



**KAUÇUK ÜRETİMİNDE KULLANILAN İŞ EKİPMANLARININ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ**

Mustafa Orkun ÇELİK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
KAZALARIN ÇEVRESEL VE TEKNİK ARAŞTIRMASI
ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2018

Mustafa Orkun ÇELİK tarafından hazırlanan “KAUÇUK ÜRETİMİNDE KULLANILAN İŞ EKİPMANLARININ İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Abdulmecit GÜLDAŞ

İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Şener KARABULUT

Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Hacettepe Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Ömer ASAL

İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Tez Savunma Tarihi: 08/06/2018

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Mustafa Orkun ÇELİK

08/06/2018

KAUÇUK ÜRETİMİNDE KULLANILAN İŞ EKİPMANLARININ İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Mustafa Orkun ÇELİK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2018

ÖZET

Gelişen teknoloji ile birlikte üretim süreçleri, daha karmaşık hale gelmiştir. Bu durum, üretimin vazgeçilmez unsuru olan insan için anlık ve uzun vadede, tehlike ve risklerin oluşmasına zemin hazırlamıştır. Polimer türü malzemeler, günümüz dünyasında sürekli kullanılan ve her alanda yer alan işlevsel mühendislik malzemeleridir. Bir polimer türü olan kauçuk malzemeler ile imalatla kullanılan iş ekipmanları, çalışanlar için birçok tehlike ve risk oluşturmaktadır. Sosyal Güvenlik Kurumu istatistiklerine göre; 2016 yılında gerçekleşen 286 068 iş kazasının kimya sektörü ile ilgili kısmı incelendiğinde, en çok iş kazasının 9258 iş kazası ile “kauçuk ve plastik ürünler imalatı” iş kolunda meydana geldiği görülmüştür. Bu nedenle kauçuk imalat sektöründe var olan tehlike ve riskleri ortadan kaldırmak veya en aza indirmek, meydana gelecek iş kazası ve meslek hastalıklarının sayısını azaltacaktır. Bu çalışmada, kauçuk imalat sektöründe en çok kullanılan iş ekipmanları, iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmiş, tehlike ve riskler analiz edilerek ortadan kaldırılması ve en aza indirilmesi için önerilerde bulunulmuştur. Tanımlanan tehlikeler ve riskler, sektörde sık kullanılan L MATRİS risk analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir. Böylece yapılan çalışma ile işletmelerde uygulanan risk değerlendirmesi çalışmalarına katkı sağlanması hedeflenmiştir.

Bilim Kodu : 113512

Anahtar Kelimeler : Kauçuk Üretim Sektörü, Risk Analizi, İş Sağlığı ve Güvenliği, İş Ekipmanları

Sayfa Adedi : 107

Danışman : Doç. Dr. Abdulmecit GÜLDAŞ

INVESTIGATION OF WORKING EQUIPMENT USED IN RUBBER PRODUCTION
IN TERMS OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY

(M. Sc. Thesis)

Mustafa Orkun ÇELİK

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June 2018

ABSTRACT

With the developing technology, the production processes have become more complicated. This situation can cause danger and higher risk for people who are indispensable element of production at the present time and long-term polymer-type materials are functional engineering elements which are consistantly used and essential part of the production in today's world. A polymer type of rubber materials which are used in the manufacturing cause many hazards and risks for employees. According to the Social Security Institution in Turkey, when the part of the 286 068 occupational accidents in 2016 related to the chemical sector was examined, it was seen that the most occupational accident occurred in the "rubber and plastic products manufacturing" business with 9258 occupational accidents. For this reason, minimizing the risks and elimination of hazards in the rubber manufacturing sector will reduce the number of occupational accidents and occupational diseases. In this study, most common work equipments which are used in rubber and manufacturing sector were examined in terms of occupational health and safety. Risk and hazards were analyzed and suggestions were given in order to remove or reduce them to minimum. The identified hazards and risks in the sector was assessed by the risk analysis method commonly used L MATRIX. Thus, it is aimed to contribute to the risk assessment studies applied in the enterprises.

Science Code : 113512

Key Words : Rubber Manufacturing Sector, Risk Analysis, Occupational Health and Safety, Work Equipment

Page Number : 107

Supervisor : Assoc. Prof. Abdulmecit GÜLDAŞ

TEŞEKKÜR

Kauçuk üretiminde kullanılan iş ekipmanlarının iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmesi ile ilgili bu çalışmanın her aşamasında beni destekleyen ve yönlendiren danışmanım Sayın Doç. Dr. Abdulmecit GÜLDAŞ'a, değerli dostum Ufuk YANAR, Süleyman YILDIRIM ve Muhammet DEGE'ye, meslektaşlarım Hamza KIVRAK, Mehmet Kamil GÜLSOY, Ersan BAK, Umut AKIN, Yavuz Selim ŞİŞMAN ve İş Baş Müfettişi Ergün GÖKTAŞ'a, her zaman yanımda olan, desteğini esirgemeyen ve moral kaynağım olan canım AİLEME teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAÜÇUK ÇEŞİTLERİ VE KAÜÇUK ÜRETİMİ.....	5
2.1. Kauçuğun Genel Tanımı	5
2.2. Kauçuğun Sınıflandırılması	7
2.2.1. Doğal kauçuk (NR)	7
2.2.2. Sentetik kauçuk	9
2.3. Kauçuk Üretim Aşamaları	13
2.3.1. Kauçuk hamuru hazırlama (karıştırma)	13
3. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ	21
3.1. İş Kazası.....	23
3.2. Meslek Hastalığı.....	24
3.2.1. Meslek hastalığı tanımı	24
3.2.2. Kauçuk imalat sektöründe iş sağlığı ve güvenliği.....	25
3.2.3. Kauçuk imalatında sık kullanılan iş ekipmanları ile ilgili tehlike ve riskler.....	29

	Sayfa
3.3. Lateks Üretim Süreci.....	57
3.3.1. Lateks daldırma ve dökme	58
3.3.2. Poliüretanlar (PU köpük üretimi, yeniden oluşturulmuş köpük, köpük dönüştürme ve katı üretanlar)	59
3.3.3. Poliüretan köpük üretimi	59
3.3.4. Esnek PU köpük – blok üretimi	60
3.3.5. Kalıplanmış PU köpük	60
3.3.6. Yerde enjeksiyon veya püskürtme	61
3.3.7. Rekonstitüye köpük.....	62
3.3.8. Köpük dönüşüm	63
3.3.9. Kauçuk köpük fabrikasyon süreci.....	68
3.4. Kauçuk imalat Endüstrisindeki Mesleki Maruziyetler.....	71
3.4.1. Butadien maruziyeti	72
3.4.2. Kauçukla temaslı dermatit ve lateks alerjisi.....	73
3.4.3. Solventler	74
3.4.4. Sünger üretiminde oluşan gaz – CO ₂	76
3.4.5. İzosiyanatlar	77
3.4.6. Toz ve duman maruziyeti.....	79
4. TEHLİKE VE RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	85
4.1. Risk Değerlendirmesi Süreçleri.....	85
4.2. Risk Değerlendirmesi Yöntemi	87
4.2.1. Risk değerlendirme karar matrisi (L matris yöntemi).....	87
4.2.2. Karar matrisi yöntemiyle (L matris) risklerin analiz edilmesi	89
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	99
KAYNAKLAR	103

ÖZGEÇMİŞ	107
----------------	-----



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Kauçuğun kullanım durumuna göre sınıflandırılması.....	7
Çizelge 2.2. Doğal kauçuğun avantaj ve dezavantajları	8
Çizelge 3.1. İşyeri tehlike sınıfları listesi.....	26
Çizelge 3.2. Kauçuk endüstrisinde sık kullanılan solvent kimyasalları.....	75
Çizelge 4.1. İş ekipmanı kontrol listesi.....	86
Çizelge 4.2. Tehlikenin gerçekleşme ihtimali.....	88
Çizelge 4.3. Tehlikenin şiddeti	88
Çizelge 4.4. Risk skor matrisi (L Matris).....	88
Çizelge 4.5. Eylem türleri	88
Çizelge 4.6. Düzenleyici ve önleyici faaliyetler	90

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Giyotin bıçak iş güvenliği önlemleri	31
Şekil 3.2. Konveyör yan koruyucuları	34
Şekil 3.3. Büyük kapalı tip karıştırıcı	36
Şekil 3.4. İnterlocking kilitleme sistemi şematik görünümü	37
Şekil 3.5. Değirmen güvenlik önlemleri	39
Şekil 3.6. Radyal lastikler için segment kalıpları	47
Şekil 3.7. Presin bölümleri.....	48
Şekil 3.8. Preslerdeki önlemler	49

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Karbon karası depolama alanı.....	30
Resim 3.2. Balyaların vakum ile taşınması	32
Resim 3.3. Castell anahtarı ile bunbury mikser de açık kapı bakım pozisyonu	38
Resim 3.4. Bunker kapağı ve castell anahtar detayı	38
Resim 3.5. Bunbury castell anahtar sistemi	38
Resim 3.6. Bunbury karıştırıcı için makaralı kalıp	41
Resim 3.7. Üçlü ekstruder	42
Resim 3.8. Levha halindeki kauçuk.....	42
Resim 3.9. Pres kalıpları.....	47
Resim 3.10. Otomatik dikey bant bıçağı	65
Resim 3.11. Yatay dilimleme makinesi.....	66
Resim 3.12. Dönen masa bant kesici.....	67

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

db	Desibel
hz	Hertz
ppm	Parts per million

Kısaltmalar

Açıklamalar

ACM	Poliakrilik kauçuk
ASTM	American society for testing and material
AU	Poliester üretan kauçuğu
BR	Butadien kauçuğu
CO	Epiklorhidrin homopolimeri
COSHH	Control of substances hazardous to health
CM	Klor polietilen kauçuğu
CSM	Kloro sülfolanmış polietilen kauçuk
CR	Kloropren kauçuk
EACM	Etilen-akrilat kauçuğu
ECO	Epiklorhidrin kopolimeri
EPDM	Etilen propilen dien termopolimeri
EPM	Etilen propilen kopolimeri
EU	Polieter üretan kauçuğu
EVM	Vinil asetat etilen kauçuğu
FKM	Karbonlanmış floro kauçuk
HEPA	High efficiency particulate air
HSE	Health and safety executive
IARC	International agency for research on cancer
IIR	Butil (zobuten-zopren) kauçuğu

Kısaltmalar**Açıklamalar**

ILO	İnternational labour organization
IR	Sentetik izopren kauçuğu
KKD	Kişisel koruyucu donanım
MbOCA	Metileno bis-orto cloro anilina
MDI	Difenilmetan diizosiyanat
MFQ	Forosilikon kauçuğu
MPVQ	Metil-fenil-vinil silikon kauçuk
MVQ	Metil - vinil silikon kauçuk
NBR	Nitril kauçuk
NR	Doğal kauçuk
OSHA	Occupational safety and health administration
PAGEV	Plastik araştırma, geliştirme ve eğitim vakfı
PU	Poliüretan
Q	Silikon kauçuk
SBR	Stiren butadien kauçuğu
SGK	Sosyal güvenlik kurumu
T	Polisülfür kauçuğu
TDI	Toluen diizosiyanat
TLV	Threshold limit value short term exposure limit
TPE	Termoplastik elastomerler
TÜİK	Türkiye istatistik kurumu
TWA	Threshold limit value time weighed avarage
WHO	World health organization

1. GİRİŞ

İhtiyacımız olan maddelerin tümüne malzeme adı verilmektedir. Günümüz dünyasında birçok malzeme hayatımızı kolaylaştırmak ve yaşam kalitemizi arttırmak için tercih edilip kullanılmaktadır. Teknolojinin gelişmesi; kullanılan malzemelerin son kullanıcıya hızlı ve ekonomik biçimde ulaşmasını sağlamış ve ürünlerin hammaddeden yarı mamul ve mamul haline gelebilmesini kolaylaştırmıştır. Gelişen teknoloji ile birlikte üretim süreçleri, malzemenin ilk keşfedildiği zamana kıyasla daha karmaşık hale gelmiştir. Bu durum, üretimin vazgeçilmez unsuru olan insan için anlık ve uzun vadede, tehlike ve risklerin oluşmasına zemin hazırlamıştır.

Kauçuk ve polimer malzemeler, günümüz dünyasında sürekli kullanılan ve her alanda yer alan işlevsel bir mühendislik malzemesidir. Otomobil sektörü başta olmak üzere hortum, cam silecekleri, transmisyon kayışları, contalar, aks körükleri, kapı ve cam fitilleri, conta ve o-ring gibi günlük yaşamdaki birçok araç ve gereçte kullanılmaktadır [1].

Genel olarak kauçuk malzemeler doğal ve sentetik kauçuk olarak gruplandırılmaktadır. Doğal kauçuk, kauçuk ağacının özsuyunun damıtılması işlemleri ile elde edilmektedir. Sentetik kauçuk ise laboratuvar koşullarında kimyasal süreçler sonucunda elde edilmektedir. Doğal kauçuk üretimindeki zorluklar, doğal kauçuğun üretim maliyetinin yüksek olması ve sentetik kauçuğun farklı ihtiyaçlara cevap vermesi gibi nedenlerden dolayı sentetik kauçuğa olan talep artmıştır.

Kauçuk türü malzemelerin üretim aşamalarında kullanılan madde ve ekipmanlar nedeni ile üretimin vazgeçilmez unsuru olan çalışanlar için birtakım risk ve tehlikelerin oluşması kaçınılmazdır. Bu tehlike ve riskleri ortadan kaldırmak veya en aza indirmek; meydana gelecek iş kazası ve meslek hastalıklarının oluşma ihtimalini azaltacağından, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili belirli kurallar ve önlemler belirlemek önem arz etmektedir. Dahası geçmiş yıllarda meydana gelen iş kazaları ve meslek hastalıkları, belirli önlemlerin alınmasını ve kuralların belirlenmesini gerekli kılmıştır.

Türk Plastik Sanayicileri Araştırma, Geliştirme ve Eğitim Vakfı (PAGEV), “Kauçuk Sektör (2017) Dünya ve Türkiye” raporunda kauçuk mamulleri üretiminin, 2016 - 2017

döneminde, 632 000 tondan 737 000 tona yükseldiğine işaret etmektedir. Türkiye’de kauçuk sanayisi, kimya ve imalat sanayisinde önemli bir paya sahiptir. Dünya toplam kauçuk ihracatından % 1,4 ve ithalatından da % 1,3 pay almaktadır. Kauçuk endüstrisi, direk ve dolaylı olarak ülke ekonomisine yılda 4 milyar doların üzerinde döviz girdisi sağlamaktadır [2].

Kauçuk ve plastik ürünleri sektörü, “sanayi sektöründe üretilen ürünlerin üretim değerine” ilişkin 2009 yılı TÜİK verilerinde, kauçuk ve plastik ürünleri kapsamındaki ürün kodları için sunulan değerlerin toplamı olan yılda 16,5 milyar TL’yi bulan üretim değeri ile Türkiye’nin en önemli sanayi kollarından birini oluşturmaktadır [3].

Son yedi yılda, sektörün sağladığı çalışan istihdamının da üretimdeki artışa paralel olarak gelişim kaydettiği görülmektedir. Sosyal Güvenlik Kurumu’nun istatistiki verilerine göre; 2009 yılı kauçuk ve plastik ürünleri imalatında 10 045 işletmede 127 458 sigortalı işçi istihdam edilirken, 2016 yılı itibarıyla 12 859 işletmede 197 808 sigortalı istihdam edilmektedir [4].

2010 yılı SGK verilerine göre; 62 903 iş kazası ve 533 meslek hastalığı vakası görülmüştür. Bu verilerden 10’u meslek hastalığı sonucu, 1 444’ü iş kazası sonucu olmak üzere toplam 1 454 çalışan yaşamını yitirmiştir. 1 976 Çalışan iş kazası nedeni ile 109 çalışan da meslek hastalığı sonucu, toplamda 2 085 çalışan sürekli iş göremez (engelli) durumuna düşmüştür. 2016 yılı SGK verilerine göre; 286 068 iş kazası ve 597 meslek hastalığı vakası görülmüştür. 2016 yılında meslek hastalığı gerçekleşmezken, 1 405 çalışan iş kazası nedeni ile yaşamını yitirmiştir. 127 827 çalışan iş kazası ile 16 çalışan da meslek hastalığı sonucu, toplamda 127 843 çalışan sürekli iş göremez (engelli) durumuna düşmüştür [4]. 2016 yılında gerçekleşen 286 068 iş kazasının faaliyet gruplarına göre dağılımı incelendiğinde; kimya sektöründe en çok iş kazasının 9258 iş kazası ile “kauçuk ve plastik ürünler imalatı” iş kolunda olduğu görülmüştür. Bu veriler ışığında, sektörün gelişimi ile paralellik gösteren iş kazası ve meslek hastalıkları, azımsanmayacak kadar çoktur.

İstatistiksel veriler, kauçuk ve plastik malzeme imalatı sektöründe iş sağlığı ve güvenliğinin diğer sektörler kadar önemli olduğunu göstermektedir. Üretim aşamasında farklı süreçler sonucu işlenmeye hazır hale gelmiş ham kauçuğu mamul hale getirmek için

kullanılan merdanelere çalışanların sıkışması, merdanelere yapışan kauçuğun temizlenmesi sırasında oluşan riskler, kauçuk üretiminde kullanılan makina ve ekipmanların tamiri ve bakım sürecinde yaşanması muhtemel kazalar, bu makina ve ekipmanların karışık yapısal özellikleri nedeni ile alınması gereken önlemlerin zorluğundan kaynaklanan riskler, makine ve ekipmanların güvenli durma donanımlarının kontrol sürecinin zor olması sektörde meydana gelen kazaların temel nedenlerindendir [5].

Çalışma hayatında, çalışanların işyeri ortamında maruz kaldığı koşullar nedeni ile ortaya çıkan önemli meslek hastalıkları, işyerlerinde meydana gelen iş kazalarının gölgesinde kalmaktadır. Sürekli maruziyet sonucu uzayan gizli kalma süreçleri nedeni ile bazı hastalıkların tespiti, çalışanların yıllarca çalıştığı işyerlerinden ayrılmalarından sonra geçirdiği zamana denk gelmektedir. Çalışanların aktif olarak çalıştığı dönemde gelişen hastalık kendini gizleyebilmekte ve uzun süreler sonunda fark edilmektedir. Birtakım hastalıkların nedeni; çalışma ortamında bulunan zararlı maddelere maruziyet sonucu olmasına rağmen, bunların büyük çoğunluğu meslek hastalığı vakası olarak tespit edilememektedir [6].

Bu veriler ışığında, kauçuk imalatında görev alan çalışanlar arasında kanser vakalarına da rastlanmaktadır. ILO'nun yayınladığı verilerde; kauçuk imalat sektöründeki çalışanlar üzerinde yapılmış olan incelemelerde; mesane, akciğer vb. kanser vakaları neticesinde ölüm oranlarının yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Kanser nedeni ile ölümler sıklıkla, belirli bir kimyasala maruziyet olması durumu ile ilişkilendirilememektedir. Kanser genel olarak, kauçuğun imalat sürecinde gereksinim duyulan birden fazla zararlı kimyasalların belli miktarına, belli süreler ile maruz kalınması sonucu oluşabilmektedir. Kauçukla birlikte kullanılan maddelerin içerik çeşitliliği ve kimyasal yapıları kansere neden olan faktörlerin ortaya çıkmasını zorlaştırmaktadır [5].

Bu tez çalışmasında; kauçuk ve plastik sanayi sektöründe kullanılan iş ekipmanı ve maddelerin güvenli kullanımına yönelik dikkat edilmesi gereken hususlar; mevzuat ve literatürdeki bilgiler ışığında bir araya getirilmiştir. Çalışanlara daha güvenli ortamda çalışabilmeleri için gerekli olan bilgi ve kurallar değerlendirilerek bir kaynak haline getirilmiştir. Bu kapsamda, ilk bölümde kauçuk üretimi ile ilgili tanımlamalara yer verilmiştir. İkinci bölümde; kauçuğun üretim yöntemlerine, kullanılan ekipman ve malzemelere değinilmiştir. Üçüncü bölümde, iş sağlığı ve güvenliği genel olarak

anlatılarak üretimde kullanılan ekipman ve malzemelerden kaynaklanabilecek tehlike ve risklerin üzerinde durulmuş, tehlikeler sonucu oluşabilecek muhtemel kaza ve meslek hastalıkları incelenmiştir. Dördüncü bölümde ise sektörde sık karşılaşılan; haddeme, vulkanizasyon pres ve köpük, sünger kesme makinelerindeki tehlikeler, karar matrisi yöntemi ile analiz edilerek tehlikeden kaynaklanan riskler değerlendirilmiştir. Belirlenen riskler ile ilgili önlemler, detaylı olarak sunulmuştur.



2. KAÜÇUK ÇEŞİTLERİ VE KAÜÇUK ÜRETİMİ

2.1. Kauçuğun Genel Tanımı

Günlük kullanımda kauçuk, uygulanan kuvvetin kaldırılması ile belli bir zaman sonra ilk boyuna dönebilen malzeme olarak tanımlanmaktadır. Kauçuk çok fazla kullanım alanı olan lastik malzemelerin temel hammaddesidir.

Kauçuk malzeme, esneklik özelliği ile diğer malzemelere göre üstünlük gösterir. Bu özellik, kauçuk malzemeye her alanda kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Kauçuğun endüstride tercih edilmesine neden olan görevleri genel olarak; darbe, ses ve titreşim önleyici, sızdırmazlık elemanı, sıvı iletimi, otomobil lastiği vb. şeklinde özetlenebilir.

Günlük kullanımın dışında kauçuk, polimer malzemelerin altında konumlandırılmaktadır. Polimer malzemeler, hafif yapıları ve kolay işlenebilme özellikleri ile endüstride sürekli kullanılan mühendislik malzemesi haline gelmiştir. Polimerlerin üretimde tercih edilmesinin nedeni; plastik kıvam alması ve kalıp vasıtası ile kolay şekillendirilebilmesidir. Bu nedenle, endüstride plastik olarak adlandırılmaktadır. Doğal polimerler; selüloz, ipek ve kauçuk iken polietilen, polyester, naylon gibi malzemeler; petrol kaynaklı maddelerden suni olarak üretilmektedir [7].

Kauçuk malzemeler; başlangıçta çapraz bağlanmamış ama çapraz bağlanabilme yetisine sahip polimerlerdir. Daha sonra vulkanizasyon olarak tanımlanan pişirme işlemi ile çapraz bağ oluşturulur ve yüksek sıcaklıkta ve basınç altında akışkan özelliği gösterir. Böylece uygun şartlar altında kalıplanarak şekillendirilebilirler [8].

Günlük kullanımda, elastomer ve kauçuk kelimeleri aynı anlamları ifade etse de bu iki kavram, ASTM standartlarında birbirinden ayrılmıştır. ASTM D1566 (ASTM-D 1566, 1993)] standartlarında elastomerler; uygulanan kuvvetin kaldırılması ile eski boyutuna anında geri dönen malzeme olarak tanımlanmaktadır. Kauçuk ise uygulanan kuvvetin kaldırılması sonucunda belli bir zaman dilimi içinde eski boyutuna dönebilen malzeme olarak tanımlanmaktadır. Böylece, tüm kauçuk malzemeler elastomer iken tüm elastomerler kauçuk malzeme değildir [7].

