.Ş., <http://www.camelyaf.com.tr/images/pdf/MSDS-pol-TR.pdf> (Erişim Tarihi: 18/02/2016).

- [34] Flodin, U., Ekberg, K., Andersson, L., Neuropsychiatric effects of low exposure to styrene, Br J Ind Med, Sayı:46, Sayfa: 805-808, 1989.
- [35] Härkönen, H., Lindström, K., Seppäläinen, A. M., Asp, S., Hernberg, S., Exposure-response relationship between styrene exposure and central nervous functions, Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, Sayı:4, Sayfa:53-59, 1978.
- [36] Morata, T. C., Dunn, D. E., Effects of occupational exposure to organic solvents and noise on hearing, Scand J Work Environ Health, Sayı: 19, Sayfa: 245-54, 1993.
- [37] Barale, R., The genetic toxicology of styrene and styrene oxide, Mutat Res., Sayı: 257, Sayfa: 107-126, 1991.
- [38] Kara, A., Mesleki solunum sistemi hastalıkları,
http://www.ataturkuni.net/ow_userfiles/plugins/forum/attachment_3247_5506c20974a5f_5506c1f50ce44_%C3%9Cnite-4-Mesleki-Solunum-Sistemi-Hastal%C4%B1klar%C4%B1.pdf (Erişim Tarihi: 25/02/2016).
- [39] Akyıldız, N. , *Kulak Hastalıkları ve Mikrosirürjisi*, Cilt: 1. Ogun Kardeşler Matbaası, Sayfa: 587-598, Ankara, 1980.
- [40] Türkiye İstatistik Kurumu, NACE Rev.2 Avrupa Ekonomik Topluluğunda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiki Sınıflaması, Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara, 2015
http://www.tuik.gov.tr/Kitap.do?metod=KitapDetay&KT_ID=18&KITAP_ID=277 (Erişim Tarihi: 18/01/2016).
- [41] İş sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ, Resmi Gazete Tarihi: 29.03.2013, Resmi Gazete Sayısı: 28602, T.C. Resmi Gazete, Ankara.
- [42] Türk İstatistik Kurumu (TÜİK), 22.21.Nace koduna ait yıllık sanayi ve hizmet istatistikleri, 2012-2013, <http://www.tuik.gov.tr/Start.do> (Erişim Tarihi: 19/01/2016)
- [43] Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK), 22.21 Nace Koduna ait iş kazası ve meslek hastalıkları istatistikleri, 2013-2014,
<http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/tr/kurumsal/istatistikler> (Erişim Tarihi 18/01/2016).
- [44] GESTIS International Limit Values, Styrene, (Stiren İçin Uluslararası Limit Değerler) Cas No. 100-42-5, http://limitvalue.ifa.dguv.de/WebForm_ueliste2.aspx (Erişim Tarihi: 16/01/2016).
- [45] Türk Standartları Enstitüsü, TS EN 689, İşyeri Havası- Solunumla maruz kalınan kimyasal maddelerin sınır değerler ile karşılaştırılması ve ölçme stratejisinin değerlendirilmesi için kılavuz, 2002.