Normal şartlarda kendi boyutunun en az iki katına uzayabilen ve kuvvet ortadan kaldırıldığında yine kendi boyutuna dönebilen polimer malzemeler elastomer olarak adlandırılır. Elastomerleri daha kapsamlı bir şekilde “Oda sıcaklığından parçalanma sıcaklığına kadar geniş bir alan içerisinde elastik özellikler gösteren seyrek çapraz bağlanmış (vulkanize olmuş) polimetrik malzemeler” olarak tarif edilebilir [9].

Kauçuk, Doğal formda *Hevea Brasiliensis* tropik bitkisinin öz suyundan damıtılmak suretiyle (Lateks) elde edilmektedir. Damıtılan öz suyunun (Lateks) petrol ve alkol ile birleşimi ile yapay olarak lastik elde edilmesi sağlanmıştır. Kristof Kolomb’un Amerika kıtasına yaptığı ikinci seyahatinde Haitili yerlilerin reçineden top ve giysi yaptıklarını görmesinden sonra kauçuk, Avrupalılar tarafından bilinir hale gelmiştir. Avrupalıların, 16. yüzyılın başlarında tanıştıkları kauçuk, ancak 19. yüzyılın ortalarına doğru Charles Macintosh, Thomas Hancock ve Charles Goodyear gibi araştırmacı ve girişimcilerin çalışmaları ile günlük yaşamın ayrılmaz bir mühendislik malzemesi olmuştur. Özellikle Charles Goodyear’ın 1840 yılında planlamadığı bir şekilde vulkanizasyon işlemini bulması, kauçuğun soğukta sertleşmesi ve sıcakta yumuşayarak yapışkan hale gelmesi gibi olumsuz özellikleri giderilerek kauçuk alanında teknolojik çalışmaların başlamasına öncülük etmiştir. Otomobil tekerleğinin 1888 yılında icat edilmesi ile birlikte kauçuğun vazgeçilmez bir malzeme olduğunu ispatlanmıştır.

Charles Goodyear’ın 1840 yılında vulkanizasyon işlemini bulması ile birlikte lastik, kükürt ve kauçuğun birlikte kullanılması ile elde edilmiş, daha sonra lastik içerisine yabancı maddeler katılarak iyileştirme yoluna gidilmiştir. Kauçuğun Atmosferik etkilere karşı uzun ömürlü olabilmesi için, lastik içerisine plastiklerden fenoller, aminler ve ayrıca bazı tuzlar eklenmiştir. Kauçuğun mukavemetini arttırmak amacı ile lastik içerisine amorf karbon ve yumuşaklık vermek için sterik asit eklenerek gelişen teknolojiye paralel olarak birçok amaca hizmet eden özel lastikler üretilmekte ve bunlardan da çeşitli ürünler oluşturulmaktadır [10].

Günümüzde doğal kauçuk ile birlikte sentetik kauçuğun da üretilmesi her ihtiyaca cevap veren birçok kauçuk türünün ortaya çıkmasını sağlamıştır. Kauçuğun Avrupalılar tarafından keşfedilmesine neden olan yüksek elastikiyete özelliği yani eski haline dönebilmesi, kauçuğun endüstride gelişmesine ve birçok sektörde kullanılmasına vesile olmuştur.

2.2. Kauçuğun Sınıflandırılması

Endüstride kauçuk genel olarak, doğal ve sentetik olmak üzere iki grupta sınıflandırılabilir. Bir diğer sınıflandırma da kauçuğun kullanım durumuna göre; genel kullanım kauçukları, özel kullanım kauçukları olarak yapılmaktadır.

Genel kullanım kauçukları, kauçuk talebinin büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır. Özel kullanım kauçukları içinde klor kauçuğu (CR) ve nitril kauçuğu (NBR) en çok tüketilen kauçuk türleridir [11].

Çizelge 2.1. Kauçuğun kullanım durumuna göre sınıflandırılması [11]

Genel Kullanım Kauçukları	Kısaltma	Özel Kullanım Kauçukları	Kısaltma
Doğal kauçuk	NR	Kloropren kauçuk	CR
Butadien kauçuğu	BR	Etilen-akrilat kauçuğu	EACM
Butil (zobuten-zopren) kauçuğu	IIR	Klorsulfonlanmış polietilen kauçuk	CSM
Etilen propilen dien termopolimeri	EPDM	Epiklorhidrin homopolimeri	CO
Nitril kauçuk	NBR	Poliester üretan kauçuğu	AU
Poliakrilik kauçuk	ACM	Polisülfür kauçuğu	T
Klor polietilen kauçuğu	CM	Metil - vinil silikon kauçuk	MVQ
Vinil asetat etilen kauçuğu	EVM	Florosilikon kauçuğu	MFQ
Epiklorhidrin kopolimeri	ECO	Karbonlanmış floro kauçuk	FKM
Polieter üretan kauçuğu	EU		
Silikon kauçuk	Q		
Metil-fenil-vinil silikon kauçuk	MPVQ		
Termoplastik elastomerler	TPE		
Sentetik izopren kauçuğu	IR		
Stiren butadien kauçuğu	SBR		
Etilen propilen kopolimeri	EPM		

2.2.1. Doğal kauçuk (NR)

Doğal kauçuk, *Hevea Brasiliensis* ağacının lateksinin (öz suyunun) damıtılması ile elde edilir. Damıtılan latekse koruyucu eklenerek akışkanlığını kaybetmemesi sağlanır. Damıtılan öz suyunun %80 kadarı latekstir. Öz suyunun geriye kalan %20 kadarı damıtma süresi boyunca akar ve pıhtılaşır [11].

Doğal kauçuğun kimyasal yapısında çapraz bağ olmaması nedeni ile ısıtıldığı zaman yapışkan özellik kazanmakta, soğutulması durumunda ise sert forma dönüşmektedir.

Charles Goodyear'ın kükürt vulkanizasyonunun keşfi ile doğal kauçuğa çapraz bağlanma özelliği kazandırılarak yukarıda bahsedilen olumsuzluk giderilmiştir [12].

Amerika kıtasının keşfi ve Avrupa'da tarım toplumundan sanayi toplumuna geçilmesi doğal kauçuğun önemli bir mühendislik malzemesi olarak kullanılmasını sağlamıştır. Bu durum beraberinde doğal kauçuk çiftliklerinin kurulmasına ve kauçuk makineleri endüstrisinin gelişmesine yol açmıştır. Damıtılan sıvı lateksi üretime uygun hale getirmek için 1800'li yıllardan itibaren mastikasyon, kalenderleme, vulkanizasyon ve ekstrüzyon makineleri kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle otomobil tekerleğinin icat edilmesi doğal kauçuğa olan talebi arttırmış ve I. ve II. Dünya savaşları ile sektör, ivme kazanmıştır [9].

Doğal kauçuk yapısı gereği, gerilme uygulandığında veya düşük sıcaklıklarda kristalleşme eğilimi gösterir. Gerilme gevşetildiğinde ve ısıtıldığında kristalleşme kalkar. Camsı geçiş sıcaklığının 75 °C civarında olması, düşük sıcaklık özelliklerinin çok iyi olmasını sağlamaktadır. Doğal kauçuğun çiğ mukavemet ve tekstile iyi yapışma özellikleri nedeni ile lastik endüstrisinde vazgeçilmez bir yere sahiptir [13].

Doğal kauçuk, iyi elastiside, çekme dayanımı, yırtılma dayanımı ve yorulma dayanımı özelliklerine sahiptir. Bu özellikleri sayesinde, hareketin ve titreşimin çok olduğu alanlarda sıklıkla (motor takozları, köprü takozları, lastik karkasları gibi) kullanılmaktadır. Fakat doğal kauçuğun özellikle dış fiziksel etkenlere karşı yaşlanma dayanımı, yağlara ve solventlere karşı dayanımı oldukça düşüktür. Yaşlanma özelliği uygun vulkanizasyon seçimi ve koruyucu kimyasallar ile iyileştirilebilir. Doğal kauçuk polar sıvılara karşı daha dayanıklıdır. Doğal kauçuğun avantaj ve dezavantajları Çizelge 2.2'de belirtilmiştir.

Çizelge 2.2. Doğal kauçuğun avantaj ve dezavantajları [13]

Avantajlar	Dezavantajlar
Yüksek dayanım	Hidrokarbon bileşiklerine dayanıksızlık
Düşük Yıpranma	Gözenekli yapı
Titreşime karşı yüksek dayanım	Dış etkenlere karşı dayanıksız yapı
İşlenme kabiliyetinin yüksek olması	Doğal olması nedeni ile değişken fiyat
Polar sıvılara dayanıklılık	Yüksek sıcaklıklara karşı dayanıksızlık
Aşınma Dayanımı	Düşük esneklik yetisi

2.2.2. Sentetik kauçuk

I. ve II. Dünya savaşlarından sonra kauçuk endüstrisinin gelişmesi ve sanayi teknolojilerinin endüstri ile paralel şekilde ilerlemesi yeni ürünlere olan ihtiyacı arttırmıştır. Bu durum iyi bir mühendislik malzemesi olan doğal kauçuğun üretiminin sadece belirli ülkelerde olması ve savaş yıllarında kauçuğa olan talebin artması, araştırmacı ve girişimcileri sentetik kauçuğu ortaya çıkarmaları yönünde zorlamıştır. Endüstrinin gelişmesine paralel olarak artan sanayi ihtiyaçları, farklı ihtiyaçlara cevap veren ve farklı yapısal özelliklere sahip kauçuk türlerinin üretilmesine neden olmuş, sentetik kauçuğun ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. Kauçuk konusunda dışa bağımlı olmama isteği sonucunda polimerizasyon ve vulkanizasyon teknikleri kullanılarak çeşitli sentetik kauçuklar üretilmiştir. Kauçuk sektöründe en fazla talep gören sentetik kauçuklar;

- Stiren-Bütadien kauçuğu (SBR),
- Butil kauçuğu (IIR),
- Etilen-Propilen kauçuğu (EPM ve EPDM),
- İzopren kauçuğu (IR),
- Kloropren kauçuğu (CR),
- Akrilonitril-Bütadien kauçuğu (NBR),
- Polisülfid (PTR) sentetik kauçuklarıdır [14].

Sentetik kauçuk üretiminde kullanılan kimyasal süreçler oldukça karmaşıktır. Süreç genel olarak ham petrolün damıtılması ile başlar. Damıtılma sonucu yanıcı ve sıvı bir hidrokarbon olan nafta ve diğer hidrokarbonlar elde edilir. Devam eden süreçte uzun zincirlere sahip olan hidrokarbonlar kraking tepkimeleri vasıtası ile küçük moleküllere ayrılırlar. Sentetik kauçuk ve plastik gibi birçok petrokimya ürünü bu küçük moleküller vasıtası ile oluşturulabilir. Örnek olarak kauçuk, izopren moleküllerinin yoğunlaştırılması ile sentezlenmiş bir bileşiktir [15].

Sentetik kauçuklar, fiziksel özellikleri nedeni ile yüksek esneme kabiliyetine sahiptir. Bu özellik sentetik kauçukları elastomer olarak da adlandırılmasını sağlar Elastomerler bu özellikleri nedeni ile otomobil sektöründe araç iç ve dış lastiklerinin üretilmesinde

kullanılmaktadır. Ayrıca conta, hortum, taşıyıcı bant vb. teknik parçaların üretilmesinde kullanılmaktadır [16].

İzopren kauçuk (IR)

İzopren kauçuğu, sentetik doğal kauçuk olarak da isimlendirilmektedir. IR kauçuğunun ham haldeki yapısal nitelikleri doğal kauçuktan daha kötüdür. Kauçuk üzerine gerilme kuvveti uygulandığında içyapısı kristalleşmediğinden dolayı ham haldeki mukavemeti çok düşüktür.

İzopren kauçuğunun molekül ağırlığının doğal kauçuktan düşük olması nedeni ile daha yumuşaktır ve üretim aşamasında daha kolay işlenir. Bu nedenle ekstrüzyon işlemi daha hızlıdır ve ekstrüzyon kalıbında kalıp başlığında doğal kauçuğa göre şişme daha az görülür. Tıpkı doğal kauçuk gibi izopren kauçuğuna da vulkanizasyon işlemleri uygulanabilir.

İzopren kauçuğunun doğal kauçuğa göre yumuşak olması nedeni ile yapısal özellikleri doğal kauçuktan kötüdür. Doğal kauçuğa göre kalıcı deformasyon ve yaşlanma sonrası özellikleri az miktarda üstünlük gösterir. Bu nedenle endüstride doğal kauçuğa göre tercih nedeni ekonomik olmasındandır [13].

Üretilen izopren kauçuğun büyük çoğunluğu otomobil lastiği imalatında kullanılmaktadır. Ayrıca yumuşak yapısal özellikleri nedeni ile motor takozu, konveyör bant, conta, ayakkabı tabanı, yer döşeme malzemesi, ortopedik malzeme üretiminde, golf toplarının yapımında kablo ve yapıştırıcı imalatı gibi alanlarda kullanılmaktadır [14].

Stiren-bütadien kauçugu (SBR)

Dünya kauçuk endüstrisi tüketiminin % 42'sini SBR kauçuğu oluşturmaktadır. Özellikle BR ile yapılan karışımı, kauçuğun aşınma ve iç ısınma özelliklerini iyileştirdiğinden otomobil lastiği üretiminde tercih edilmektedir.

SBR ve doğal kauçuğun vulkanizasyon süreçleri aynı olmasına rağmen SBR, doğal kauçuğa göre daha yavaş vulkanize olmaktadır. SBR, kuvvetlendirici dolgu maddelerinin

katkısı ile doğal kauçuğa benzer mekanik niteliklere kavuşur. Elastikiyet özelliği doğal kauçuğa kıyasla daha kötü olması nedeni ile hareketli sistemlerde kullanıldığı zaman içyapısında çok fazla ısınma meydana gelir. Bu nedenle ağır araç lastiği imalatında kullanılmamaktadır [13].

SBR kauçuklar genel maksat kauçuğu olarak birçok alanda tercih edilmektedir. Önemli miktarda otomobil lastiği endüstrinde olmak üzere, hortum, konveyör kayışı, V kayışları, spor malzemeleri, ayakkabı tabanı ve kablo üretiminde kullanılmaktadır [14].

Butadien kauçuk (BR)

SBR kauçuktan sonra kullanımı en fazla olan sentetik kauçuk türüdür. Butadienin polimerizasyonu ile elde edilir. BR kauçuğun vulkanizasyon süreci NR ve SBR ile benzerdir ancak süreç içinde daha az miktarda kükürt kullanılır [13].

BR kauçuğunun çekme dayanımı, yırtılma dayanımı ve iç ısınma özellikleri SBR ve doğal kauçuğa kıyasla daha azdır. Fakat aşınmaya karşı dayanımı SBR ve doğal kauçuğa kıyasla daha fazladır. Islak zemin üzerinde tutunma özelliği yeteri kadar iyi olmadığından, yuvarlanma bantları imalatında SBR veya NR ile kullanılmaktadır. Yaşlanma dayanımı SBR ile benzer özelliktedir. Yağlara ve solventlere karşı direnci NR ve SBR ile benzer özelliktedir. BR büyük oranda lastik imalat sanayinde ve aşınma dayanımının önem kazandığı konveyör bant imalatı ve ayakkabı taban imalatında tercih edilmektedir [14].

Butil kauçuk (IIR)

IIR kauçuğu izobütilenin polimerizasyonu sonucu elde edilir. Kimyasal olarak doymamışlık oranı düşüktür. Bu nedenle vulkanizasyon süreci yavaştır. kükürtlü ve kükürt vericili vulkanizasyon süreçleri uygulanır. İyi ısıl dayanımı özelliği kazandırmak için vulkanizasyon sürecinde reçineli sistemler kullanılmalıdır [13].

IIR kauçuğunun önemli özelliklerinden biri gaz geçirgenliğinin çok düşük olmasıdır. Ayrıca ozon ve ısı dayanımı, asitlere, polar solvent ve yağlara karşı da direnci yüksektir. IIR kauçuğunun rezilyans (enerji sönümleme) yetisi geniş sıcaklık aralıklarında çok düşüktür. Bu özelliği sayesinde farklı sönümleme özellikleri göstermektedir IIR

kauçuğu, iyi geçirmezlik (permeability) ve yaşlanma direncinden dolayı, iç lastik imalatında, mekanik parçaların imalatında ve binalarda yalıtım amaçlı kullanılmaktadır [15].

Etilen propilen kauçukları(EPM / EPDM)

Etilen ve propilenin (ko)polimerizasyonu ile üretilmektedir. Yapısında çift bağ olmadığı için tamamen doymuş kimyasal yapıya sahiptir. Kauçuğun doymuş kimyasal yapısı kauçuğu; ozona, oksijene, asit ve bazlara karşı dayanıklı kılar. Ayrıca dolgu maddesi ve yağ emme kapasitesinden dolayı düşük maliyetli karışımlar oluşturur [15].

Kauçuğun yapısal özellikleri nedeni ile kullanım alanı oldukça geniştir. Kullanım alanları otomotivde; radyatör ısıtma ve emici hortumları, pencere ve kapı profilleri, fren sistem elemanları, silecek lastikleri, paspas, inşaat sektöründe; kapı ve pencere profilleri, yer ve çatı kaplama malzemeleri, teknik parça; hortum, konveyör kayışı, vals kaplama, O-ring, keçe, beyaz eşya; çamaşır ve bulaşık makinası körük, conta, hortum, elektrik endüstrisi; koruyucu kaplar, kablo imalatı sektörüdür [17].

Nitril kauçuk (NBR)

Akrilo nitril ile bütadienin kopolimerizasyonu sonucu elde edilmiştir. NBR, SBR ile benzer vulkanize süreçlerine sahiptir. Fakat vulkanize sürecinde çözünürlüğünün düşük olması nedeni ile fazla kükürtte ihtiyaç duymaktadır [13].

Kauçuk karışımı sırasında nitril oranı ayarlanmak suretiyle farklı kullanım alanları oluşturulmuştur. Örneğin kauçuğa nitril grubu, polar özellik vermektedir. Bu özellik kauçuğun yağlara, solventlere karşı dayanımını arttırmıştır. Bu nedenle conta, benzin yağ ve hidrolik hortumlarının yapımında, konveyör kayışı, işçi elbiseleri ve botları, lastik klişe ve mühürlerin yapımında, oyuncak yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca, kauçuğun diğer polimerlerle karışabilmesini ve gaz geçirgenliğini ve kopma dayanımını arttırmıştır. Kauçuğun nitril oranı azaltıldığında düşük sıcaklık dayanımı ve elastik özelliği azalmıştır [15].

Kloropren kauçuk (CR)

Kloropren ve bütadienin polimerizasyonu sonucu elde edilmiş ilk sentetik kauçuktur. CR kauçuğunun yanma yetisi yüksektir. Bu nedenle hazırlanma sürecinde düşük sıcaklıklarda ve kısa sürelerde çalışılması gerekmektedir.

CR kauçuğunun yapısındaki klor atomu nedeni ile onu doğal kauçuktan daha iyi yağ dayanımı seviyesine yükseltir. Yapısal olarak kristalize olma eğilimi, kauçuğa herhangi bir bileşen katılmadan da iyi mekanik özellikler kazandırmıştır. Başka karışımlar ile kullanıldığında kauçuk, çok iyi kopma dayanımı, aşınma direnci, iyi rezilyans özellikleri ve esneme dayanımı kazanmaktadır. Ayrıca tekstil malzemesine ve metal malzemeye ile iyi yapışır. Su ve kimyasallara uzun süre dayanıklılık gösterir [13]. CR; fren hortumları imalatında, motor takozları, conta, silecek lastikleri yapımında, elektrik kablolarının imalatında, kimyasal madde içeren tankların kaplamalarında ve deniz malzemelerin üretiminde kullanılmaktadır [15].

2.3. Kauçuk Üretim Aşamaları

Kauçuk ürünlerin üretim süreci karmaşık olmakla birlikte: hammaddeleri işleme, öğütme, ekstrüzyon ve kalenderleme, montaj, kürlleme veya vulkanizasyon, muayene, depolama ve sevkiyat olarak sınıflandırılabilir [17].

Bu sınıflandırmalar ile birlikte aslında kauçuk üretimi iki temel aşamada gerçekleştirilmektedir İlk aşamada istenilen özelliklere göre nihai ürünü oluşturmak için belli bir reçeteye göre hamur karışımı hazırlanmaktadır. Sürecin ikinci aşamasında, hazırlanan hamur karışımına şekil vermek için ekstrüzyon, kalıplama ve kalenderleme işlemleri uygulanır. Takip eden süreçte şekil verilen hamurun kimyasal yapısında çapraz bağlar oluşturmak için vulkanizasyon işlemi gerçekleştirilir. Bazı ürünlerde vulkanizasyon işlemi sonrasında bitirme işlemleri uygulanır.

2.3.1. Kauçuk hamuru hazırlama (karıştırma)

Kauçuk ürünlerin imalat süreci hamur hazırlama ya da karıştırma süreci ile başlamaktadır. Kauçuk Hamuru, üretilmek istenen nihai ürünün özelliklerine göre reçetelenmiş kimyasal

formüller ile hazırlanır. Kauçuk hamurunda birbirlerinden çok farklı miktar ve özelliklerde kimyasal malzeme kullanılmaktadır. Reçetede yer alan sıvı kimyasallar, toz kimyasallar, granül kimyasallar, polimerler, asidik türevli kimyasallar, yoğunlukları çok farklı kimyasal bileşenler karıştırıcıda, birbirleri ile karışması ve mümkün olduğunca homojen hale gelmesi için karıştırılır. Bu işlem fiziksel olarak zor olmakla birlikte, kauçuk imalatında en önemli süreç olarak bilinmektedir [5, 18, 19].

Hamur hazırlama sürecinde karışım işlemi mikserler vasıtası ile gerçekleştirilmektedir. Mikserde işlem görecekarışım dört grupta toplanabilir.

Karbon Siyahı ve Beyaz Dolgular: Çeşitli karbon siyahı türleri (FEF, HAF ve benzeri) farklı mikronize yapıda kalsit ve benzeri beyaz dolgu maddeleri

Yağlar: Aromatik, parafanik ve benzeri yağ türleri

Kauçuk ve Polimer Girdiler: Doğal kauçuk, bütadien kauçuk, kloropen kauçuk, nitril kauçuk ve benzeri kauçuklarla polimer esaslı malzemeler

Kimyasal Girdiler (Mikro Girdiler): Proses kolaylaştırıcılar, aktivatörler, pişiriciler, geciktiriciler, boyalar, koku vericiler, şişiriciler, hızlandırıcılar, yumuşatıcılar; dolgu maddeleri, yaşlanma önleyiciler [5].

Karıştırma sürecinde amaç, hızlı ve ucuz olacak şekilde katılan maddeler ile homojen bir karışım elde etmektir. Katılan maddelerin en az değişimle kauçuk karışımını oluşturması gerekir. Toz halde katılan maddelerin dağılımı karıştırma sürecinde düzgün olmalıdır

Kauçuk imalat endüstrisinde karıştırma sürecinde kullanılan en eski karıştırma makinası iki valsli hamur makinasıdır. Bunun dışında kapalı tipte karıştırıcı (bamburi) ve açık tipte karıştırıcı open mill (two roll mill) karıştırıcılar ile de kullanılmaktadır [20].

Kauçuk hamuru şekillendirme

Kauçuk hamurunun hazırlanması (karıştırılması) sürecinden sonra elde edilen hamur haldeki kauçuk karışımı, haddeleme, kalenderleme veya ekstrüzyon işlemleri ile bir sonraki sürece uygun hale getirilir [21].

Haddeleme

Kauçuk hamuru haddeleme işlemi, kendi eksenini etrafında dönen merdaneler arasında hamurun geçirilmesi ve basma kuvveti ile şekillendirme yapılmasıdır. .Bu işlem için haddeleme makineleri kullanılmaktadır [5].

Kalenderleme

Kalenderleme işlemi kâğıt sanayisinde de kullanılan, ısıtılmış valslerin arasından ince levha çekmeye yarayan makine vasıtası ile yapılmaktadır [21]. Kalenderleme işlemi, karışımı yapılmış kauçuk hamurunun metal teller ile dokunması ve levha haline getirilmesi için kullanılır. Dokunmuş ve levha haline getirilmiş kauçuk hamuru, yarı mamul haline geldikten sonra başta lastik imalatı olmak üzere, konveyör bant, spor ve giyim eşyaları imalatında kullanılmaktadır [13].

Kalenderleme işlemi için kalender makinesi kullanılır. Kalender makinesinde, ters istikamette dönen iki farklı silindir, çekme kuvveti oluşturarak kauçuk kalınlığının istenilen boyuta getirir. Ayrıca bu makine ile kumaşın üzerine kauçuk kaplaması da yapılabilmektedir. Kauçuk ters istikamette dönen silindirlerin birbirlerine en yakın olan noktasından girerek istenilen boyuta getirilir.

Ekstrüzyon

Kauçuk malzemelerin şekillendirilmesinde en çok kullanılan yöntemlerden biri polimeri ekstrüzyon işlemi ile şekillendirmektir. Ekstrüzyon işlemi ile birlikte hammaddeye ısı ve basınç ile şekil verilir.

Ekstrüzyon işlemi, ekstrüder adı verilen makineler vasıtası ile gerçekleştirilir. Ekstrüder makineleri en basit hali ile bir silindir ve bu silindir içerisinde dönen sonsuz vida

sisteminden oluşmaktadır. Genel olarak ekstrüzyon işleminde vida sisteminin dönmesi ve gövdenin ısıtılmasıyla eriyen madde, kalıp ağzına doğru basınç oluşturur. Bu basınç, besleme hunisi boğazında en düşük halde iken kalıp ağzına doğru en yüksek haldedir. Kalıptan çıkan madde, soğuk hava jeti veya sıvı banyolar vasıtası ile soğutularak istenilen şeklin bozulması önlenir [19].

Ekstrüzyon işlemi ile pencere - kapı fitilleri, su borusu contaları, hava - sıvı - toz sızdırmazlık profilleri, fren hortumları, radyatör hortumları vb. ürünlerin imalatı gerçekleştirilir[8].

Vulkanizasyon

Kauçuk madde işlem görmeden önce plastik hâlde bulunan bir maddedir. Plastik yapısı nedeni ile dış bir kuvvete maruz bırakıldığında kolay deforme olur. Plastik özelliği ona bulunduğu kabın şeklini almasına neden olur [5]. Kauçuk imalatında hamurun şekillendirilmesinden sonra vulkanizasyon süreci çok önemlidir. İmalat sonunda kauçuk ürünlerin vulkanizasyon süreci olmadan kullanılması pek mümkün olmamaktadır. Bunun nedeni, vulkanize edilmemiş kauçuğun çok sağlam olmaması ve deformasyon sürecinin sonucunda şeklini koruyamayarak yapışkan halde kalmasıdır.

Vulkanizasyon süreci genel olarak uzun kauçuk zincirlerinin çapraz bağlanarak üç boyutlu elastik bir yapı oluşturması işlemidir. Vulkanizasyon ajanları vasıtası ile polimer zincirleri arasında çapraz bağlar meydana getirilir. Bu işlem molekül zincirlerinin birbirleri üzerinde kaymasını engellemek amacıyla yapılır. Bu sayede kauçuğun, yapışkanlığının kaybolduğu, çekme dayanımının arttığı, solventlerde çözünmesinin azaldığı, elastisitesinin arttığı ve sıcaklık hassasiyetinin azaldığı görülmüştür [13]. Anlaşılabileceği gibi vulkanizasyon kauçuk karışımlarının fiziksel özelliklerini iyileştiren kimyasal bir yöntemdir [22].

Vulkanizasyon prosesi ile yüksek sıcaklık ve basınç altında genel olarak kükürt (vulkanizasyon ajanı) ve hızlandırıcıların yardımıyla kauçuk pişirilir. Genelde prosede kükürt kullanılmaktadır. Kükürt dışında diğer katkı maddelerinin ve hızlandırıcıların cins ve miktarına bağlı olarak farklı çapraz bağlanma şekilleri oluşabilmektedir. Kauçuğun yapısal özellikleri çoğunlukla bu çapraz bağlanma şekline ve yoğunluğuna bağlıdır.

Vulkanizasyon sürecinde hızlandırıcı adı verilen organik maddelere gereksinim duyulmaktadır. Hızlandırıcılar, proses hızını artırarak mamul özelliklerini olumlu yönde etkilemektedirler. Hızlandırıcılar farklı kimyasal yapıda olduklarından, vulkanizasyon sırasında farklı etkiler meydana getirebilmektedir. Prosesi hızlandıran ve kauçuğun fiziksel özelliklerine katkı sağlayan bu maddelerin aktive olabilmeleri için ilave katkı maddelerine gereksinim duyulur. Hızlandırıcı aktivasyonu sağlayan bu maddelere aktivatör denir. Aktivatör olarak kullanılan en önemli madde çinko oksittir [5].

Vulkanizasyon kullanılan kimyasal ajanlara ya da kimyasal sürece göre çeşitlendirilebilmektedir. Üretim sürecinde en çok kullanılan çapraz bağlama tekniği kükürt vulkanizasyonudur. Bu metot dışında; peroksit, reçine, nem, ürean, metal oksit ve radyasyon vulkanizasyon yöntemleride üretim süreçlerinde kullanılmaktadır [23].

Kauçuk imalatında kalıplama ve vulkanizasyon aynı anda işleyen eş süreçlerdir. Kalıplama sürecinde kauçuk parça sıcaklık ve basınç altında vulkanize olmaktadır. Kalıplama süreci kauçuk parçanın kimyasal yapısına ve kalıbın sıcaklığına bağlıdır. Süreçte kalıp sıcaklıkları 150°C – 220 °C arasında değişmektedir. Lastik imalatında kalıplama işlemleri vulkanizasyon presleri ile yapılmaktadır. Bunun dışında sektörde genel olarak; enjeksiyon, kompresyon ve transfer kalıplama yöntemleri de kullanılmaktadır [19].

Vulkanizasyon preslerinde kalıplar vasıtası ile pişirme işlemi gerçekleştirilir. Bu kalıplar altta ve üstte olmak üzere iki adet olup hareketli parçalardır. Pişirme işlemi, ısı iletim sistemi ile gerçekleştirilmektedir. Isı iletim boruları vasıtası ile alt ve üst kalıplara ısı transferi sağlanır [5].

Enjeksiyonla kalıplama işleminde kauçuk ısıtılarak yumuşatılması sağlanır. Isıtılan kauçuk basınç kullanılarak kalıba doğru itilir ve ürün şeklinin verileceği kalıba basılıp soğutularak kauçuğun kalıbın şeklini alması sağlanır [19].

Enjeksiyonla kalıplama süreci ile ekstrüzyon süreci benzerlik taşımaktadır. Ekstrüzyon sürecinde kullanılan ekstrüderde, başlık bulunurken enjeksiyon sürecinde başlık yerine kalıp bulunmaktadır Ayrıca enjeksiyon sürecinde silindir içerisinde piston vasıtası ile sıcak kauçuğa basınç sağlanmaktadır [24].

Enjeksiyonla kalıplama süreci, kalıplama süresinin kısa olması ve sistemin otomasyona müsait yapısı nedeni ile tercih edilmektedir. Bunun dışında kalıp maliyetlerinin yüksek olması nedeni ile çok sayıda adet üretiminin yapılması gerekmektedir. Süreçte yüksek ısı ile kalıplama yapılması doğal kauçuğun kullanımını sınırlamaktadır [13].

Kompresyon kalıplama (presleme) sürecinde, ekstrüzyondan çıkmış yarı mamul halindeki kauçuk (eboş), sıcak halde bulunan kalıp gözlerine yerleştirilir ve kalıp kapatılarak malzemenin kalıbın her noktasına dağılması sağlanır. Sürecin tercih edilmesinin nedeni işlemlerin basit ve kalıp maliyetlerinin diğer yöntemlere göre düşük olmasıdır. Kalıplanan malzemenin vulkanize olma süresinin uzun olması, küçük ayrıntılara sahip ağır parçaların üretilmesinin zorluğu, sürecin dezavantajlarıdır [24].

Transfer kalıplama sürecinde, ısıtılan kauçuk üzerine basınç uygulanarak ergimiş yarı mamul, bağlantı delikleri vasıtası ile tekli veya çoklu halde hazırlanmış kalıplara enjekte edilmektedir[24]. Süreçte, kompresyon presi veya transfer presi kullanılmaktadır. Bunlardan transfer presinde, kalıbı kapatmak ve malzeme transferi için iki ayrı piston bulunmaktadır. Transfer presine enjeksiyon işleminin kalıp kapandıktan sonra yapılması nedeni ile çapak oluşumu azdır. Süreçte küçük parçalar seri halde üretilebilmektedir. Sistem, fazla ayrıntıya sahip zor parçaları, hızlı ve seri şekilde üretmeye izin vermektedir. Süreçte kalıp maliyetlerinin yüksek olması sistemin dezavantajıdır [13].

Bitirme işlemleri (Finisaj)

Kauçuk imalat sürecinde hamurun hazırlanması ve şekillendirme işlemlerinin ardından ihtiyaca göre parça üzerinde finisaj işlemleri gerçekleştirilebilir. Finisaj sürecinde vulkanize olmuş kauçuk ürünün kullanıma hazır hale gelmesi ve gereksiz parçalardan arındırılması sağlanır.

İmalat sürecinde enjeksiyon işlemi uygulanması durumunda kauçuk parça üzerinde çapakların oluşması ve parçanın kaplanması gibi bitirme operasyonları yapılabilir. Bu durumda kauçuk parça üzerinde mevcut bulunan çapaklar: taşlama, kesme ya da parçanın dondurulması ile ortadan kaldırılabilir. Bu işlemlerde maliyeti en yüksek süreç, dondurma yolu ile çapak alma işlemidir.

Dondurma yolu ile apak alma işleminde parça, kriyojenik tanklarda muhafaza edilen azot vasıtası ile dondurularak tambur içine yerleştirilir. Tambur dönmeye başladığında parça yüzeyinde bulunan çapaklar kırılmaya başlar. Tamburdan ıkarılan parçalar elekten geçirilmek suretiyle temizlenir. Azot gazı ile birlikte cam bilye kullanılması, çapakların kırılmasını kolaylaştırır. Dondurma işlemi ile apak alma sürecinde, temizlenmesi kolay olmayan küçük parçaların temizlenmesi mümkün olmaktadır. Ayrıca sistem, küçük ayrıntıya sahip klape ve sızdırmazlık contası gibi parçaları, büyük adetlerde hızlı şekilde temizlemeye izin verir [13].





3. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

Son yıllarda, dünya ekonomilerinin büyümesi ve gelişmesi, iş dünyasında olumlu ve olumsuz yansımalara neden olmuştur. Bu durum, Türkiye’de ve dünyada iş sağlığı ve güvenliğinin kapsamını; sosyal, politik, teknolojik ve ekonomik değişikliklere karşı kademeli ve sürekli olarak arttırmıştır. Dünya genelinde ticaretin serbestleşmesi, teknolojiideki hızlı ilerleme, ulaştırma ve iletişimde önemli geliştirmeler, iş organizasyonu uygulamalarında ki değişiklikler, erkek ve kadın çalışanlar için farklı istihdam kapılarının açılması gibi faktörler, tehlike ve risk faktörlerinin değişmesine ve artmasına, iş kazaları ve meslek hastalıklarının çağımız için problem olmasına neden olmuştur.

İş sağlığı ve güvenliği bir bilim dalı olarak, işyerlerinde çalışanların sağlığını ve refahını bozabilecek işyeri ortamı ya da çevredeki faktörlerin olası etkilerini göz önüne alarak, işyerinde veya işyeri dışında ortaya çıkan tehlikelerin öngörülmesi, tanınması, değerlendirilmesi ve kontrol edilmesi kültürüdür. Bu alan sayısız işyerini, birçok disiplini ve çok sayıda çevresel tehlikeyi içine alan geniş bir yelpazeye sahiptir [25].

Kavram olarak İş Sağlığı ve Güvenliği, çalışanların bulunduğu ortam şartlarındaki tüm durum ve risklere bağlı olarak değişkenlik gösteren dinamik bir yapıdır. Bu yapı gereği İşyeri ile sınırlı sağlık ve emniyet tedbirlerinin yeterli koruma sağlayamayacağını kabul eden, çalışanın sağlığını ve güvenliğini etkileyen ve işyeri dışından kaynaklanan riskleri de kapsamına dâhil eden bir kavramdır. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) ve Dünya Sağlık Örgütü’nün (WHO) oluşturduğu iş sağlığı ve güvenliği ortak komisyonunda iş sağlığı ve güvenliğinin temelleri;

- Çalışanların fiziksel, ruhsal ve sosyo-ekonomik açıdan sağlığını ve güvenliğini ileriye taşımak ve devamlılığı sağlamak,
- İşyeri ortam şartlarından ve zararlı maddelerin tehlike ve zararlarından oluşabilecek olumsuzlukları engellemek,
- Çalışanların fiziksel ve ruhsal kapasitelerine uygun işlerde çalıştırmak,

Şeklinde belirlenmiştir [26].

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), sağlık kavramını, sadece bedensel rahatsızlıklar olarak değil, bedensel, ruhsal ve sosyal açıdan eksiksiz iyilik hali olarak değerlendirmektedir. Bu nedenle “iş sağlığı” kavramı daha geniş çerçevede ele alınmalıdır. Çalışma hayatında İş sağlığı ve güvenliği kavramını oluşturmak ve işyerlerinde çalışma ortam ve koşullarını daha iyi hale getirmek için çalışmalar yapılmış, birçok mevzuat yürürlüğe konulmuştur. Ancak bu durum iş sağlığı ve güvenliği kültürünün oluşması için yeterli değildir. Bu nedenle iş sağlığı ve güvenliği konusuna mevzuat çerçevesi dışında bilimsel açılardan da yaklaşılması gerekliliği doğmuştur [27].

İş sağlığı ve iş güvenliği kavramına mevzuat çerçevesinde bakıldığında, önceki uygulamalarda var olan tepkisel yaklaşımın yerine risk esaslı önleyici yaklaşım esas alınmıştır. Çalışanların işyerindeki tehlike ve risklerden korunması hususunda önleyici yaklaşım sayesinde potansiyel tehlikeler ve risk unsurları ile kaynağında mücadele etmek hedeflenmiştir [28].

Kanunların etkin ve verimli bir şekilde uygulanması; çalışma hayatında maliyetlerin düşmesini, çalışanların motivasyon seviyelerindeki artış ile de ürün kalitelerinin istenilen seviyeye gelmesini sağlayacaktır. İş sağlığı ve güvenliğini kültür haline getirebilen ve iş güvenliği ile ilgili planlı ve bilimsel harcamalar yapabilen bir işyeri için maliyetler uzun vadede işletme için daha karlı olacaktır. İş kazaları ve meslek hastalıkları sonucunda oluşan maliyetler, hasara uğrayan alet ve makinelerin bakımı, çalışanın tedavi masrafları, soruşturma giderleri, tazminatlar, kaza nedeniyle aksayan işlerin yapılması için gereken ek çalışma masrafları, üretimde ve verimlilikte ortaya çıkan azalmaların maliyetleri, bunun sonucunda pazar kaybı ve işletmenin prestijinin kaybolmasının getireceği dolaylı mali kayıplar her zaman daha fazla olacaktır [28].

Bu çerçevede; çalışanların tehlikelerden ve tehlikelerin neden olduğu risklerden korunmasını, iş yeri ortamının ve çalışma koşullarının iyileştirilmesini görev edinen sistemli ve bilimsel çabaların tümüne “İş Sağlığı ve Güvenliği” denir [29].

İş sağlığı ve güvenliği, tıp, mühendislik, malzeme bilimi gibi çalışma alanlarını kapsayan multidisipliner bilim dalı olmuştur. Günümüz dünyasında teknolojinin sürekli gelişme gösterdiği işkolları, çalışan sağlığını etkileyen maddeler, makine ve teçhizatlar, bu konu üzerinde çalışmayı, yeni problemlerin araştırılmasını ve çözülmesini gerektirmektedir [25].

3.1. İş Kazası

Kaza ile ilgili birçok tanım yapılmakla birlikte, Türk Dil Kurumu Sözlüğünde kaza: İstem dışı veya umulmayan bir olay dolayısıyla bir kimsenin, bir nesnenin veya bir aracın zarara uğraması olarak tanımlanmıştır. Kelime anlamında istem dışı veya umulmayan olay şeklinde tarif edilen kaza kavramı, iş sağlığı ve güvenliği bilimi ile “güvensiz durum ve davranışların” ortadan kaldırılması ile istenmeyen durumların kazaya sebebiyet verme ihtimalini yok etmektedir.

İş sağlığı ve güvenliği alanında çalışma yapan araştırmacılar iş kazalarının oluşmasına neden olan faktörleri, “peş peşe dizilmiş dik duran domino taşları” ile betimlemektedir. Bu betimlemede, kazaya neden olan faktörler; doğa koşulları, kişisel eksiklikler, güvensiz durum ve davranışlar, kaza ve zarar olarak zincir halinde sıralanmıştır. Zincirin ilk halkası olan “doğa koşulları” insan tarafından değiştirilemezken, zincirin üçüncü halkası olan insan kaynaklı “güvensiz durum ve davranışlar” ortadan kaldırıldığında zincirin dördüncü halkası olan “kaza” faktörü ile bağı kopacaktır. Bir başka deyişle zincirin üçüncü halkası olan “güvensiz durum ve davranışların” ortadan kaldırılması ile kazaya sebebiyet verme ihtimali yok edilecektir [28].

Yerel mevzuatımızdan 6331 sayılı “İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu” iş kazasını; işyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen özre uğratan olay şeklinde tanımlamıştır [30].

Bir başka mevzuatımız olan 5510 Sayılı “Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu” da iş kazasını;

- Sigortalının işyerinde bulunduğu sırada
- İşveren tarafından yürütülmekte olan iş nedeniyle veya görevi nedeniyle, sigortalı kendi adına ve hesabına bağımsız çalışıyorsa yürütmekte olduğu iş veya çalışma konusu nedeniyle işyeri dışında,
- Bir işverene bağlı olarak çalışan sigortalının, görevli olarak işyeri dışında başka bir yere gönderilmesi nedeniyle asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda,
- Emziren kadın sigortalının, çocuğuna süt vermek için ayrılan zamanlarda,

- e. Sigortalıların, işverence sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere gidiş gelişi sırasında, meydana gelen ve sigortalıyı hemen veya sonradan bedenen ya da ruhen engelli hâle getiren olay şeklinde tanımlamaktadır [31].

Kanun maddesine göre, bir kazanın iş kazası sayılması için yukarıda bahsedilen durumlardan en az birinin gerçekleşmesi sonucunda, sigortalının bedenen veya ruhen engelli hale gelmesi durumlarının gerçekleşmesi gerekmektedir.

Mevzuatımızda yer alan kanun maddelerinde de belirtildiği gibi İş kazası, genel olarak, 4 unsurda toparlanmıştır. Birinci unsur; kazalının 5510 sayılı “Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununa” göre sigortalı olmasıdır. İkinci unsur; sigortalının kazaya uğramasıdır. Üçüncü unsur; Çalışanın “Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununda” belirtilen işyeri sınırları çerçevesinde meydana gelmesi gerekliliğidir. İşyeri çerçevesi; işyerine bağlı bulunan yerler ile dinlenme, çocuk emzirme, yemek, uyku, yıkanma, muayene-bakım, mesleki eğitim yerleri ve kamyon, otomobil gibi işyerine bağlı bulunan araçlardır. Çalışanın, işyeri sınırları içerisinde üçüncü bir kişi tarafından öldürülmesi, ara dinlenmesi esnasında düşüp yaralanması durumları iş kazasına örnektir. Dördüncü unsur, kaza geçiren çalışanın bedenen ya da ruhen engelli hale gelmesidir [32].

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından ise iş kazaları “önceden planlanmamış çoğu zaman, kişisel yaralanmalara, makinelerin, araç ve gereçlerin zarara uğramasına, üretimin bir süre durmasına yol açan bir olaydır” olarak tanımlanmıştır.

3.2. Meslek Hastalığı

3.2.1. Meslek hastalığı tanımı

Çalışanlar; işyeri ortam koşulları ve imalatatta kullanılan makineler, zehirli maddeler, insan yapısına uygun olmayan çalışma organizasyonu gibi nedenlerle birçok riske maruz kalmaktadır. Bu riskler neticesinde çalışanlar, çalışma sürelerinde aniden ortaya çıkmayan belirli bir süre sonra kendisini gösteren mesleki hastalıklara yakalanabilmektedir. Ayrıca hastalıklara neden olan etkenler ile çalışanın temasından sonraki 1 hafta ile 30 yıl gibi sürelerde meslek hastalığı bulguları ortaya çıkabilmektedir [33]. Bu nedenle meslek hastalıkları, iş sağlığı ve güvenliğinde diğer bir risk gurubudur.

Meslek hastalıklarının genel özellikleri: kendine özgü klinik tablo, tespit edilmiş hastalık etkeni, hastalık etkeninin biyolojik ortamda bulunması, hastalığın deneysel olarak oluşturulabilmesi, hastalığın o meslek çalışanlarında görülme sıklığının yüksek olması olarak sıralayabiliriz [34].

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tahminlerine göre dünyada her yıl 11 000 000 yeni meslek hastalığı vakası meydana gelmekte ve bunların 700 000'i hayatını kaybetmektedir. Dünya Sağlık Örgütü ve Uluslararası Çalışma Örgütü gibi uluslararası kaynaklarda meslek hastalıkları; zararlı bir etkenle bundan etkilenen insan vücudu arasında, çalışılan işe özgü bir neden-sonuç, etki-tepki ilişkisinin ortaya konabildiği hastalıklar grubu olarak tanımlanmaktadır [33].

Ulusal mevzuatımızda 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu'nun 14 üncü maddesinde “meslek hastalığı, sigortalının çalıştığı veya yaptığı işin niteliğinden dolayı tekrarlanan bir sebeple veya işin yürütüm şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal özürlülük halleridir şeklinde tanımlanmaktadır [31].