- [46] NIOSH, 1501, Hydrocarbons, Aromatic, (Aromatik Hidrokarbonlar) <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/1501.pdf> (Erişim Tarihi: 16/01/2016).
- [47] HSE, MDHS 14/3 General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust (Solunabilir tozların gravimetrik analizi ve örnekleme için genel metotlar), 2000.
- [48] WHO (World Health Organization, Dünya Sağlık Örgütü), Determination of airborne fibre number concentrations- membrane filter method, (Uçuşan lif sayısı konsantrasyonu belirleme- membran filtre metodu).
- [49] HSE (Health and Safety Executive) – İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Kuruluşu, <http://www.hse.gov.uk/pUbns/priced/eh40.pdf> (Erişim Tarihi: 25/02/2016).
- [50] ACGIH (The American Conference of Govenmental Industrial Hygienists) - Ulusal Endüstriyel Hijyenistler Konferansı, Amerika, https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_259635.html (Erişim Tarihi 25/02/2016).
- [51] Tozla Mücadele Yönetmeliği, Resmi Gazete Tarihi: 05.11.2013, Resmi Gazete Sayısı: 28812, T.C. Resmi Gazete, Ankara.
- [52] Cam Elyaf Sanayii A. ř. , Doymamış Polyester Reçinesi, Malzeme Güvenlik Bilgi Föyü, <http://www.camelyaf.com.tr/images/pdf/MSDS-pol-TR.pdf> (Erişim Tarihi: 18/02/2016).
- [53] MEK (Metil Etil Keton) Peroksit'in Güvenli Kullanımı Hakkında Ne Biliyoruz? <http://www.kompozit.org.tr/kompozit-hakkinda/bilgi-bankasi> (Erişim Tarihi: 23/02/2016).
- [54] İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik, Resmi Gazete Tarihi: 17.07.2013, Resmi Gazete Sayısı: 28710, T.C. Resmi Gazete, Ankara.
- [55] Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, Resmi Gazete Tarihi: 28.07.2013, Resmi Gazete Sayısı:28721, T.C. Resmi Gazete, Ankara.
- [56] Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, Resmi Gazete Tarihi: 22.08.2013, Resmi Gazate Sayısı: 28743, T.C. Resmi Gazete, Ankara.
- [57] TS EN 12464-1: 2013 (Işık Ve Aydınlatma - Çalışma Yerlerinin Aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı Çalışma Alanları) standardı.

- [58] Mutti, A., Mazucchi, A., Rustichelli, P., Frigeri, G., Arfini, G., Franchini, I., Exposure effect and response relationships between occupational exposure to styrene and neuropsychological functions, American Journal of Industrial Medicine, Sayı:5, Sayfa: 275-286, 1984.
- [59] Bergström B, Nyström B., Development on hearing loss during long term exposure to occupational noise, Scand Audiol, Sayı: 15, Sayfa: 227-234, 1986.
- [60] Tarvanien K., Jolanki, R., Grönholm, L. F., Estlander, T., Pfaffli, P., Juntunen, J., Kanerva, L., Exposure, skin protection and occupational skin diseases in the glass fibre reinforced plastic industry, Contact Dermatitis, Sayı: 29, Sayfa: 119-127, 1993.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

SOYADI, Adı : İSTİF, Merve
Doğum tarihi ve yeri : 16.01.1986 - İstanbul
Telefon : 0 (262) 351 38 38
E-posta : merve.istif@csgb.gov.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yük. Lisans	İTÜ / Kimya Bölümü	2012
Lisans	İstanbul Üniversitesi / Kimya Bölümü	2009
Lise	Güner Akın Lisesi (Y. D. A)	2004

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2013 Ocak- (Halen)	Çalış. ve Sos. Güv. Bak.	İş Sağlığı ve Güvenliği Uzm. Yrd.

Yabancı Dil İngilizce (KPDS-2012: 92,5)

Yayınlar

- Kızılcı, N., İstif, M., "Novel comonomer synthesis from thiophene-2-carbonyl chloride and polydimethylsiloxane modified cyclohexanone formaldehyde resin", Pigment & Resin Technology, Vol. 43, No. 5, s. 277 – 284, 2014.
- Ateş, E., Kızılcı, N., İstif, M., "Novel comonomer synthesis from thiophene-2-carbonyl chloride and cyclohexanone formaldehyde resin", Pigment & Resin Technology, Vol: 44, No:2, s. 79-86, ISSN: 0369-9420, Emerald Group Publishing Limited, 2015.
- Kızılcı N., İstif M., “Ketonik Reçinelerin Tiyofen Karbonil Klorür ile Modifikasyonları”, Bildiri, 25. Ulusal Kimya Kongresi, Erzurum, 2011.
- "Sikloheksanon Formaldehit Reçinesinin Tiyofen Karbonilklorür ile Modifikasyonları", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enst., , 2012.

Mesleki İlgi Alanları

Gaz kromatografisi analizleri, (GC/FID, TD- GC/MS), toz ve gaz ölçüm metotları.

Hobiler

Kitap okumak, film izlemek.