3.2.2. Kauçuk imalat sektöründe iş sağlığı ve güvenliği

Plastik ve kauçuk ürünleri sanayii; AB'nin ekonomik faaliyetleri sınıflandırmak amacıyla geliştirdiği, “NACE Rev.2” sisteminde, 22 numaralı “kauçuk ve plastik ürünleri imalatı” bölümünde incelenmektedir. Bu bölüm, “22.1 Kauçuk Ürünleri İmalatı” ve “22.2 Plastik Ürünleri imalatı” olarak gruplandırılmıştır.

İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği mevzuatının etkin uygulanması için 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu işyerlerini tehlike sınıflarına ayırmıştır. Bu tehlike sınıfları az tehlikeli, tehlikeli ve çok tehlikeli olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından bu kapsamda 26.12.2012, 28509 tarih ve sayılı “İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği” yayınlanmıştır. Tebliğde bulunan işyeri tehlike sınıfları listesin de kauçuk imalatı yapan işyerlerine örnek Çizelge 3.1'de belirtilmiştir [35].

Çizelge 3.1. İşyeri tehlike sınıfları listesi

NACE Rev.2 Kod	NACE Rev.2 Tanım	Tehlike Sınıfı
22.11.17	Kauçuktan iç lastiklerin imalatı	Çok Tehlikeli
22.11.18	Kauçuktan dış lastik imalatı	Çok Tehlikeli
22.11.19	Lastik tekerleklerinin yeniden işlenmesi ve sırt geçirilmesi	Çok Tehlikeli
22.19.13	Vulkanize edilmiş (kükürtle sertleştirilmiş) kauçuk imalatı	Tehlikeli
22.19.01	Kauçuktan hijyenik ve eczacılık ürünlerinin imalatı	Tehlikeli
22.19.02	Kauçuktan tüp, boru ve hortumların imalatı	Tehlikeli

Genel olarak kauçuk sektöründe üretim bölümlerinde, iş sağlığı ve güvenliği yönünden oluşabilecek tehlike ve riskler aşağıdaki gibi sıralanmıştır [5].

İş Ekipmanlarının sebep olduğu tehlikeli durumlar;

- Kullanılan makinaların yükleme alanlarında, ilave besleme açıklıklarında, boşaltma bölgelerinde, acil durdurma donanımlarında meydana gelebilecek tehlike ve riskler,
- Makine tahrik edicileri ile çalıştırıcı ve iletim sistemi parçalarının hareketinden kaynaklanan tehlike ve riskler,
- Hidrolik / pnömatik / ısıtma ve soğutma sistemlerinin hortum bağlantılarından kaynaklanan tehlike ve riskler,
- Makinaların temizlenmesi, bakımı ve onarımı sırasındaki tehlike ve riskler,
- Ham kauçuğa şekil vermek için kullanılan döner merdanelere çalışanların yakalanması sonucu oluşan tehlike ve riskler,
- Kauçuğun merdanelere yapışması sonucu çalışanların merdanelerden kauçuğu temizlerken karşılaştıkları tehlike ve riskler,
- Makinelerin tamiri ve bakımı sırasındaki tehlike ve riskler,
- Makinelerin karışık yapısından ötürü merdanelerde alınması gereken önlemlerin zorluğundan kaynaklanan tehlike ve riskler,
- Makinelerdeki durdurma mekanizmalarının kontrolünün güç olması sonucu oluşabilecek tehlike ve riskler,

Elektrik kaynaklı tehlikeli durumlar

- Gerilim bulunan kısımlarla doğrudan veya dolaylı temastan kaynaklanan elektrik çarpması tehlike ve riskler,

- Elektrostatik yüklenmenin oluşmasından kaynaklanan elektrik çarpması riskleri

Yüksek sıcaklık kaynaklı tehlikeli durumlar

- Yüksek işletme sıcaklığından dolayı yanıklara ve/veya haşlanmalara neden olabilecek işlem yağları ve makine parçaları kaynaklı tehlike ve riskler,

Yangın kaynaklı tehlikeli durumlar

- Hamurun fazla karıştırılması veya ekzotermik olarak reaksiyona giren bileşiklerle yapılan karıştırma işleminin aniden durması nedeni ile hamur birleşiminin yüksek sıcaklığa ulaşmasından kaynaklanan tehlike ve riskler,
- Karıştırma makinalarının istenmeyen durumlarda durması sonucu karıştırıcı haznesinden boşaltılamayan ekzotermik olarak reaksiyona giren bileşikler sonucu oluşabilecek tehlike ve riskler,
- Statik elektrik boşalması sonucunda oluşabilecek tehlike ve riskler,
- Yukarıda kauçuk sektöründe sıklıkla karşılaşılan tehlike ve risklerden bahsedilmiştir. Bunların detaylı incelemesi ilerleyen bölümlerde anlatılacaktır.

İş Ekipmanlarının sebep olduğu tehlike ve riskler

Kauçuk imalat sektörünün her aşamasında, iş ekipmanlarının yoğun kullanımı ile karşılaşılmaktadır. Genel olarak yaşanan iş kazalarının büyük çoğunluğu, üretim aşamasında kullanılan makinaların hareketli parçalarına çalışanların uzuvlarını kaptırması ile meydana gelmektedir. Ayrıca, ekipmanın bakım ve tamiri sırasında iş kazası yaşanma ihtimalide oldukça yüksektir [5]. Bu nedenle kauçuk sektöründe, iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli problem; iş ekipmanları ile ilgili koruyucu önlemlerin alınmamasıdır.

Tez çalışmasının bu bölümünde kauçuk imalat sürecinde sıklıkla kullanılan iş ekipmanları incelenip, değerlendirilecek ve alınması gerekli iş güvenliği önlemleri ile ilgili önerilerde bulunulmaya çalışılacaktır.

Kauçuk imalat sektöründe kullanılan iş ekipmanı ve makinaların parçaları diğer sektörlerde kullanılan makina ve ekipmanlar ile benzerlik göstermektedir. Bu nedenle tüm sektörlerde iş güvenliği açısından alınması gereken ve standartlar tarafından sınırları

Çizilmiş evrensel önlemler bulunmaktadır. Tez çalışmasının bu bölümünde genel önlemlerden bahsedilip kauçuk sektöründe kullanılan özel iş ekipmanlarının iş güvenliği önlemlerinden tezin ilerleyen bölümlerinde ayrıca bahsedilecektir. Tüm makine ve ekipmanlarda uygulanması gereken özel güvenlik önlemler aşağıda belirtilmiştir.

- Bütün makinelerde bulunan ve güvenliği etkileyen kumanda cihazları açıkça görülebilir ve tanınabilir özellikte olmalı ve gerektiğinde uygun şekilde işaretlenmelidir.
- Kumanda cihazları zorunlu haller dışında, tehlikeli bölgenin dışına yerleştirilmeli ve bunların kullanımı ek bir tehlike oluşturmamalıdır. Kumanda cihazlarının istem dışı hareketlerde tehlikeye neden olmaması gerekir.
- Bütün makinelerde, makineyi tümüyle ve güvenli bir şekilde durdurabilecek bir sistem bulunmalıdır. Her bir çalışma yerinde, tehlikenin durumuna göre, makinenin tamamını veya bir kısmını durdurabilecek ve makinenin güvenli bir durumda kalmasını sağlayacak kumanda sistemi bulunmalıdır. Durdurma sistemleri, alıştırma sistemlerine göre öncelikli olmalıdır. Makine veya tehlikeli kısımları durdurulduğunda, bunları harekete geçiren enerji de kesilecek özelliğe sahip olmalıdır.
- Makinelere ait ikaz donanımları kolay algılanır ve anlaşılır olmalıdır.
- Makine sadece tasarım ve imalat amacına uygun işlerde ve şartlarda kullanılmalıdır.
- Makinenin bakım işleri, ancak makine kapalı iken yapılmalıdır. Bunun mümkün olmadığı hallerde, bakım işleri yürütülürken gerekli önlemler alınmalı veya bu işlerin tehlike bölgesi dışında yapılması sağlanmalıdır.
- Makinelerin enerji kaynaklarını kesecek araç ve gereçler kolayca görülebilir ve tanınabilir özellikte olmalıdır. Makinenin enerji kaynaklarına yeniden bağlanması çalışanlar için tehlikeye sebep olmayacak özellikte olmalıdır
- Makinelerde alışanların güvenliğinin sağlanması esas olan ikaz ve işaretler bulunmalıdır.
- Çalışanların retim, bakım ve ayar işlemleri yapacakları yerlere güvenli bir şekilde ulaşabilmeleri ve orada güvenli bir şekilde çalışabilmeleri için uygun şartlar sağlanmalıdır.
- Makineler alışanların doğrudan veya dolaylı olarak elektrikle temas riskinden korunmasına uygun şekilde tasarlanıp, kurulup, kullanılmalıdır. Bu bağlamda makinelerin gerekli topraklama işlemleri yapılmalı ve düzenli olarak kontrol

edilmelidir. Çalışanların makineye temas sonucu elektrik akımına maruz kalmalarını engellemek üzere gerektiğinde makinelerin bağlı olduğu panolara uygun kaçak akım röleleri takılmalıdır.

- Makineyi kullanan operatörlere ve makinede çalışan diğer işçilere makinenin çalışma şartları, makinede çalışma esnasında ortaya çıkabilecek tehlikeler ve tehlike anında yapılması gerekenler konusunda gerekli eğitimler verilmelidir [36].
- Kauçuk imalatı; ihtiyaca göre şekillenmiş, birçok üretim sürecini içinde barındıran devasa bir sektördür. Üretilmek istenen kauçuk ürünün niteliklerine göre, uygun süreçler kullanılmaktadır. Bu bölümde sektörün genişliği ve anlatılmak istenen konunun en iyi şekilde değerlendirilmesi açısından, kauçuk sanayisinde kullanılan en temel yöntemler ve makine, ekipmanlar üzerinde değerlendirmeler yapılacaktır. İmalat sürecindeki karışıklığı minimum düzeyde tutmak için kauçuk sektöründe en fazla kullanılan iş ekipmanları incelenecektir.

3.2.3. Kauçuk imalatında sık kullanılan iş ekipmanları ile ilgili tehlike ve riskler

Kauçuk imalat sektöründe genel olarak hamur hazırlama ve şekillendirme süreçleri benzerlik göstermektedir. Bu süreçlerde kullanılan makinelerin çalışma mantıkları benzer olup iş sağlığı ve güvenliği açısından benzer tehlikeleri ve riskleri barındırmaktadır. Tezin bu bölümünde, sektörde en çok kullanılan; karıştırıcı makinelerinde, vulkanizasyon makinelerinde, haddeleme makinelerinde, enjeksiyon makinelerinde, köpük ve sünger üretim süreçlerinde kullanılan makinelerde bulunan tehlike ve riskler değerlendirilmiştir.

Kauçuk ürünlerin imalatında kullanılan makineler ve üretim süreçlerin ile ilgili genel bilgiler verilmiştir. Bu bilgilerin çerçevesini, üretim sürecinde yer alan mekanik işlemler oluşturmaktadır. Kauçuk imalat sektöründe mekanik süreçler dışında çeşitli sağlık riskleri ile birlikte yangın ve patlama tehlikeleri de yer almaktadır. Bunlarla ilgili değerlendirmeler tezin ilerleyen bölümlerinde yapılmıştır.

Kauçuk imalatında, ciddi yaralanmalara ve ölüme sebebiyet verecek güçlü makineler kullanılmaktadır. Değirmenler, karıştırıcılar ve kalenderler sektörde en sık rastlanan makinelerdir. Sektörde meydana gelen iş kazaları genellikle bakım ve onarım aşamalarında ya da makinelerin temizlenmesi sürecinde meydana gelmektedir [37].

Karışım hazırlama süreci

Kauçuk imalatında karıştırma süreci, ham kauçuk, proses yağları, karbon karası, dolgu maddeleri ve kauçuk kimyasallarının reçetede yer alan oranlarda karıştırılması ile başlar. Oluşan karışım hamur olarak adlandırılmaktadır.

Kauçuk karışımın formasyonu, üretilmek istenen ürünün özelliklerine göre yüzlerce farklı maddeden oluşabilir. Ham kauçuk ve çeşitli kimyasal maddenin karışımı ile oluşan bileşim, üretim sürecinin ilerleyen safhasında; kalıplama, ekstrüzyon, kalenderleme vb. işlemleri ile ürün haline getirilir.

Karıştırma sürecinde en çok kullanılan kimyasal madde karbon karasıdır. Bu maddenin depolama aşamasında ve karışım safhasında tozumaması için önlemlerin alınması gerekmektedir. Karbon karası genellikle temizleme aşamasında yoğun toz oluşturduğu için temizleme işlemi, yüksek etkinlikte partikül yakalama özelliği bulunan HEPA filtreler vasıtası ile yapılmalıdır.

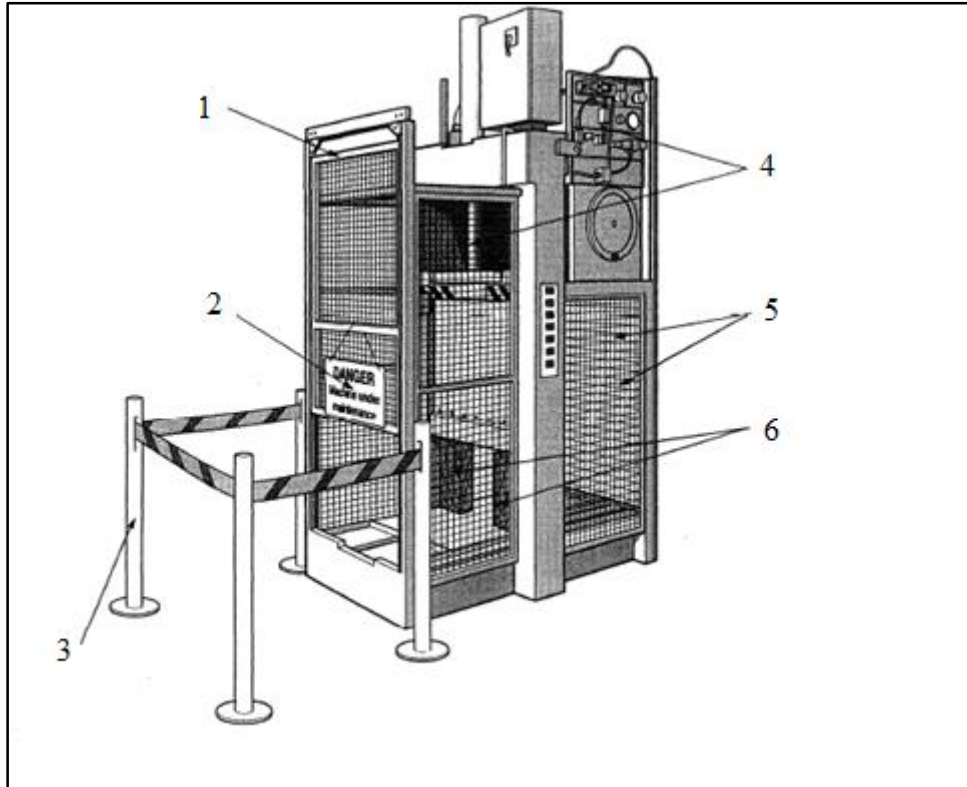


Resim 3.1. Karbon karası depolama alanı

Kauçuk karışımının temel bileşeni olan ham (doğal) kauçuk balyaları bazı durumlarda, küçük parçalar halinde karıştırıcıya koyulmaktadır. Ham kauçuk balyalarının kesilmesi

işlemi, giyotinler vasıtası ile yapılmaktadır. Giyotin kesici aşağı yönde hareket eden bir makinedir. Bu makinelerde operasyon bölgesine erişimi engellemek amacı ile kilitli muhafazalar yapılmalıdır. Çalışanın operasyon noktasına olan mesafesi de güvenli çalışma şartlarını sağlayacak nitelikte belirlenmelidir.

Balya kesici giyotin bıçak makinesinin temizleme ve bakımı esnasında, Şekil 3.1’de belirtilen iş güvenliği önlemleri alınmalıdır.



Şekil 3.1. Giyotin bıçak iş güvenliği önlemleri [37]

1. Switch sistemine sahip ön koruma
2. Güvenlik işareti
3. Yetkisiz kişilerin erişimini engellemek için güvenlik bariyeri
4. Kapak açıldığında gücü kesmek için switch sistemi tesis edilmelidir.
5. Sabit yan ve arka muhafazalar
6. Giyotin makasın düşmesini önlemek için sabit blok tesis edilmelidir

Karışım hazırlama sürecinde kauçuk balyalarının taşınması, vakum kaldırıcılar ile yapılmaktadır. Bu uygulama ile Resim 3.2’de gösterildiği gibi yaklaşık 40 kg ağırlığındaki nesneler, hızlı ve güvenli biçimde taşınabilmektedir.



Resim 3.2. Balyaların vakum ile taşınması

Kauçuk karışımı hazırlama sürecinde kullanılan vulkanizasyon ajanları, (kükürt, organik peroksitler ve azodikarbonamid) yangın tehlikesi oluşturma potansiyeline sahiptir [5]. Bu gibi kimyasalların yer aldığı depolama alanlarında, karbon karası ve sülfür gibi bir arada bulunduklarında ilave tehlike oluşturan malzemelerin ayrı yerlerde depolanmasına özen gösterilmelidir.

Depolama alanlarında ve tozlu ortam olan yerlerde, toz patlaması olma ihtimali mevcuttur. Kauçuk bileşiminde yer alan, azodikarbonamid, kalsiyum ve çinko stearatlar gibi maddelerin toz oluşturmaları ve bu tozun hava ile yaptığı karışım, patlama ihtimali olan bölgelerin oluşmasına neden olabilir. Bu bölgelerin oluşma ihtimali var ise bölgelerin tespiti için patlama riski değerlendirilmelidir. Belirtilen bölgeler için uygun koruyucular ve toz emme sistemleri tesis edilmelidir. Depolama alanlarının temizlenmesi ikincil toz patlama riskini en aza indirecektir.

Karıştırma süreci

Kauçuk hamurunu oluşturmak için ham kauçuk ve diğer maddeler, karışım işlemini gerçekleştirmek için özel üretilmiş makineler vasıtası ile bir araya getirilir.

Karıştırma işlemi birbirinden farklı tehlike ve riske sahip karıştırma makineleri vasıtası ile gerçekleştirilmektedir. Sektörde en çok; açık ve kapalı tipte karıştırıcı makinalar kullanılmaktadır [5].

Kapalı tip karıştırıcılar

Kauçuk sektöründe en fazla tercih edilen kapalı tip karıştırıcılar Banbury veya Intermix karıştırıcılarıdır [5].

Kauçuk hamurunu oluşturan bileşenler, makinenin besleme hunisinden karıştırma odasına gönderilir. Karıştırma odasında yer alan helisel tipteki rotorlar vasıtası ile bileşim, basınç vasıtası ile karıştırılır. Bu nedenle karıştırma odasında sürekli sıkıştırma işlemi gerçekleşir. Hamuru oluşturan karışım, basınç ile çalışan baskı silindiri ya da kendi ağırlığı ile karıştırma odasına aktarılır. Karışım odasında oluşan sürtünme ve karışımın kimyasal yapısı nedeni ile oluşan ekzotermik reaksiyon, içerde yüksek sıcaklık meydana getirir. Bu bölgenin soğutulması işlemi, karışım odası etrafında bulunan soğutma tesisatı ile gerçekleştirilir. Karıştırma işlemi bittikten sonra meydana gelen hamur karışımı, sürgülü veya menteşeli kapı vasıtasıyla boşaltılır. Sürecin sonunda hamur, işlenmek üzere değirmen ekstrüzyon vb. işleme ünitelerine taşıma araçları ya da konveyör vasıtası ile taşınır.

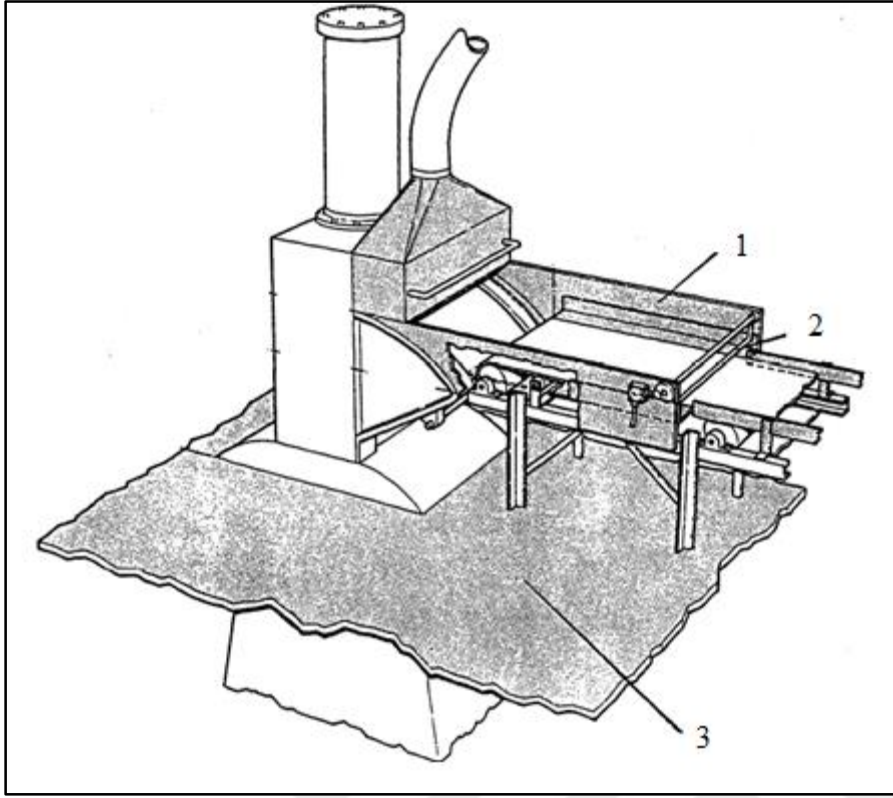
Kapalı tip karıştırıcılardaki mekanik tehlikeler

Karışım besleme ve boşaltma sürecindeki tehlikeli durumlar

Banbury tipi kapalı karıştırıcılarda meydana gelme potansiyeli yüksek olan tehlikeli durumlar ve önlemler şunlardır:

- Besleme kapağı ile konveyör döner aksamı arasına sıkışma ve temas riski.

Konveyör döner aksamı ile temas riski, besleme tablalarının veya konveyörünün yan kenarlarına, uygun yükseklikte sabit korkuluklar tesis edilerek önlenabilir.



Şekil 3.2. Konveyör yan koruyucuları [37]

1. Yan korkuluklar
2. Konveyör
3. Çalışma platformu

- Konveyör üzerinde akan malzemenin, besleme açıklığından ya da muayene kapısından dökülmesi tehlikesi.

Bu bölgede biriken malzemenin temizlenmesi durumunda çalışanın konveyör sistemine ait döner tamburlara parmağını kaptırması riski mevcuttur. Bu riskin önlenmesi için Konveyör bant ile besleme açıklığı arasında malzemenin sızmasına neden olmayacak şekilde etkili bir mesafe bırakılmalıdır. Böylece temizlik sıklığı olabildiğince azaltılabilir. Konveyöre ait dönen aksamalarının yeterli yükseklikte koruyucular ile kapatılması gerekmektedir

- Besleme esnasında; konveyörden akan malzemenin neden olduğu tehlike ve bunker kapağının en alt tarafında oluşabilecek sıkışma riski,

Burada bunker kapağının ağırlığı ciddi tehlike oluşturmaktadır. Çalışan, bu bölgede malzemeleri içeri doğru süpürürken ya da yağ ve diğer kimyasal malzemeleri eklerken risk

altındadır. Bu durumda bunker kapağı sıkıştırma riski oluşturuyorsa, kapağın karışımın ağırlığı nedeni ile, birlikte hareket etmesini önleyecek kilitleme sistemi tesis edilmelidir.

- Güç ile (elektrik, pnömatik) çalışan bunker kapağı kapandığı zaman, bunker kapağı ile kapak çerçevesi arasındaki sıkışma riski.

Güç ile çalışan (elektrik, pnömatik) kapıların hareketi, sıkışma riski oluşturabilir. Bu kapağın hareketi; operatör butona bastığı zaman hareket eden, operatör butona basmadığı zaman hareket etmeyen özellikte tasarlanmalıdır. Bir diğer önlem olarak kapağın hareketi çift el kumanda ile sağlanabilir. Ayrıca bu bölgeye erişimi engellemekte güvenliği arttıracaktır. Devirme mekanizması kullanılarak malzeme beslenen mikserlerde, mekanizmanın yarattığı sıkışma riskini engellemek için sistem, interlocking kilitleme sistemi ile çevrelenmelidir.

Temizlik ve bakım esnasındaki tehlikeli durumlar

Kapalı tip karıştırıcılarda en büyük tehlike, tıkanıklıkların temizlenmesi de dâhil olmak üzere bakım ve temizlik esnasında meydana gelmektedir [37]. Bu işlemler sırasında çalışanlar, karıştırma bölmesine ve bıçaklara (rotor), normalde boşaltım bölgesinden ulaşmaktadır. Bu bölgeden çalışanların içeri girmesi, karışımın soğuyup katılaşmadan temizlemesinin kolay olması nedeni ile çalışanlara cazip gelmektedir. Bakım çalışanlarının bu bölgeye, karıştırıcının arkasında yer alan muayene kapısından ulaşması daha kolaydır.

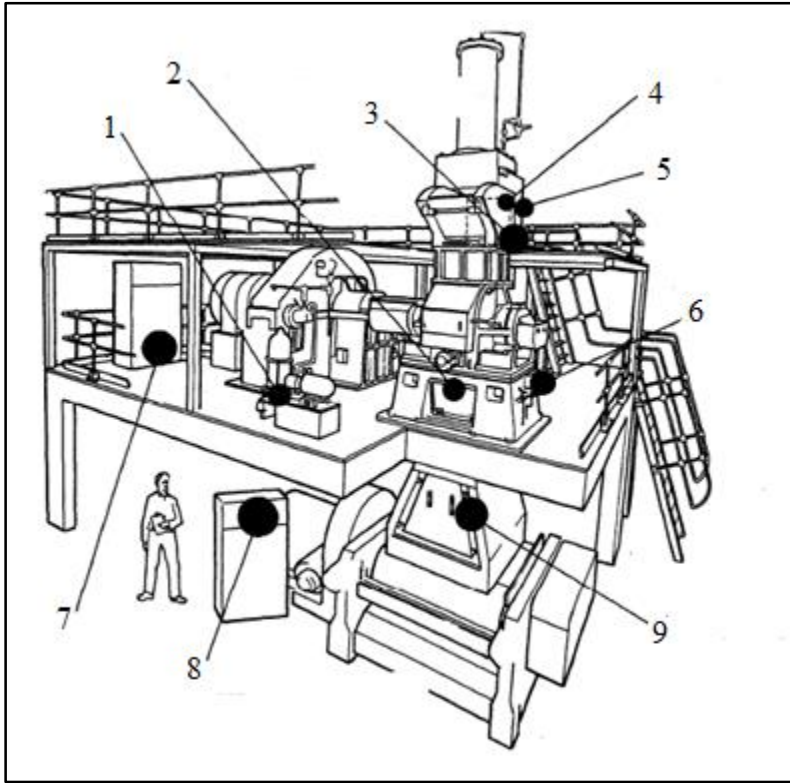
Bahsedilen bölgedeki riskler düşünüldüğünde, muayene kapısı ve boşaltma açıklığında yer alan kapaklar açıldığında, makinenin tamamını güvenli şekilde durduracak kilitleme sistemi gereklidir.

Genellikle kapalı tip karıştırıcılar büyük makinelerdir (Resim 3.5). Bu nedenle çalışanlar 3 farklı bölgede çalışma yaparlar. Bu bölgeler; besleme platformunda yer alan arka muayene kapısı, motor platformunda yer alan boşaltma kapısı ve zeminde yer alan çöp kapısıdır. Burada çalışanlar için iletişim faktörü, riskleri azaltma potansiyeli açısından çok önemlidir.

Ayrıca karıştırıcıda, doğru kapatma prosedürünün uygulanmaması; statik elektrik, birikmiş hidrolik ve pnömatik enerji, hareket halindeki akışkan bileşiğin yer çekimi ile düşmesi,

rotorların durması esnasındaki ataleti gibi faktörlerin risk oluşturmaya neden olabilir.

Tüm erişim kapılarına entegre edilmiş interlocking kilitleme sistemi; zaman gecikmesi ve akışkan malzemenin tayini de dahil olmak üzere karıştırıcıda yer alan bir çok tehlike bölgesi için kabul görmüş endüstri standardıdır [37]. Bu uygulama sayesinde, makinenin enerji kaynakları izole edilebilir ve makinede biriken, güvenliği olumsuz yönde etkileyen, hidrolik ve pnomatik enerjiler, güvenli bir şekilde dağıtılabilir.

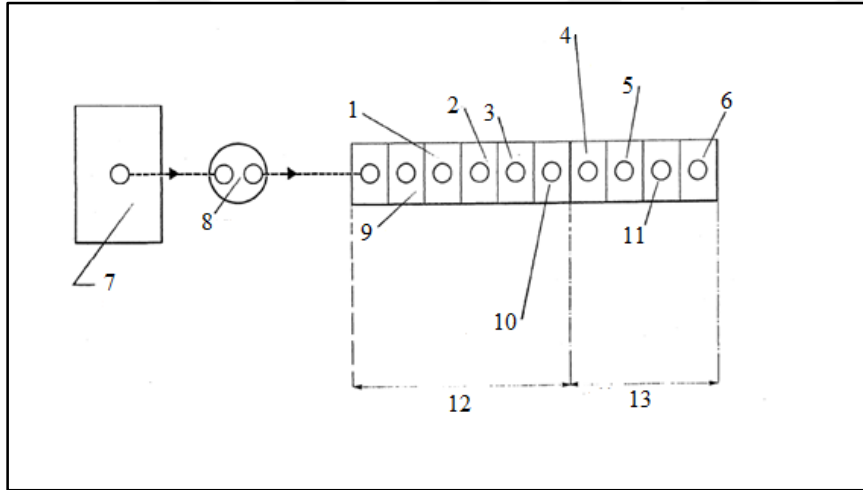


Şekil 3.3. Büyük kapalı tip karıştırıcı [37]

1. Hidrolik boşaltma musluğu
2. Ön ve arka tahliye muhafazası
3. Malzeme engelleme pimi
4. Arka muayene kapısı
5. Üç yollu sıkıştırılmış hava vanası
6. Kapı açma mandalı
7. Hidrolik pompa izolatörü
8. Çift merdaneli değirmen izolatörü
9. Oluk erişim kapısı

İnterlocking kilitleme, aşağıdaki şekilde (Şekil 3.4) gösterildiği gibi ana anahtar değişim kutusu vasıtası ile gerçekleştirilir. Tüm izolasyon tuşları, herhangi bir erişim tuşu bırakılmadan takılmalıdır.

Koruyuculardan biri açıldığında; koruyucu, erişim anahtarını içeri iter. Aynı şekilde izolasyon anahtarının kontrolünde olan bir yer aktif olduğunda, anahtar içeride sıkışıp kalır. Örneğin, Şekil 3.3’de gösterilen arka muayene kapısının kilidinin iptal edilip açılabilmesi için basınçlı hava tedarikinin kilidinin açık olması gerekir. Bu sayede, malzeme engelleme piminin silindirindeki mevcut hava boşaltılarak, akışkan malzemenin olduğu yerde kilitli kalması sağlanır. Bu duruma ek olarak; hidrolik pompa ve ana motor izolatörü kilidi açılarak, rotorlar dinlenme durumuna geçecektir. Bu durum, rotorları durdurmak için gereken zamanının geçmesinden hemen sonra gerçekleşecektir. Bu zamanı hesaplayan bölüm, zaman geciktirme ünitesidir. Zaman geciktirme ünitesini kontrol eden izolasyon anahtarı, ana anahtar değişim kutusunda yer almaktadır. Aynı şekilde diğer tehlike yaratan parçalara erişim sağlanmak istendiğinde, süreç bu şekilde ilerleyecektir.



Şekil 3.4. İnterlocking kilitleme sistemi şematik görünümü [37]

1. Basınçlı hava besleme ve boşaltma silindirlerini kapatan üç yollu sıkıştırılmış hava vanası
2. Hidrolik boşaltma musluğu
3. Kapı açma mandalı
4. Arka muayene kapısı
5. Ön tahliye muhafazası
6. Oluk erişim kapısı
7. Ana ve hidrolik pompa motorları için izolatör
8. Zaman geciktirme ünitesi
9. Malzeme engelleme pimi
10. Çift merdaneli değirmen izolatörü
11. Arka tahliye muhafazası
12. İzolasyon anahtarı içeride
13. İzolasyon anahtarı dışarıda



Resim 3.3. Castell anahtarı ile bunbury mikser de açık kapı bakım pozisyonu



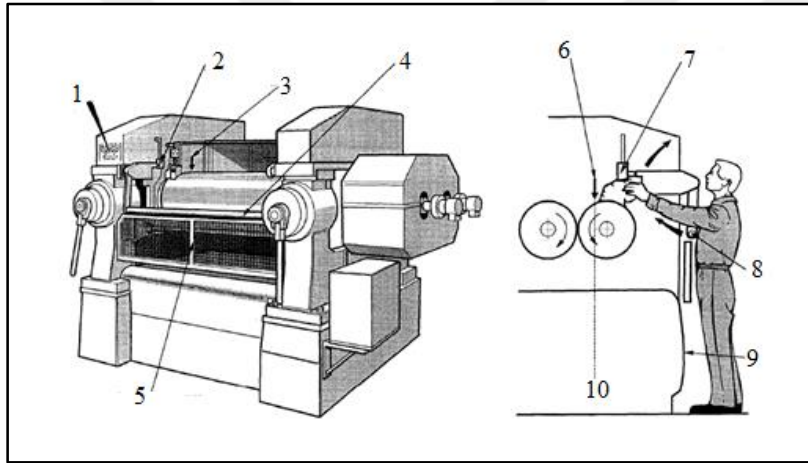
Resim 3.4. Bunker kapağı ve castell anahtar detayı



Resim 3.5. Banbury castell anahtar sistemi

Açık tip karıştırıcılar (İki silindirli öğütücüler)

Açık tip karıştırıcılar, iki adet silindir şeklindeki değirmenler vasıtası ile karıştırma işlemi yapan makinelerdir. Operatör, ham kauçuk ve çeşitli katkı maddelerini silindirler arasına yerleştirir. Silindirler maddeleri baskı ile karıştırdığı esnada operatör, karışımının homojen halde birleşmesi için sürekli olarak silindirler arasına malzeme beslemeye devam ederek maddeleri harmanlar. Karışım oluşana kadar süreç bu şekilde devam eder. Değirmenler yalnızca bileşik harmanlamak için kullanılmazlar. Daha önceden hazır olarak bileşik haline getirilmiş hamur karışımlarını ısıtmak için ve açık tip mikserlerde oluşturulmuş ısınmış kauçuk hamurunun soğutulması için de kullanılabilir.



Şekil 3.5. Değirmen güvenlik önlemleri [37]

1. Güvenlik sınırının ötesine ulaşabilen operatör için bu değirmen güvenli değildir. Ok, güvenlik sınırını belirtir
2. Konum switchi
3. Güvenlik limiti işareti
4. Güvenlik barı
5. Ruloların alt kısmına erişim engellendi
6. Değirmen pulluğunda emniyet limiti oku
7. Pozisyon switchi
8. Güvenlik barı
9. Ayak koymayı engellemek için güvenlik kaplaması
10. Güvenlik limiti

Çift silindirli değirmenlerde mevcut olan ana tehlike, silindirlerin ileri ve geri hareketleri esnasında, çalışanların uzuvlarının silindirlerin arasına kıştırma durumudur. Değirmenlerin tasarımına bağlı olarak aşağıdaki mekanik tehlike ve riskler meydana gelebilir.

- Normal (ileri) çalışma sırasında hadde merdaneleri arasında içine çekme ve ezilme riski vardır.
- Geri çalışma sırasında hadde merdaneleri arasında içine çekme ve ezilme riski vardır.
- Acil durumlarda (güç kaynağının arızalanması vs.) merdanelerin ayrılmasına veya geri dönmesine izin veren bir mekanizmanın olmaması durumları ile sık karşılaşılmaktadır.
- Malzeme kılavuzları ile hadde merdaneleri arasında içine çekme ve ezilme riski vardır.
- Fren sisteminin yetersizliğinden kaynaklanan tehlikeler vardır.
- Şerit kesme tertibatının bıçaklarından kaynaklanan kesme riski vardır.
- Malzeme harmanlama arabası ile makina şasisi arasında ezilme riski vardır.
- Malzeme harmanlayıcı merdaneler arasında içine çekme ve ezilme riski vardır.
- Merdaneler geri hareket ederken, geri kazanım konveyör bandı ile hadde merdanesi arasında içine çekme ve ezilme riski vardır.
- Toplama tepsisinin fırlamasından dolayı çarpma riski vardır.
- Geri çekilebilir bıçaklar ile hadde merdanesi arasında içine çekme ve ezilme riski vardır.

Genel olarak yukarıda bahsedilen ve rulolardan kaynaklanan tehlike ve risklerin önlenmesi adına kullanılan en etkili ve genel yöntem silindirlere paralel olarak yerleştirilmiş güvenlik barıdır.

Operatör rulolara malzemeyi verdiği esnada, ileri doğru hareket etmektedir. Bu hareket esnasında, rulolara paralel şekilde konumlandırılmış güvenlik barıda operatör ile birlikte hareket etmeye başlar. Güvenlik barının bu hareketi, silindirlerin frenlerini aktif hale getirerek, yavaşlamasına imkân sağlar. Her bir güvenlik barı için tek bir interlock kilitleme switchine güvenmek kabul edilemez. Her barın her iki ucunda da çalışan bir switch olmalıdır.

Güvenlik barının konumlandırılması ve silindirlerin fren sisteminin etkinliği, doğru çalışması için kritik öneme sahiptir. Bu sistemlerin yüksek bakım standartlarını karşılaması ve sürekli denetimi büyük önem taşır.

Ekstrüzyon makineleri

Ekstrüzyon işlemi, vulkanize edilmemiş kauçuğun şekillendirilmiş profil veya levha oluşturmak için basınç altındaki bir kalıptan geçirilmesi işlemidir. Bu işlem ekstruder makineleri vasıtası ile yapılır. Makinede yer alan dönen bıçaklar (veya kalıp kesici) daha sonra işlenmek üzere ekstrüde edilmiş materyali küçük parçalar ya da palet haline dönüştürebilir.

Kauçuk, kapalı tip karıştırıcıdan ekstruder makinesine gönderilebilir. Buna alternatif olarak; açık tip karıştırıcılardan kalenderleme makinesine de besleme yapılabilir. Makaralı kalıp ekstruder olarak ta bilinen bir ekstruder makinesi, iki silindirli bir kalender içine doğrudan besleme de yapabilir.



Resim 3.6. Banbury karıştırıcı için makaralı kalıp



Resim 3.7. Üçlü ekstruder



Resim 3.8. Levha halindeki kauçuk

Vidalı (kaydırmalı) ekstrüzyon makineleri

Bu makineler, dönen bir vidanın hareketi ile vulkanize olmamış kauçuğu tamburdan aşağı doğru ve kalıp boyunca ilerletir. Bu makineler genel olarak kablo kaplaması gibi sürekli

haddelenmiş ürünler oluşturur. Tek vidalı versiyonlar en yaygın olanıdır, ancak iki veya üç vidalı ekstrüderler, kablo kılıfı üretilmesi gibi karışık süreçler için kullanılabilir.

Vidalı ekstrüzyon makineleri ile önceden karıştırılmış sıcak haldeki kauçukla sıcak işleme veya soğuk işleme yapılabilir. Sıcaklık kontrolü genelde tambur, vida ve kovan etrafında bir ceket içinde dolaşan su ile yapılır. Kauçuk normal olarak makineye, iki silindirli değirmenden şerit halinde çıkmış olarak beslenir.

Tek vidalı bir kauçuk ekstruder makinesindeki ana mekanik tehlike; makineye besleme esnasında dönen vida ile sabit parçalar arasındaki sıkışma riskidir. Ayrıca makinenin hızlı besleme yapmak için kullanılan donanımı gibi besleme sistemi de sıkışma riski yaratabilir. Kauçuk, makineye şerit halinde beslendiğinde, şeridi besleme deliğine yönlendirmek için sık sık besleme silindirleri kullanılır. Bu silindirler, kauçuğu sabit gerilim altında kalacak şekilde tutarak, serbest devinimli ya da zıt yönlerde dönebilirler. Hızlı besleme yapmak için ikinci bir vida sistemi de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu makinelerde, besleme düzenlemesine bakılmaksızın vidaya ve diğer tehlikeli parçalara erişimi önlemek için yeterli sabit veya interlocking sistem, koruyucu kullanılmalıdır. Daha basit bir yöntem olarak; kauçuk şeridi yönlendirmek için bir dizi serbest devinim yapan silindir kullanılabilir. Bu önlemede, silindirler aralıklı olarak yerleştirilerek vidaya parmak sıkışması riski önlenebilir. Menteşeli besleme hazneleri veya besleme cihazları kullanıldığında, bunlar vidanın hareketi ile eşzamanlı olacak şekilde, interlock sistem mantığı ile çalışmalıdır. Ayrıca makinede yer alan, kirletici maddeleri 'süzen' delikli plakalar çalıştırıldığında ek tehlike yaratabilirler. Kalıp kırılması veya kalıbın dışarı atılması da potansiyel bir tehlikedir. Bu durum çok sık olmamakla birlikte, değiştirilebilir kalıplara sahip makinelerde, kalıp veya kalıp sabitleme cihazının aşınmış veya yetersiz olması halinde gerçekleşir. Bu nedenle, bu makinelerde düzenli denetim ve bakım önem arz etmektedir.

Çekici birimleri

Çekici birimler (haul-off); haddelenmiş profili, sertleştirmek veya soğutulmak üzere kesintisiz olarak çekerler. Ekstrüzyon hatlarında gerçekleşen birçok yaralanma, çekicilerin çekme yönünde meydana gelmektedir. Bu birimler, karşılıklı olarak dönen kayış ya da üst

üste ayarlanmış merdanelerin, kauçuk ile yaptığı sürtünme sonucu oluşan çekme kuvveti vasıtası ile profili çekerler. Çekme tehlikeleri, genellikle; besleme konumundaki yollar arasında, ekstrüderden çıkmış profil ve yollar arasında, tahrik makaraları ve gergi makaraları ile yollar arasında meydana gelir.

Makine ile ilgili riskler değerlendirilirken aşağıdakiler göz önünde bulundurulmalıdır.

- Hareket hızı
- Uygulanan kuvvetler ve basınç (yolların sağlamlığı ve profil dahil)
- Çalışma yöntemi

Ekstruder makinelerinde, sabit ve interlock sistem güvenlik koruyucuları kullanılabilir. Ancak, farklı boyuttaki profillerin makinede işlenmesi durumunda, bu koruyucuların uygulanması zor olabilir. Koruyucudaki besleme deliği, işlenen en büyük profil için yeterli koruma sağlamalıdır. Bu nedenle besleme girişindeki yolların etrafına tünel formundaki koruyucuların, bu yolların alt ve üstüne gelecek şekilde tesis edilmesi gerekmektedir. Besleme deliğinin önüne serbest devinim yapan yatay kılavuz silindirlerinin yerleştirilmesi de, bu bölgeye erişimi sınırlandıracaktır.

Makinenin çalıştırılması aşamasında ürünün beslenmesi operatör için tehlike arz etmektedir. Bu durum için, otomatik besleme sistemi ya da sabit çekici birimi (haul-off) kullanılmalıdır. Bu tür sistemlerin kullanılması mümkün olmayan durumlarda; etkili bir güvenlik sisteminin kullanılması şarttır. Bunun için; doğrudan operatörün kontrolünde olan ve bastıkça çalışan düşük hızlı çekici birimi (haul-off) kullanılmalıdır. Bu sistem maksimum 200 mm / saniye besleme hızına izin vermelidir [37].

Ram ekstruderler

Burada, namlu içerisinde yer alan kauçuk bileşimi makinede ram vasıtası ile güç altında kalıba doğru zorlanarak şekillendirilir. Barwell ekstruder makineleri en yaygın kullanılan makinelerdir [37].

Bu tip ekstrüderlere yuvarlak kauçuk parçaları tek tek yüklenirler. Bu nedenle bu makineler sürekli profil üretemez. Genelde bu tip makineler, ileri süreçler için şerit ve

palet halinde kauçuk parçalar üretirler. Bu makinelerde, palet ve şerit halindeki kauçuk üretilirken, kalıp kesici kullanılabilir.

Bu tür makinelerdeki ana mekanik tehlike, otomatik olarak kapanan kalıp ile namlu arasında oluşabilecek sıkışma riskidir. Makine başında çalışan ikinci bir çalışanın, kalıbın kapanması esnasında; kauçuğu kesmek ya da azaltmak istemesi ile kaza yaşanabilir.

Kalıp kapanması işi, çift el kumanda sistemi ile gerçekleştirilmelidir. Bu bölgede başka bir çalışanın bulunmasına izin verilmeden güvenli bir çalışma sistemi benimsenmelidir. Ayrıca, kalıp ile ram arasına interlock sistem kilitleyicide tesis edilebilir. Bu sayede kalıp istenmeyen şekilde hareket ettirildiğinde ramın hareket etmesi durur. Ayrıca, kalıp bıçaklarının, çalışma süresini düşürmek için uygun gecikme süresi olan interlock bir koruyucu, makineye yerleştirilmelidir.

Vulkanizasyon (presler, otoklavlar ve sürekli vulkanizasyon dâhil)

Tüm vulkanizasyon yöntemlerinde oluşan ısıdan dolayı çalışanlarda yanıklara neden olabilir. Sıcak bölgelere çalışanın kazara temas etmesini önlemek için sıcak makine yüzeyleri izole edilmelidir. Ayrıca, tehlikeli bölgeler için uyarı levhaları ve koruyucu giysiler (kollar ve eller için) temin edilmelidir.

Sıkıştırma metodu ile kalıplama

Kompresyon kalıplama, kauçuk endüstrisinde kullanılan en yaygın kalıplama tekniğidir. Bu yöntemde, kauçuk bileşimi kürlenmeden önce kalıp boşluğunu doldurur. Isıtılmış kalıplar arasında kauçuk bileşimi preslenir, ısı ve basınç altında vulkanizasyon işlemi gerçekleştirilir ve böylece bitmiş ürün elde edilir. Presler genellikle hidrolik veya pnömatik olarak çalıştırılır. Kalıplar elektrikle, buharla veya yağ ile ısıtılabilir.

Sıkıştırma kalıplama presleri genellikle dikey yönde çalışan makinelerdir (hareketli tabaka dikey düzlemde kaldırılır veya indirilir). Kalıplar her iki plakaya sabit olacak şekilde konumlandırıldığı gibi plakalardan bağımsız serbest halde de olabilir. Serbest halde olan kalıplarda ürün soyulması çalışan tarafından el ile yapılır. Sabit kalıp preslerinde, ejektör pimleri veya sıyrıcılar gibi mekanik elemanlar ürün toplama işlemini hızlandırır. Bu

mekanik elemanlar ile operatörün tehlike bölgelerine yaklaşması engellenebilir ve el sıkışma riski önlenir.

Transfer kalıplama

Transfer kalıplama yöntemi, sıkıştırma metodu ile kalıplama yönteminin farklı bir çeşididir. Bu yöntemde hammadde, basınç ve sıcaklık yardımıyla bir transfer bölmesinde yumuşatılır ve ardından yüksek basınç uygulanarak yolluk içerisinden, ürünün sertleşerek son şeklini alacağı kalıp boşluğuna taşınır. Yöntemin önemli avantajı mümkün olan en sıkı toleranslarda ürün elde edilmesine olanak tanımasıdır. Bu yöntemin güvenlik gereksinimleri kompresyon kalıplama ile aynıdır.

Enjeksiyon kalıplama

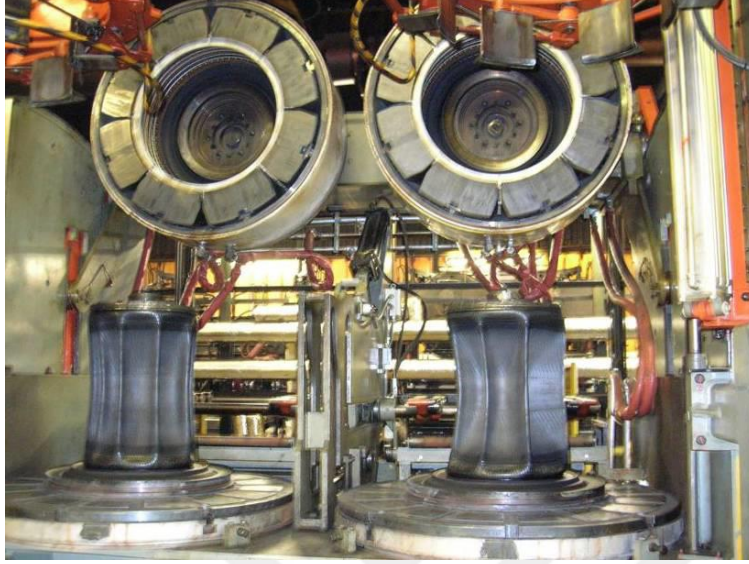
Bu süreçte önceden ısıtılan kauçuk bileşimi dönen bir vida ile basınç uygulanmak suretiyle kalıba doğru zorlanır. Bu yöntem ile hassas üretim yapılmaktadır.

Enjeksiyon kalıplama makinelerinde, her döngünün sonunda operatörün kalıplanmış parçayı çıkarması için manuel mod bulunabilir. Yarı otomatik veya tam otomatik makineler, konveyör veya toplama robotlarının kalıplanmış ürünü çıkardıkları yerlerde daha sık görülür. Enjeksiyon kalıplama makineleri, sıkıştırma metodu ile ve transfer kalıplama işlemine kıyasla daha hızlı ve daha kısa çevrim sürelerinde çalışırlar. Bu kalıplama yönteminde fire en az olmakta, seri üretim yapılabilmektedir. Bu nedenle bu makineler operatör için daha az risk oluşturan ve kullanımı daha pratik makinelerdir [37].

Lastik vulkanizasyon presleri

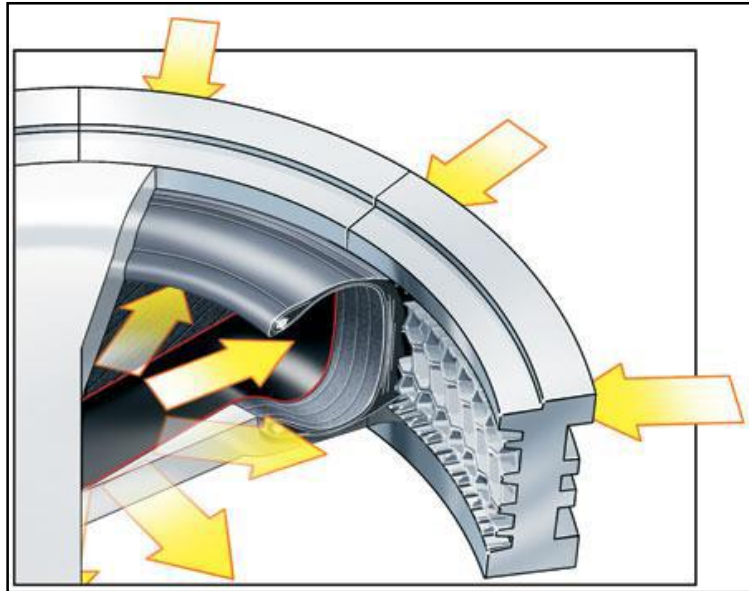
Bu tip presler genellikle aşağı yönlü hareket eden preslerdir. Genellikle elektrik ve pnömatik enerji ile çalışırlar. Preste kauçuktan oluşan iç lastik vasıtası ile tekerlek iç taraftan şişirilir. Bu işlem esnasında tekerleğin kürlenmesi için bu iç lastik yüksek basınçta sıcak su ile şişirilir. Presin açılması esnasında bu iç lastiğin patlaması ve sızdırması ciddi riskler yaratabilir. Bu nedenle basıca duyarlı anahtar vasıtası ile iç basınç düşürülmeden presin açılması önlenmelidir.

Diyagonal karkaslı konvansiyonel lastikler için sırt desenli kalıplar alt ve üst olmak üzere iki bölümden oluşur.



Resim 3.9. Pres kalıpları

Radyal lastikler için preslerde, birbirine geçerek lastiğin şekillenmesini sağlayan segmentli kalıplar mevcuttur. Bu kalıpların segmentleri arasında sıkışma riski vardır.



Şekil 3.6. Radyal lastikler için segment kalıpları

Lastik vulkanizasyon preslerine Lastiği yüklemek için kullanılan mandrenin, ek sıkışma ve darbe riskleri olabilir. Yükleme mandreninin yer çekimi ile düşmesini önlemek için

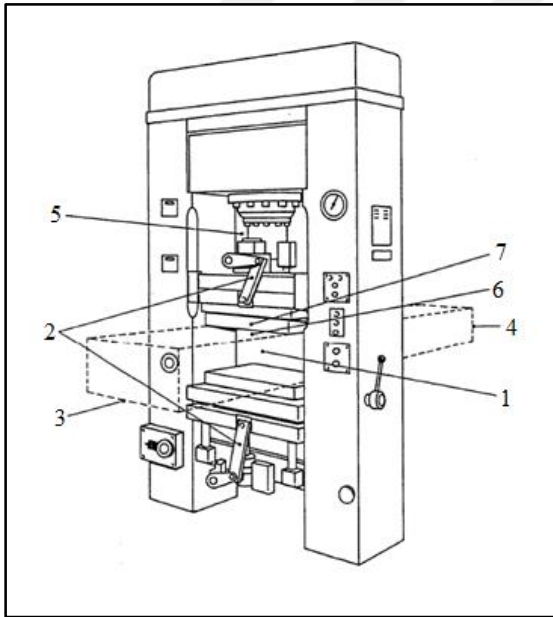
mekanik durdurucu ya da tırnakların olması gereklidir.

Mekanik tehlikeler

Preslerde meydana gelecek mekanik tehlikeler; preslerin türüne ve kullanılan üretim prosedürüne göre farklılık göstermektedir. Çoğu vulkanizasyon presinde aşağıdaki sıkışma riskleri mevcuttur.

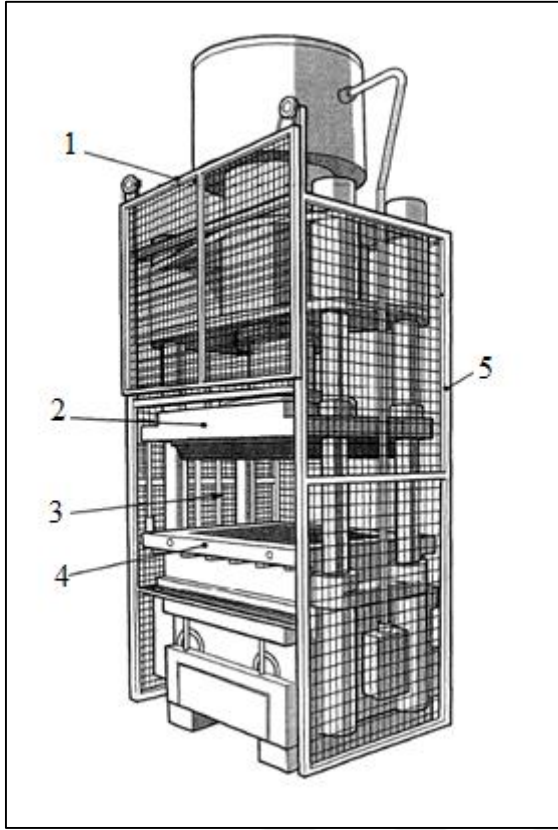
- Hareketli kalıplar arasında güç altında ve yerçekimi düşüşüyle sıkışma riski
- Hareketli levhalar ve pres çerçevesi / baskı tabloları arasındaki sıkışma riski
- Kalıp yükleme ve sıyırma cihazları arasındaki sıkışma riski

Şekil 3.7’de, aşağı yönlü sıkıştırma yapan bir preste; tehlike alanları ve riski en aza indirmek için kullanılması gereken sabit ve interlock sistem koruyucu muhafazalarının yerleşimi gösterilmektedir.



Şekil 3.7. Presin bölümleri [37]

1. Alt ve üst kalıp arası boşluk
2. Kalıp tahliye mekanizması
3. Giriş bölümü
4. Çıkış bölümü
5. Kalıp bağlantı noktası
6. Kalıp çekirdeği
7. Kalıp ısıtıcıları



Şekil 3.8. Preslerdeki önlemler [37]

1. İnterlock sistem ön koruyucu
2. Üst baskı plakası
3. Sıkışma ve ezilme riski
4. Alt baskı plakası
5. Bakım için sadece sabit yan ve arka korumalar gereklidir

Preslerde var olan riskleri ve önlemleri değerlendirirken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Kapanış hızı;
- Kalıpların sayısı ve ışıık miktarı;
- Presin yukarı vuruş veya aşağı vuruş yapması
- Kalıp türleri (gevşek veya sabit);
- Çalışma şekli, özellikle bir veya her iki tarafta operatörler çalışılıyorsa;
- Kalıplar arasındaki vücut erişim miktarı.

Aşağı vuruşlu preslerde istenmeyen olayların birçoğu; bakım ve kalıp değişimi sırasında gerçekleşir. Bu preslerde yer çekiminden dolayı düşmelerin önlenmesine karşı yeterli ve uygun tedbirlerin alınması önem arz eder. Örnek olarak aşağı vuruşlu presler için hidrolik pilot kontrollü çek valf ve dengeleme valfi montajı yapılabilir.

Otoklavlar

'Kürleme tavaları' veya 'vulkanizatörler' olarak bilinen otoklavlar, kalıplara girmeyen kauçuk ürünleri iyileştirmek için kullanılan buharla doldurulmuş basınçlı kaplardır. Ürünler, atmosferik basınçlardan daha fazla ve çoğu durumda yüksek sıcaklıklara maruz kalarak işleme uğrarlar.

Mekanik tehlikeler

Otoklav makinelerinde oluşması muhtemel en ciddi risk; kritik öneme sahip emniyet parçalarının çalışmaması durumunda, depolanmış enerjinin kontrolünün zor olmasıdır. Ekipman parçaları, basınçlandırma ortamı ve tank içeriği riskin oluşmasına neden olmaktadır.

Belirtilen riskler, uygun güvenlik tedbirleri olarak azaltılabilir. Alınan güvenlik önlemleri; büyük ölçüde otoklavın boyutuna, çalışma basıncına ve basınçlı ortamın türüne bağlıdır [38].

Risklerin önlenmesinde başlangıç noktası; sistemin emniyet açısından kritik olan kısımlarını tanımlamaktır. Sistemde oluşan tek bir arıza, sistemin bütünlüğünü kaybetmesine neden olabilir.

Otoklavın yapısı ve nasıl yüklendiği gibi durumlar aşağıdaki tehlikelerin oluşmasına zemin hazırlamaktadır.

- Basınç altındayken kapak ya da kapı mekanizmasının yanlışlıkla açılıp / kapanması
- Destekleyici çerçevenin aşırı yüklenmesi;
- Korozyon ya da erozyon
- Kırılgan konteynırlar, otoklavlarda sterilizasyon,

- Ani sıcaklık değişimi sonucu parçalanma.

Otoklavlarla ilgili riskler değerlendirilirken aşağıdaki risk faktörleri göz önünde bulundurulmalıdır [38].

Otomatik ve manuel sistemlerin kontrolü;

Otoklav kontrolü tamamen manuel olabilir, ancak programlanabilir elektronik sistemler otoklav kontrolünde giderek yaygınlaşmaktadır. Otomatik otoklav sistemlerinde, tüm emniyet cihazları; tehlikeli bir durum olması durumunda kalan basıncı dağıtmak için yapılandırılması gerekir. Bu tehlikeli durumlar şunları içerir:

- Güç kaybı
- Basınç kaybı;
- Aşırı basınç;
- Aşırı sıcaklık;
- Acil durdurma etkinleştirme;
- Interlock sistem kilitleme / sensör uyumsuzluğu.

Herhangi bir otomatik sistem güvenli bir hale getirildiğinde, emme valfleri kapanmalı ve egzoz valfleri açılmalıdır. Hatlarda artık basınç olmadığının doğrulanması için vanaların üzerinde veya yakınında ölçme noktaları olmalıdır.

Otomatikleştirilmiş proses kontrollerinde interlock sistem kilit / sensör tutarsızlığından kaynaklanan riskleri önlemek için kilitleme veya emniyet cihazının işlevi kontrol edilmelidir. Herhangi bir tutarsızlık durumunda, otoklavın güvenli bir durumda bulunduğu ve hemen bir arıza durumunun bildirilebileceği şekilde bağımsız sensörler ile kilitleme ve emniyet cihazlarını sürekli olarak izlenmelidir.

Otoklav içerisine çalışan varken yanlışlıkla basınç uygulanması;

Otoklav, bir operatörün girmesi için yeterince geniş ise; otoklav kapısının çalışan içindeyken kapanmasını önleyecek ve kapının kapanması durumunda makinenin

alışmasını önleyecek koruyucu bir cihaz tesis edilmelidir.

Otoklav içinde tam gövde erişiminin mümkün olduğu durumlarda, acil durdurma sistemini otomatik olarak devreye sokmak için güvenlik alarmı sistemi veya kabın içine kablo çekerek makinenin durmasını sağlayacak güvenlik tedbirleri tesis edilmelidir.

Boşaltma, boşaltma ve aktarma hatlarının yanlışlıkla basınçlandırılması,

Bitişik otoklavlarda yanlışlıkla basınçlandırılma yapılmasını veya haşlanmayı önlemek için bağımsız drenaj ve boşaltma hatları tesis edilmelidir. Bunun mümkün olmadığı durumlarda, bir seferde sadece bir otoklav boşaltma vanasının açık konumda olmasını sağlayan ilave emniyet tertibatları tesis edilmelidir.

Bitişik otoklavda, bir otoklavla ilgili sıvının başka bir otoklavda tekrar kullanılması durumunda, transfer hattında bir vana bulunması gerekmektedir. Bu vana; ilgili sıvının geldiği otoklavın kapı kilitleme mekanizması ile bağlantılı (interlock sistem mantığı) olacak şekilde tesis edilmelidir [38].

Basınç altında şiddetle açılan bir kapı veya kapak;

Otoklavların kapı ya da kapaklarının tamamen kapatılmaması durumunda, emniyet mekanizması tam olarak kenetlenmedikçe ve hazne mühürlenmedikçe otoklavın basınç altına alınmaması gereklidir. Bu durum; kapı emniyet mekanizması ile basınçlandırma sistemi arasında, interlock sistemin tesis edilmesi ile sağlanabilir. Basıncın uygulandığı yerlere göre:

- Basınçlandırma, harici bir kaynaktan, örn. buhar, hava veya diğer gazlardan sağlanıyorsa interlock sistem kilidi; kapı emniyet mekanizması ve basınçlı akışkan giriş valfi arasında olmalıdır;
- Basınçlandırma, tanktaki kaynar sıvı ile sağlanıyorsa, interlock sistem kilidi, kapı emniyet mekanizması ile ısı kaynağı arasında olmalıdır;
- Basınçlandırma, bir pompa vasıtası ile sağlanıyorsa, kapı emniyet mekanizması tam olarak devreye girmediği sürece pompa sisteme basınç uygulamayacak özellikte olmalıdır.

- Otoklav kapısı otomatik olarak açılıyorsa sistemin bir parçası olarak kapının aldığı pozisyon doğrulanmalıdır. Bu durum, birden fazla konum sensörü kullanarak sağlanabilir. Operatörün fiziksel olarak kapı pozisyonunu kontrol etmesini sağlamak için görsel bir gösterge de sisteme dâhil edilebilir.

Kapı sabitleme mekanizması devre dışı bırakılmadan önce, iç basıncı atmosferik koşullara düşürmek için otoklavın havalandırılması gerekir.

Tankta yer alan herhangi bir artık basınç nedeniyle kapının ya da kapağın şiddetle açılmaması gerekmektedir. Bu amaçla, normal kapı kilitleme tertibatının arızalarını önlemeye yetecek kadar sağlam emniyet mandalı kullanılmalıdır. Kapı emniyet mekanizmasının devre dışı bırakılması ve kapı contasının kırılmış olması durumlarında, emniyet mandalı etkili bir şekilde çalışmalıdır.

Emniyet mandalının amacı; tankın içindeki basınç artışını ya da düşüşünü tespit edip önlemektir. Bununla birlikte, artık basıncın miktarı belirlenemediğinden, emniyet mandalının yüksek basınçtan normal basınca düşmesine kadar geçen süre zarfı boyunca dayanabilmesi gerekmektedir. Emniyet mandalları otomatik veya manuel olarak devreye sokulabilir.

Otoklav içindeki sıcak ürünün zarar verme riskini daha da azaltmak için, otoklav içeriğinin sıcaklığı güvenli bir düzeye düşene dek, kapı ya da kapağın açılması önlenmelidir. Bu durumu sağlamak için teknenin içerisindeki sıcaklığı denetleyen, interlock sistem kilitleme sistemi ile algılama cihazları birlikte kullanılarak kapının açılması sağlanmalıdır.

Tank açmadan önce açma basıncını doğrulama;

Tüm otoklavlar, operatörün kolayca görebileceği yerde, doğru ve uygun bir basınç göstergesi içermelidir. Bu göstergeler genellikle otoklavın üzerinde veya yakınında olmalıdır.

Daha büyük otoklavlarda artık basınç, bir gösterge tarafından tespit edilemeyecek durumda olabilir. Fakat bu artık basınç, büyük bir kapının yüzey alanına etki ederek, kapının şiddetli bir biçimde açılmasına sebebiyet verecek kadar kuvvet uygulayabilir. Böyle bir durumda,

boşaltma basıncının olmadığını doğrulamak için bir havalandırma valfi (ayrıca bir test musluğu da denir) takılarak önlenabilir. Test musluğu manuel olarak çalıştırılabilir veya otomatikleştirilmiş proses kontrolünün bir parçasını oluşturabilir.

Otoklavın konumlandırıldığı yer;

Otoklav, operatörün güvenli çalışması için doğru şekilde konumlandırılmalıdır. Konumlandırılma ile ilgili tehlikeler; yükseklikte çalışmak; sıcak yüzeyler; kötü görüş ve uygun olmayan erişim olarak örneklendirilebilir.

Operatör dışında başka kişilere yönelik riskleri azaltmak için otoklavın kapısı ya da kapağı mümkün olduğu kadar ana yollardan uzak duracak şekilde monte edilmelidir.

Otoklav; kapı arızasından ve basınç boşaltma çıkışlarından kaynaklanan potansiyel enerji boşaltımından kaynaklanan risklerden etkilenmeyecek şekilde konumlandırılmalıdır.

Otoklava ürün yüklemek için kullanılan araçlar sadece bu amaca yönelik kullanılmalıdır. Kullanılan araçlar; ürün ağırlığını destekleyecek kadar güçlü olmalıdır. Maksimum taşıma ağırlığını aşmayacak şekilde kullanılmalıdır.

Eğitim ve öğretim;

Operatöre verilen eğitim ve talimat, sistemi güvenli bir şekilde çalıştırmak için gerekli olan tüm prosedürleri ve bilgileri kapsamalıdır. Aynı zamanda, acil bir durumda takip edilmesi gereken özel prosedürleri de kapsamalıdır. Çalışanlara düzenli yenileme eğitimi verilmelidir.

Sağlık ve güvenlik riskleri değerlendirilmeden, uygun bir emniyet sistemini yerleştirilmeden ve yetkili kişilerin dışında eğitim almayan kişilerin bölgeye girişini engellemeden otoklavın kapalı alanına hiç kimsenin girmesine izin verilmemelidir.

Kapsamlı inceleme;

Yetkili bir kişi otoklavın nasıl kullanılacağı ve muayenelerin nasıl yapılacağı ile ilgili

olarak; otoklav kullanıcısını bilgilendirmeli ve işletme, bakım kayıtları gibi bilgileri sağlamalıdır.

Bakım ve teftiş;

Otoklavın düzgün şekilde muhafaza edildiğinden emin olmak için uygun ve etkili düzenlemeler yapılmalıdır. Üretici veya tedarikçinin sistemin tamamı veya bir kısmı için bakım talimatları verdiği durumlarda, bunlar bakım programının temelini oluşturacaktır. Yerinde çalışma koşullarını karşılayacak kadar kapsamlı değilse, uygun oldukları şekilde takviye edilmelidirler.

Otoklav sisteminin, deneyimli ve yetkili bir kişi tarafından düzenli aralıklarla bakımı yapılmalıdır.

Tek bir komponent arızasının tehlikeye gidebileceği yerler de dâhil olmak üzere, otoklavın emniyet açısından kritik olan tüm parçalarını verimli bir çalışma düzeninde tutmak için uygun bir izleme planı olmalıdır. Bu, normal olarak, tüm kritik emniyet cihazlarının etkin bir şekilde çalıştığından emin olmak için günlük (veya vardiya) kontrolleri içermelidir. Bu kontroller, gerekli eğitimi almış operatörler tarafından gerçekleştirilmelidir.

Sorunları tanımlamak, gidermek için ve yetkili kişiye sistemdeki önemli onarım ve değişiklikleri bildirmek için bakım onarımları, testleri, arızaları, değişiklikleri içeren kapsamlı bir bakım geçmişi tutulmalıdır.

Sistemin çalışması sırasında tespit edilen sorunlar ile ilgili uygun önlemler alınmalıdır. Alınan önlemlerin, sistemin güvenliği üzerindeki etkileri değerlendirilmelidir. Örneğin: proses atıklarının birikmesi sonucu, koruyucu cihazları ve diğer önlemleri etkisiz hale gelmesine neden olabilecek süreçlerde, sık sık kontroller yapılmalıdır. Bu kontroller özellikle kapı kilitleme cihazları ve havalandırma hatları için geçerlidir [38].

Kapı kilitleme düzeneklerinin iyi çalıştığı, tüm tespit cıvatalarının sıkı olduğu, kaynakların çatlamadığı kontrol edilmelidir. Titreşimin cıvata gevşemesine neden olduğuna yaygın olarak bilinmektedir. Bu tür durumlarda, kendiliğinden gevşemeyi önlemek için uygun bir iplik kilitleme aygıtı (serbest eğirme, sürtünmeli kilitleme veya kimyasal kilitleme aygıtları

olarak da bilinir) kullanılmalıdır [38].

Sürekli vulkanizasyon

Kauçuk ile kablo kaplama gibi ürünler sürekli devam eden proseslerde üretilir. Bu tip ürünlerin vulkanizasyon işlemleri, sürekli yapılmak zorundadır. Sürekli vulkanizasyon için birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler genelde, ekstrüzyon pres işleminden sonra başlamaktadır.

Sıvı tuz banyoları

Bu yöntemde, potasyum nitrat ve sodyum karışımları gaz destekli ısıtıcılar vasıtası ile ısıtılmaktadır. Bu yöntem özellikle, oksijen yokluğunda iyileştirilmesi gereken peroksit ile sertleştirilmiş bileşikler için uygundur [37]. Yöntem içerisindeki ana tehlikeler, yüksek sıcaklıkta ergimiş tuz kullanımı ile ilişkili yangın ve patlamadır. Tuz banyolarında yer alan ergimiş tuz, suyun patlayıcı bir buhar oluşturmaya neden olabilir. Bu nedenle, sıcaklığı yüksek olan noktaları bulmak için ve aşırı ısınmayı önlemek için etkili sıcaklık kontrolü sağlanmalıdır. Ekstrüzyondan çıkmış ürünün tuz banyosundan geçirilmesi sırasında ve bakım ve temizlik esnasında, sıcak tuzun sıçraması ile ilgili potansiyel bir tehlike vardır. Bu nedenle kişisel koruyucu donanım olarak tam yüz koruma da dâhil olmak üzere uygun koruyucu giysiler kullanılmalıdır.

Basınçlı sıvı tuz ile sürekli vulkanizasyon

Kablo imalatında genellikle basınçlı sıvı tuz ile sürekli vulkanizasyon yapılmaktadır. Vulkanizasyon ekipmanı, ekstrüder kalıbına sabitlenmiş hafifçe eğimli bir basınç bölmesi veya borudan oluşmaktadır. Vulkanizasyon işlemi, kablonun basınçlı bölmedeki erimiş tuz karışımından geçmesi ile gerçekleşmektedir. Bu aşamadan sonra kürlenmiş kablo, hattın sonunda soğuması için kapalı su soğutmalı bir odadan geçirilmektedir. Bu yöntem ile ilgili başlıca tehlikeler, yüksek sıcaklık ve basınçtan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle çalışanlar; erimiş tuza istemeden temas etmesi durumunda ve yanıcı maddeler ile ergimiş tuzun yanlışlıkla karışmasıyla meydana gelecek patlama nedeni ile yaralanabilirler. Ayrıca; sıcak tuz ve soğuk suyun yanlışlıkla karıştırılmasından kaynaklanan buhar oluşumu ve bununla bağlantılı basınç yükselmesi nedeni ile oluşabilecek patlayıcı bir reaksiyon, çalışanlar için

yaralanma risklerini doğurabilir.

Bahsedilen tehlike ve riskler ile ilgili olarak; sistemin iyi tasarlanması, düzenli bakımlarının yapılması ve operatörün doğru eğitilmesi önem arz etmektedir. Bunlara ek olarak; tuz ve su pompaları arasında interlock sistem kilit mekanizması tesis edilmelidir. Bu sayede vulkanizasyon odasındaki erimiş tuza su temasını önlemek için seviye kontrolleri yapılabilir. Sürecin bakımı esnasında uygun koruyucu giysiler kullanılmalıdır.

Sistemde yer alan basınç hava ile sağlanmaktadır. Tuz ve su depoları basınçlı kaplardır, bu nedenle basınçlı sistemlerin emniyet gereklerine uyulması gerekmektedir.

Diğer sürekli vulkanizasyon işlemleri

Diğer süreçlere örnek vermek gerekirse;

- Rotokür - kauçuğun geçtiği ısıtılmış varillerden oluşan bir sistem;
- Sıcak hava veya kızılötesi fırınlar;
- Akışkan yataklar;
- Mikrodalga sistemleri.

Mikrodalga fırın ve kızılötesi vulkanizasyon fırınlarının giriş kapıları ineterlock sistem kilitleme ile birbirine kenetlenerek kapatılmalıdır.

Bahsedilen bu ekipmanlar ile ilgili olarak mekanik tehlikeler de mevcuttur. Bu tehlikeler; konveyör, rotoküre merdaneler ve fırın / kürlleme ünitesi kapılarının hareketi sonucu oluşabilir.

3.3. Lateks Üretim Süreci

Lateks, kauçuk parçacıklarının oluşturduğu sıvı halde olan bir çözeltilidir. Doğal ve sentetik kauçuk türlerinin birçoğundan lateks oluşturulabilir. Lateks genellikle, yağlara, solventlere ve aleve dayanaklılığın söz konusu olduğu özel uygulamalara gereksinim duyulduğu durumlarda kullanılmaktadır [37].

Farklı karıştırma teknikleri ile farklı parçacık dağılımlarına sahip lateks malzemeler üretilmektedir. Örnek olarak; ince parçacık çözeltileri için bilyeli öğütme veya ultrasonik işlemler, kaba dağılımlar için basit karıştırma veya kolloid değirmen ile üretim yapılmaktadır. Lateks malzemeler ile eldivenler, balonlar, sıcak su şişeleri gibi ince nesneler daldırma yöntemi ile üretilir. Bu ürünler için çok ince parçacık çözeltilerine ihtiyaç duyulmaktadır [37].

Aşağıdaki katkı maddeleri lateks çözeltisi ile karıştırılabilir:

- Stabilizatörler, kauçuk parçacıklarını dengeli bir süspansiyon durumunda tutmak için kullanılır. Stabilizatörlere örnek olarak; sülfonatlar, inorganik kompleks fosfatlar ve sabunlar verilebilir.
- Vulkanizasyon ajanı olarak genellikle sülfür karıştırılabilir.
- Dithiocarbamates, thiazoles, thiurams ve xanthates gibi kimyasallar hızlandırıcı olarak kullanılabilir.
- Kazein, tutkal, selüloz ve türevleri gibi kimyasallar, kalınlaştırıcı olarak kullanılabilir.
- Mumlar, ikame fenoller, amin bazlı antioksidanlar; Anti degradanlar (küçülme önleyici) kimyasallar olarak kullanılmaktadır.
- PH ayarlayıcıları olarak; amonyak, sodyum ve potasyum hidroksit ve formaldehit gibi kimyasallar kullanılmaktadır.
- Bakteriyel çürümenin ve mantar enfeksiyonlarının önlenmesi için biyosit ve çoğunlukla halojen türevli kimyasallar kullanılmaktadır.
- Jelleştirici maddeler olarak; kalsiyum, magnezyum ve alüminyum tuzları, asetik ve formik asit, siklo heksilamin asetat ve amonyum asetatı gibi kimyasallar kullanılmaktadır [37].

3.3.1. Lateks daldırma ve dökme

Daldırma işleminde, lateks bileşiğine defalarca batırılmış bir porselen veya alüminyum kalıplar kullanır. Kaplanmış ürün, ürün çıkarılmadan önce buharlı otoklavlarda yıkanır, havayla kurutulur ve vulkanize edilir.

Lateks dökümü işlemi, daldırma işlemine benzer bir süreçtir. Bu işlem ile daldırma işleminin aksine boşluksuz dikişsiz ürünler oluşturmak için kullanılır. Ürünün daha iyi bir

yüzeye sahip olması için kalıbın iç kısmında oluşması sağlanır [37].

Mekanik tehlikeler

Lateks karıştırma tesisi ve halı altlığı makineleri gibi işleme ekipmanları, önceki bölümlerde açıklanan mekanik tehlikelere sahiptir ve bu tehlikelerin oluşturduğu riskler, tezin önceki bölümlerinde bahsedilen koruma teknikleri ile önlenabilir.

Lateks ürünleri vulkanize etmek için kullanılan otoklavlar, basınç sistemleri emniyeti kapsamındadır. Otoklavlar ile ilgili tehlike ve riskler ile alınması gereken önlemler tezin önceki bölümlerinde açıklanmıştır.

3.3.2. Poliüretanlar (PU köpük üretimi, yeniden oluşturulmuş köpük, köpük dönüştürme ve katı üretanlar)

Poliüretanlar, endüstride; kaplamalardan, esnek köpüklere ve cilalara kadar çok geniş bir alanda kullanılmaktadır. Poliüretan elastomerler, köpük veya sert form olarak kullanılabilir. Bununla birlikte poliüretanın her iki formunda da uzun zincirli bir alkol (poliol) ve bir izosiyanat arasındaki ortak bir kimyasal reaksiyon oluşmaktadır. Farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olan üretanlar, poliol ve / veya izosiyanat türünün değiştirilmesiyle yapılır [37].

3.3.3. Poliüretan köpük üretimi

Poliüretan köpük üretimi, tepkimeye giren izosiyanat ve poliol içine gaz salınımı ile gerçekleştirilmektedir. Reaksiyon tamamlandığında, oluşan gaz kabarcıkları etrafında elastomerik malzeme ince bir çerçeve oluşturur [5]. Proses sırasında; sıvı izosiyanat ve poliol, diğer kimyasallarla (üfleme ajanları, katalizörler ve yüzey aktifleri) ölçülü şekilde karıştırılırlar. Karışık reaktifler bir konveyöre dökülerek kalıp haline getirilirler veya olduğu yerde püskürtülürler. Bu süreç sonunda reaktifler, birkaç dakika sonra reaksiyona girerek elastomerik köpük oluştururlar. Köpük üretiminde; polieter polioller ve toluen di-izosiyanat (TDI) en çok esnek köpük üretiminde kullanılırken, difenil metan di-izosiyanat (MDI), katı köpük üretiminde sık kullanılır [37].

Köpük üretiminde ana üfleme ajanı, su ve izosiyanat arasındaki reaksiyon sonucu oluşan karbondioksittir. Süreçte reaksiyon hızını arttırmak ve kontrol etmek için (Katalizörler) genellikle; aminler ve kalay tuzları ile su / izosiyanat kimyasalları kullanılmaktadır. Sürfaktanlar, bileşenlerin homojen bir sıvı oluşturmak üzere karıştırılmasında yardımcı olur ve genişleme sırasında köpük kabarcıklarını dengeler. Bu sayede, bileşimin sıvı kısmının polimerleşmeden önce çökmesini önler. Çoğu durumda, poliöl, katalizörler, yüzey aktif maddeler ve su, etkili bir şekilde yalnızca iki bileşenden - yani poliöl harmanı ve izosiyanattan - önceden karıştırılmış bir poliöl harmanı olarak tedarik edilir [37].

3.3.4. Esnek PU köpük - blok üretimi

Sürekli blok imalatı, esnek PU köpük üretim sektöründe sık kullanılan bir yöntemdir. Üretim sürecinde ölçüm pompaları, farklı bileşenleri bir karıştırma kafasına gönderir. Çoğu durumda, poliöl harmanı ve izosiyanat doğrudan toplu depolama tanklarından pompalanır ve basınç altında karıştırma kafasına ayrı gönderilir. Bu süreç esnasında, ölçüm pompalarının düzenli aralıklarla kalibre edilmesi gerekir [37].

Poliüretan köpük karışımı, karıştırılma işleminden sonra, kâğıt ile kaplanmış bir konveyöre konur. Konveyör, sıvı karışımını sertleştirme tüneline taşırken, gaz reaksiyonu, malzemenin yaklaşık 1 ila 1,5 metre arasında yüksekliğe ulaşmasına neden olur. Bu sırada polimer sertleşir. Devam eden süreçte; kâğıt çıkarılır ve köpük, bant bıçakları ile boyuna kesilir.

Kesilen bloklar, olgunlaşması için depolama alanına taşınır. Bloklar, depolama alanında dört saate kadar bekletilirler. Bu aşamada, köpük bloğunu üreten ekzotermik reaksiyon, blok olgunlaşmadan önce birkaç saat devam etmektedir. Olgunlaşma ve kürlenme sürecini, thermo couple süreci takip eder [5].

Poliüretan köpük üretiminde; tek blok üretim prosesi, daha düşük sermaye yatırımı gerektirdiğinden endüstride çok tercih edilmektedir. Prosesle ilgili tehlikeler, sürekli üretim yapan diğer tesislerle benzerlik göstermektedir [37].

3.3.5. Kalıplanmış PU köpük

Esnek ve sert PU köpük, araba / uçak koltukları ve minderler gibi şekillendirilmiş

ürünlerin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Poliöl ön karışımları, blok üretimi ile benzer süreçte izosiyanatlarla karıştırılır. Karışımı oluşturan malzemeler bir kalıba dökülür ve bir kapak takılır. Devam eden süreçte karışımın reaksiyonu tamamlaması için beklenir.

Kalıplama işlemi, sıcak kür ya da soğuk kür döküm tipinde yapılabilir. Sıcak kür kalıplama sürecinde, kür işlemini hızlandırmak için ısı uygulanır. Kürleme işlemi genellikle, Kürleme uzunluğu 100 metreye kadar olan konveyörler ve yüksek sıcaklığa dayanabilecek çelik kalıplar ile gerçekleştirilmektedir.

Soğuk kür dökümü, sıcak kür dökümüne göre daha basit bir süreçtir. Döküm esnasında, fiberglas veya ahşap kalıplar kullanır. Bu kalıplama yöntemi döşemecilik endüstrisinde de kullanılmaktadır [37].

Kullanılan bir başka yöntem ise basınçlı püskürtme ile kalıplamadır. Enjeksiyon kalıplamasında ise işlem soğuk kür dökümüne benzemektedir. Bu süreçte, poliöl harmanları ve izosiyanatlar yüksek basınç altında karıştırılmakta ve bir kalıp boşluğuna enjekte edilmektedir [5].

3.3.6. Yerinde enjeksiyon veya püskürtme

Sert PU köpük malzemeler; yalıtım, paketleme ve panel malzemelerin üretiminde kullanılmaktadır.

MDI bazlı köpük, taşınabilir dağıtım ekipmanıyla yerinde püskürtülerek üretim gerçekleştirilir. Köpüğün karıştırılması ve dökülmesi için açık kaplar kullanılmamalıdır. Bu üretim tipinde, kapalı sistemler tercih edilmelidir [37].

Yangın tehlikesi

Esnek PU köpük malzeme, imalat tesislerinde yüksek yangın tehlikesi olan materyal olarak kabul edilir. PU köpüğün salınım yaptığı duman; hidrojen siyanür ve izosiyanatlar da dâhil olmak üzere oldukça toksik ve tahriş edici bileşenler içermektedir. Bu nedenle, yangın ile ilgili ciddi önlemler alınmalıdır [37].

Blok üretimi yapılan işyerlerinde, köpük makinasına birleşik yangın koruması tesis edilmelidir. Köpük blokların kitleler halinde depolandığı yerler, yangına dirençli olmalıdır. Büyük blokların iç sıcaklığı sonucu aşırı ısınan blok kitlesinin neden olduğu yangın tehlikesi ile mücadele edebilmek için yazılı prosedürler geliştirilmeli ve sürekli kontrol edilmelidir. Örnek olarak; herhangi bir tehlike anında çalışanların bina dışında güvenli bir bölgeye tahliyesi için gerekli prosedürler hazırlanmalı ve çalışanların rahatça görebileceği yerlerde muhafaza edilmelidir. Üretim esnasında blokların araçlara yüklenmesinden önce ekzotermik reaksiyonun devam ettiği tam olarak kürlenmemiş bloklarda meydana gelen yangın tehlikesi riski değerlendirilerek gerekli önlemler alınmalıdır.

Mekanik tehlikeler

Blok üretiminde kullanılan kalıp makinelerinin kapanış noktalarında meydana gelecek sıkışma riskini ve rotasyon kalıplama makinelerinin sabit ve hareketli parçaları arasındaki sıkışma risklerini önleyecek koruyucu tedbirler alınmalıdır. Enjeksiyon memesi ile basınçlı püskürtme kalıbı arasında oluşabilecek sıkışma riskleri içinde ayrıca koruyucu önlemlerin alınması gereklidir. Bu tedbirler alınırken standart makine koruma önlemleri referans alınabilir.

3.3.7. Rekonstitüye köpük

Üretimden arta kalan PU köpük parçalar geri dönüştürülerek kullanılabilir. Geri dönüşüm işlemi, kesilmiş veya artık parçaların bir granülatör veya çekiç öğütücüsünde küçük parçalara öğütülmesi ile başlar. Öğütülen kırıntılar elenmiş halde karıştırma ambarına gönderilerek püskürtülmüş kısmen reaksiyona giren poliöl ve izosiyanat karışımı ile karıştırılır. Daha sonra karışım, orijinal yoğunluğunun altı katına kadar bir kalıpta sıkıştırılır ve buhar ile iyileştirilir. Karışım sertleştikten sonra, kalıptan alınır ve soğutulur [37].

Yangın ve patlama tehlikeleri

PU köpük kırıntısının kullanıldığı ve üretildiği süreçlerde, yapılan işlemler sıkı bir şekilde kontrol edilmelidir. Bu işlemlerde çok yüksek yangın tehlikesi oluşabilir. Ayrıca kırıntı tozları yayılarak ateşin yayılması için zemin oluşturabilir. Bu nedenle çekiçli

değirmenlerde ve öğütücülerde ortaya çıkan ve ortama yayılan toz ve ince kırıntılar toz patlamalarına neden olabilir.

Patlamaların önlenmesi ve patlama şiddetinin en aza indirilmesi için kırma tesislerinde; toz yayılımı önlenmeli, toz kaynağında yok edilmeli ya da ortam iyi şekilde havalandırılmalıdır. Ayrıca patlamanın gerçekleşmesi durumunda patlama şiddetinden diğer yerlerin zarar görmesini engellemek için patlamaya dirençli muhafazalar tesis edilmelidir. Yayılan kırıntıların toz oluşturmalarını önlemek adına çalışma ortamı düzenli olarak temizlenmelidir. Toz toplama tesisinde patlama meydana gelmesi durumunda oluşacak genişlemenin, rahat bir şekilde ortamdan uzaklaştırılması adına gerekli önlemler alınmalıdır.

Mekanik ve diğer tehlikeler

Çekiçli değirmenler ve granülatörler çoğunlukla besleme deliklerinden konveyör vasıtası ile beslenirler. Besleme yapılan alanlarda, operatörün tehlikeli parçalara erişimini engellemek için bahsi geçen alanlar boyutlandırılmalıdır. Granülatörlerin ya da değirmenin içerisindeki giriş kapılarına interlock sistem koruyucu önlemler tesis edilmelidir. Bu sayede, operatör tarafından istenmeyen bir erişim olması durumunda motorların durması sağlanmalıdır [37].

Granülatörlerde ki ve çekiç fabrikalarındaki yüksek gürültü seviyeleri çalışanlar için risk oluşturabilir. Bu nedenle, makine kaynaklı oluşabilecek gürültünün önlenmesi adına makine çevresine akustik muhafazalar tesis edilmelidir. Bununla birlikte gürültü oluşumunu kaynağında önlemek için lokal olarak akustik kaplama kullanılabilir [37].

3.3.8. Köpük dönüşüm

Köpük dönüşüm prosesi; kesme, şekillendirme, blok köpüğün veya yeniden oluşturulmuş köpüğün ürün bileşenlerine dönüştürülmesi işlemlerini içerir. Ayrıca proses, sentetik süngerler ve paspaslar gibi bitmiş ürünleri de içerir. Bu süreçte, sıkışık alanlarda yangın tehlikesi özel bir sorundur.

Kesme / şekillendirme

PU köpük bloklarının farklı boyutlarda çeşitli bant bıçakları, kesiciler, otomatik şekillendiriciler ve soyucular kullanılarak kesilmesi ve şekillendirilmesidir. Bu süreçte sıcak tel ile kesme işlemi nadiren uygulanmaktadır [5].

Mekanik tehlikeler

Köpük kesim bandı bıçakları ve diğer dilme makinelerinin etkin bir şekilde korunması zordur. Bunun nedeni, büyük köpük bloklarını kesmek için kullanılan büyük bıçaklara maruziyetin engellenmesinin zor olmasıdır. Köpük geri dönüşüm işinde kullanılan iş güvenliği önlemleri, diğer endüstrilerden farklıdır. Bunun nedeni, köpüğün ahşap veya tekstilden daha kolay işlenmesidir. PU köpük bant bıçaklarında bildirilen yaralanmaların sayısı azdır.

Köpük geri dönüşüm sürecinde, risk ve gerekli güvenlik önlemlerini değerlendirirken; işin büyüklüğü, şekli, aralığı ve iş hacmi, özellikle de çalışma anında bıçaklara ne kadar yakın olduğu gibi faktörler dikkate alınmalıdır. Bunlara ek olarak makinenin türü ve yaşı ile operatörün yaşı ve tecrübesi de dikkate alınmalıdır [37].

Sektörde birçok kesim makinesi kullanılmakla birlikte genel olarak, her tür bant bıçağı ve dilimleme cihazı için geçerli olan bir takım ortak gereklilikler vardır:

Geri dönüşüm sürecinde kullanılan bıçaklar; karşılıklı kesim için çift kesici kenar veya yuvarlak sırtlı tek bir kesme kenarı ile kesintisiz olarak kaynaklanmış yüksek kaliteli çelikten yapılmıştır. Bıçaklar genellikle pürüzlü, eğimli, dişli veya tırtıklı değildirler. Bıçaklar normalde keskinleştirilmemiş olarak tedarik edilir. Ancak bir kez keskinleştirildiklerinde aşırı derecede tehlikeli olurlar ve yaralanmalara neden olurlar. Bu nedenle, bıçaklar taşınırken koruyucu eldivenler giyilmelidir. Bıçaklar ile yapılan işlemler ile çoğu ciddi kaza; bıçağın durdurulup bakımının yapıldığı esnada ortaya çıkmaktadır. Eskiyen bıçakları güvenli bir şekilde işyeri ortamından uzaklaştırılması için makineden güvenli bir şekilde ayrılmalı ve kısa parçalar halinde güvenli bir şekilde imha edilmelidir.

Operatör bant bıçağına yakın çalışıyorsa ve parçayı el ile yönlendiriyorsa, zincir zırh

eldiven kullanılmalıdır. Ayrıca, bu tür işlerde; parçanın kontrolü uzaktan sağlanabiliyorsa, parçayı kontrol etmek için tutucu veya kılavuz ekipmanlar kullanılmalıdır.

Kesim işleminde kullanılan diğer bir bıçak türü de dikey bant bıçaklarıdır (Resim 3.10). Kullanılan en yaygın dikey bant bıçağında, iş parçası yatay bir masa ile sabitlenir. Bu tip bıçakların kullanıldığı eski makinelerde parça bir masanın üzerinde hareket ettirilerek kesilir.

Bu tip bıçakların bulunduğu makineler de; bant bıçağının kesici kenarlarını çevreleyen güçlü bir koruma sağlanmalıdır. Dikey bant bıçağı koruyucusu, iş parçasının yüksekliğine göre ayarlanmalı ve makine kullanılmadığında bıçak, masanın altında bir yere gizlenecek şekilde tesis edilmelidir. Yapılan işin türüne göre, büyük köpük bloklarını keserken, operatörün elinin ve kafasının bıçak ile temas etmesi engellenmelidir.



Resim 3.10. Otomatik dikey bant bıçağı

Dikey bant bıçaklarında; tabla boyutunun, operatör ve bıçak arasında koruma sağlaması nedeni ile bant bıçağının diğer tarafına koruyucu önlem almak gerekmez. Tam otomatik bant bıçaklarında, kesme çevrimi sırasında operatör, tehlikeli bölgelere yaklaşamaz. Bıçağı erişimi önlemek için interlock kilitleme önlemi bulunan sürgülü kapılar kullanılabilir. Bazı tam otomatik bant bıçakları, sabit bir masaya ve hareketli bir bıçak çerçevesine sahiptir. Bant tezgâhının kendi kendine olan hareketi, sıkışma riskini oluşturabilir.

Yatay dilimleme makinesi

Yatay dilimleme makineleri (Resim 3.13), işlenmek istenen parçayı yatay düzlemde bir masa ya da bant konveyör vasıtası ile ileri ve geri hareket ettiren ve açık bıçaklar yardımı ile dilimleyen makinelerdir. Makine kullanılmadığı zamanlarda, bıçaklar ile oluşabilecek teması önlemek için L tipi ya da U tipi koruyucular kullanılmalıdır. İleri ve geri hareket edebilen tablaya sahip makinelerde, masanın hareket sınırları ve sabit parçaları ya da duvar arasında sıkışma riski vardır. Böyle bir durumda, ön tarafa sensör ya da basınca duyarlı mat tesis edilmelidir. Ayrıca tehlikeli bölgeye erişimi engellemek için korkuluk ta kullanılabilir. Konveyör bantlı makinelerde, kayış ve uç tamburlar arasında oluşabilecek sıkışma riski engellenmelidir.



Resim 3.11. Yatay dilimleme makinesi

Döner dilimleme makineleri (dönen masa bant bıçakları)

Büyük köpük blokları, döner bir masaya yerleştirilerek sabit bir kesici/bıçak vasıtası ile istenilen boyutlarda kesilir. Makinede yer alan bıçak, her devrinden sonra sabitlenir ve proses bu şekilde devam eder. Bu tarz eski makinelerde operasyon noktasına erişim, makinenin etrafına, makine ile birlikte dönen koruyucu ya da bıçağı çevreleyen birbirine bitişik koruma kafesleri ile engellenmektedir. Bu önlemler, çok basit koruma seviyesine sahip olup, makine çalışmaya başladıktan sonra, makineye yaklaşılmamalıdır. Makine operatörünün; makine kullanımı açısından yeterli eğitimi ve sürekli denetimi önem arz etmektedir. Bahsi geçen makine koruyucularının düzenli bakımlarının yapılması gereklidir.

Yeni makinelerde, tehlikeli bölgelere erişimi engellemek için interlock sistem veya sensor sistemleri entegre edilmiş erişim kapılarına sahip, sabit koruyucular ve korkuluklar kullanılabilir. Eski makineler ile yapılan çalışmaların risk analizi sonuçlarına göre gerekli görülmesi halinde; yeni makinelerle ilgili koruyucu önlemler, eski makinelere de uygulanmalıdır. Bu tip makinelerde, yatay dilimleme makinelerinde olduğu gibi, makinenin kullanılmadığı zamanlarda, bıçaklara erişimi engellemek için U tipi ya da L tipi bıçak koruyucuları kullanılmalıdır.



Resim 3.12. Döner masa bant kesici

Yatay profilli bölme makineleri veya otomatik şekillendiriciler

Bu makineler gidiş geliş hareketi yapan bir tabla ile yatay dilimleme makinelerine benzerler. Makinenin bıçakları, kavisli şekiller sağlamak için ayarlanmış bir hattı takip edecek şekilde programlanmıştır. Alınması gereken koruyucu önlemler yatay dilimleme makinelerindeki uygulamalar ile benzerlik gösterir. Bu makineler çoğunlukla yatay dilimleme makinelerinden daha küçüktür. Bu nedenle, makine tablasının uçlarından bıçağa erişim daha kolay olabilir ve ek çevre koruyucular gerekli olabilir [38].

Köpük soyma makineleri

Bu makinelerde, silindirik şeklindeki köpük blok, merkezinden bir mile monte edilir ve blok, yatay bir bant bıçağına karşı döner. Bu tür köpük kesicilerde, yükleme ve boşaltma dışında

makineye yaklaşılmamalıdır. Bant bıçağının kesim yaptığı tarafa, birbiri ile kenetlenmiş korkuluklar ile operasyon noktasına erişim engellenmelidir. Makinenin kullanılmadığı zamanlar da, makine bıçakları ile teması önlemek için bıçaklar koruyucu ile kapatılmalıdır.

Profil bölme makineleri

Köpük, yumurta kutusu şekline benzer bir yapı alması için iki desenli silindirle bastırılır. Yatay bir bant bıçağı köpüğü, silindirlerin uzak tarafından keser. Silindirler ve bıçak arasındaki sıkışma riskini ve erişimi önlemek için uygun boyutta tünel koruyucu tesis edilmelidir. Bu koruyucular, iyi bir şekilde sabitlenmeli veya çok sık erişim tehlikesi mevcut ise kilitlenmelidir.

Yangın tehlikeleri

Depolanan ve taşınan yüksek miktarda köpük, köpük şekillendirme ve hammadde üretimi de dâhil olmak üzere ciddi yangın tehlikelerine sebep olabilir. Köpüğe şekillendirme yapılan tesislerde, yüksek standartlarda yangın koruma önlemleri alınmalıdır. Bant bıçak yuvaları içerisindeki ince toz birikimi ve öğütme, ufalama işlemleri, yangın riskini artırabileceği gibi toz patlamaları da yaratabilir. Kitlesel depolama yapılan yerler, birbirlerinden ayrı ve ateşe dayanıklı olacak şekilde kurulmalıdır. Ayrıca; ateşe dayanıklı depoların, iş akışı, istifleme ve oda temizliği üzerinde sıkı kontrol gerekmektedir. İşyerlerinde mevcut iş akışları, istifleme şartları ve tesisin temizliği sürekli olarak kontrol altında olmalıdır.

3.3.9. Kauçuk köpük fabrikasyon süreci

PU köpük blokları, normalde yapıştırıcılar ve alevle yapıştırma ile birlikte, kumaş, kereste, folyo ve alçıpan gibi diğer malzemeler ile de birleştirilebilirler.

Yapıştırıcılar

Çoğu yapıştırıcı, küçük tezgâhlarda elle püskürtülür. Bununla birlikte, büyük ölçekte olan parçaları lamine etmek için kaplama makinesi ve kurutma fırını kullanılabilir. Yapıştırıcıların kimyasal etkilerine karşı maruziyeti engellemek ve yangın risklerini

azaltmak için yapıştırıcılar su bazlı veya sıcaklıkla eriyebilir özellikte kullanılmalıdır. Belirtilen kimyasallar; 1-1-1 tri kloro etan ve di kloro metan gibi solvent bazlı klorlu hidrokarbonlara kıyasla daha güvenli seçeneklerdir. Solvent bazlı yapıştırıcılar ile yapılan çalışmalarda, uygun koruyucu eldivenler ile birlikte lokal havalandırma da kullanılmalıdır. Yapıştırıcıları uygulamak için kullanılan püskürtme tabancalarının uçlarını temizlemek için kullanılan çözücüler, uygun kapaklı kaplarda ve taşıma kapları ile birlikte depolanmalıdır [38].

Alevle yapıştırma

Alev ile yapıştırma yapılırken, PU köpük malzeme yarı erimiş polimer tabakası oluşturmak için bir dizi gaz püskürtücüsü boyunca geçirilir ve yapıştırıcı kimyasal, köpük malzemenin üzerine püskürtülür. Süreçte oluşan zararlı serbest izosiyanat içeren dumanın ortama yayılmasını önlemek için brülör çevresine ve köpük malzeme etrafına lokal havalandırma sistemi tesis edilmelidir.

Yapıştırmanın yapıldığı bölümde işlem, yangına dayanıklı bir muhafaza içinde yapılmalıdır. Gaz sistemi bir alev kesme cihazı içermeli ve bu sistem gazı algıladığı zaman makinenin durmasını sağlamak üzere, interlock sistem mantığı ile çalışacak şekilde tasarlanmalıdır. Ayrıca çalışma yapılan bölgeye yeterli temiz hava tedariki sağlanmalı, etkili bir genel havalandırma ile ortam havası temiz tutulmalıdır.

Sert üretiler

Sert üretiler malzemeler; yüksek yoğunluklu sert veya yarı sert formdaki poliüretan elastomerlerdir. Üretim maliyetleri yüksek olmasına rağmen, aşınma direnci ve boyutsal kararlılık gibi özelliklere sahip olduklarından, geleneksel kauçuktan daha geniş bir uygulama yelpazesine sahiptirler. Sert poliüretan ürünler, iki ana süreç ile üretilirler.

Ön polimerlerin üretiminde; polimerler şekillendirilmeden önce, katalizör, sertleştirici veya çapraz bağlayıcı ajanlar ile bir karışım oluşturulur. Oluşan karışım, kısmen reaksiyona girerek poliöl-izosiyanat karışımları oluşturulur.

Tamamen reaksiyona giren üretiler; katı (şerit, granül veya tabaka) veya çözelti (ketonlar,

esterler veya petrol bazlı solventler) halinde bulunurlar. Katı formlar haddelenir, öğütülür veya enjeksiyon yöntemi ile kalıplanır. Üretanın kimyasının detaylarına bağlı olarak, elastomerik veya termoplastik ürünler elde edilir. Çözeltiler ise kumaş kaplamada da kullanılırlar [37].

Tehlikeler

İzosiyanat ön-polimerleri genellikle poliüretan elastomerler oluşturmak üzere MbOCA (Metileno Bis-ortocloroanilina) ile çapraz bağlanır ve bunlar daha sonra kalıplanır.

MbOCA, kalıplanmış poliüretan ürünlerin imalatında sertleştirici (kürleme ajanı) olarak kullanılır. Pellet, granül veya sıvı formda tedarik edilir. MbOCA; solunduğunda, deri yoluyla emildiğinde veya yiyecek, içecek veya sigara ile vücuda alındığında, mesane kanserine neden olabilir.

MbOCA çok uçucu değildir, ancak deriden kolaylıkla emilir ve mesleki maruziyet, deri yolu emilimi ile oluşur. Bu nedenle, MbOCA'nın deri ile temasını önlemek çok önemlidir.

Sağlık için tehlikeli maddelerin kontrolü kurumu (COSHH), MbOCA kimyasalının çalışma ortamında ki maruziyet sınır değerini (TWA), 0.005 mg/m^3 ve idrarda bulunan biyolojik izleme sınır değerini; $15 \mu\text{mol MbOCA} / \text{mol}$ olarak belirtmiştir. Biyolojik izleme sınır değeri sayesinde, MbOCA kimyasalına maruz kalmış çalışanların idrar değerleri ölçülerek maruziyet takip edilebilir [37].

MbOCA kimyasalının deri yolu ile maruziyeti, üretimin döküm safhasında ve kalıp düzeltme sırasında daha yüksektir. Bu aşamalarda çalışanlar, yaptıkları işe uygun eldiven kullanmalıdırlar. Ayrıca ortam havasında çözünmüş halde bulunan MbOCA kimyasalı için yeterli lokal havalandırma sistemleri tesis edilmelidir. Poliüretan elastomerlerin üretiminde görev alan çalışanların, MbOCA kimyasalına maruz kalma oranı, mümkün olduğunca azaltılmalıdır. Çalışma ortamındaki günlük maruziyet değeri; 0.005 mg/m^3 den düşük ve idrardaki MbOCA miktarı; $15 \mu\text{mol MbOCA} / \text{mol}$ değerinin altında tutulması ve sürekli kontrol edilmesi gerekmektedir [37].

Tamamen reaksiyona giren poliüretanların üretildiği süreçte; reaksiyon tamamlanana kadar

ihmal edilebilir miktarlarda izosiyanat oluşabilir. Bununla birlikte, poliüretan karışım yüksek sıcaklıklarda işlenirse, izosiyanat salınımı olabilir. Üretimde kullanılan çözeltiler ile yapılan çalışmalar da; ortaya çıkması muhtemel yanıcı solventler için lokal havalandırma ile birlikte, iş hijyeni ile ilgili önlemler ve yangın güvenlik önlemleri birlikte alınmalıdır [37].

3.4. Kauçuk İmalat Endüstrisindeki Mesleki Maruziyetler

Kauçuk ürünlerinin imalatında binlerce farklı malzeme kullanılır. Bu malzemelerden hangisi ya da hangilerinin kansere neden olduğu tam olarak bilinmemektedir. 1920 ve 1930'larda İngiltere'de yapılan çalışmalarda; kauçuk işçilerinin ölüm oranlarının genel nüfustan daha yüksek olduğu ve ölümlerin genelde kanser kaynaklı olduğu tespit edilmiştir.

Kauçuk imalatında çalışan kişiler ile ilgili ABD de yapılan çalışmalar 1970'lerin sonuna kadar devam etmiştir. Yapılan çalışmalar da; kauçuk imalatında çalışan kişilerin ölüm nedenleri ve solunum ile ilgili hastalıklara odaklanılmıştır.

Kuzey Carolina Üniversitesi'nde yapılan çalışmalarda öncelikli olarak çalışanların ölümü ile çalışma koşulları arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışma koşullarındaki maruziyetler ve bu maruziyetler sonucu oluşan hastalıklar arasındaki ilişki, araştırmaların odak noktası olmuştur. Yapılan çalışmalar; hidrokarbon solvent buharlarına olan maruziyet ve kanser arasındaki bağlantı ile ortam havasında bulunan partiküllere maruziyet ve akciğer hastalıkları arasındaki bağlantıyı ortaya çıkarmıştır.

Kuzey Carolina Üniversitesi'nde, yapılan çalışmalar da; kauçuk endüstrisinde çalışanlar arasında, solventlerin kullanıldığı işlerde çalışanların, lösemiye yakalanma riskinin daha fazla olduğu görülmüştür. Kauçuk sektöründe uzun yıllar boyunca yaygın bir solvent olan benzene maruz kalma nedeni ile oluşan löseminin; yaygın olarak lenfositik olduğu ve miyeloblastik tipte yaygın olarak görüldüğü tespit edilmiştir. Ayrıca, benzenden başka, ksilen içeren kömür temelli solventlerin lenfositik lösemi ile olan ilişkisinin, petrol bazlı solventlerin kullanımından daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar da; polinükleer aromatik hidrokarbonlar ile bozunmuş kömür esaslı solventlerin, deneklerde lenfositik lösemi oluşturduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmadaki diğer analizler;

karbon disülfid ve karbon tetra klorür ile oluşan maruziyyetin, lenfosittik lösemiye neden olmasının, benzene olan maruziyyete kıyasla daha fazla olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, işyerlerinde, benzen kimyasalına maruz kalınmamalı ve maruziyyet mümkün olduğunca ortadan kaldırılmalı veya asgariye indirilmelidir.

Kuzey Carolina Üniversitesi'nde malulen emekli olmuş kauçuk çalışanları ile yapılan çalışmalar da; vulkanizasyon hazırlığı, vulkanizasyon ve imalat aşamalarında çalışanların, amfizem gibi akciğer hastalıklarına yakalanma oranlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bahsedilen aşamalar da; solunması durumunda çalışanlar için tehlike yaratacak toz ve dumanlara maruziyyet oldukça fazladır. Ayrıca çalışmalar; çalışanların geçmişte ki sigara kullanımının, akciğer hastalıklarına yakalanma riskini iki katına çıkardığını ortaya çıkarmıştır.

Stiren – bütadien kauçuğu kullanılan tesisler de, lenfatik ve hemato poietik kanserlerle ilgili yapılan çalışmalar da, lösemi kaynaklı ölümler ile butadien maruziyyeti arasında güçlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı, 1,3-bütadien'in insanlar için kanserojen olduğu sonucuna varmıştır. Yapılan çalışmalar, SBR kullanılan işletmeler de, butadien'e maruz kalan çalışanların lösemiye yakalanma sayısının oldukça fazla olduğunu göstermiştir [39].

3.4.1. Butadien maruziyyeti

1,3-butadien kimyasalı, etilenin üretiminde ortaya çıkan renksiz bir gazdır. Genel olarak, sentetik kauçuk (Stiren-butadien kauçuğu (SBR) ve polibutadien kauçuğu) ve termoplastik reçine üretiminde başlangıç materyali olarak kullanılmaktadır.

Denek fareleri üzerinde yapılan çalışmalarda; butadien solunumunun birçok organda kanserojen etki gösterdiği tespit edilmiştir. Denek fareleri, 2 yıl boyunca düzenli olarak; 0, 1 000 ve 8 000 ppm miktarlarda butadine maruz bırakılmıştır. Bunun sonucunda erkek fareler de; pankreas bezlerinde, testis ve beyinde, dişi fareler de ise meme bezi, tiroid bezi ve uterusda tümör artışına rastlanılmıştır.

İnsanlar üzerinde yapılan epidemiyolojik çalışmalar da; bütadiene maruz kalınması durumu ile lösemi kaynaklı ölümler arasında ilişki olduğu belirlenmiştir. Butadienin kullanıldığı endüstrilerde; üretim sürecinde çalışmış olanlar incelendiğinde, lösemi

artışlarının, 1946'dan önce çalışmaya başlayan erkek çalışanlar arasında daha çok görüldüğü tespit edilmiştir. Lösemi vakaları incelendiğinde, lösemi teşhisi konulan çalışanların çoğunun, 1960 öncesinde işe alınmış oldukları, en az üç farklı üretim tesisinde çalışmış oldukları ve endüstride en az 10 yıl boyunca çalıştıkları tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar neticesinde Uluslararası Kansere Araştırmaları Ajansı (IARC), 1,3-butadien kimyasalını, insanlar için kanserojen madde olarak sınıflandırmıştır.

Butadienin kullanıldığı üretim süreçlerinde, butadien maruziyetini önlemek için kapalı sistem üretim yöntemleri kullanılmalıdır. Bununla birlikte, sistemde bulunan bağlantı elemanlarının yıpranmaması ve bağlantıların doğru yapılması için sistem sürekli olarak kontrol edilmelidir. Maruziyetin kontrolü için kapalı çevrimli sistemlerin kullanılmasının yanında, pompa sızırdırmalarının önlenmesi için ikili mekanik contalar kullanılmalıdır [40].

3.4.2. Kauçukla temaslı dermatit ve lateks alerjisi

Kauçuk imalat sektöründe, kauçuk ile doğrudan temas içinde olan çalışanlar, yüzlerce kimyasala maruz kalmaktadırlar. Bu nedenle, çalışanlarda istenmeyen cilt reaksiyonları oluşmaktadır. Bazı fenol türleri nedeni ile tahriş edici kontakt dermatit, alerjik kontakt dermatit, temas ürtikeri (kovanlar), önceden var olan deri hastalıklarının şiddetlenmesi ve yağ folikülit, kseroz (kuru cilt) ve miliaria (pişik) gibi reaksiyonlar oluşabilmektedir.

Kauçuk imalatında kullanılan güçlü kimyasallar ile kısa süreli maruziyet, ıslak çalışma koşulları, seyreltik çözücüler ile uzun süreli maruziyet ve tahriş edici kimyasallar ile olan maruziyetler nedeni ile kontakt dermatid reaksiyonlar, kauçuk imalat endüstrisinde sık görülen cilt hastalıklarıdır. Kauçuk üretimi sırasında ilave edilen hızlandırıcılar, vulkanizatörler, antioksidanlar ve anti-ozonantlar nedeni ile alerjik kontakt dermatit gibi alerjik reaksiyon türleri görülebilmektedir. Bu kimyasal maddeler genellikle nihai ürünlerde bulunur ve hem son kullanıcı hem de banbury, kalender, ekstrüzyon operatörleri ve montajcılar gibi kauçuk imalatında çalışanlar için kontak dermatite neden olabilir. Bu nedenle çalışanlar, imalat yapılan işyerlerinde, kontakt dermatite karşı önlem olarak, kimyasallara dayanıklı koruyucu giysi kullanmalıdır. İşyerlerinde oluşması muhtemel dermatit hastalığı; kimyasalların önceden karıştırılması, yeterli havalandırma, bilinen temas alerjenlerinin alternatif kimyasallarla değiştirilmesi ve kimyasal malzemelerin cilt ile temasını azaltacak mühendislik çalışmaları ile önenebilir [41].

3.4.3. Solventler

Solvent olarak adlandırılan çözücü kimyasallar birçok endüstride, imalat aşamasında tercih edilmektedir. Genel olarak solventler, katı ve sıvı maddeleri çözmek için kullanılırlar. Solventler genel olarak, renksiz ve kendine has kokusu olan sıvı haldeki kimyasallardır. Ayrıca solventler, kaynama noktalarının düşük olması nedeni ile çabuk buharlaşırlar ve yanıcıdırlar.

Kauçuk imalat endüstrisinde solventler; üretim sürecinde yapışkanlığı önlemek ve imalat yapılan yerlerde temizlik amacı ile kullanılırlar. Solventler çeşitlilik arz etmekle birlikte; alifatik hidrokarbon yapıdaki solventler kauçuk yüzeyini canlandırmada, aromatik hidrokarbon yapıdaki solventler (toluen ve ksilen gibi) kauçuk çözeltilerinin hazırlanmasında, klorlanmış hidrokarbon yapıdaki solventler ise yanmaz yapıştırıcı üretiminde kullanılırlar [5].

Solventler, maruziyet türüne ve süresine göre farklı sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Üretim sürecinde çalışanlar; solventlerin buhar ve gazlarına solunum yolu ile ve ya solventlere cilt ile temas edebilirler. Ayrıca, solventlerin el ile teması sonucu yutulması durumunda çeşitli sağlık problemleri görülebilir.

Birçok solvent türü, çalışma ortamında buharlaşmaktadır. Bu durum, solvent kimyasalının buhar ve taneciklerini solunabilir hale getirmektedir. Solvent kimyasalının hava ile yaptığı karışımlar, en önemli etkilenme yolu olan solunum ile çalışanların akciğerlerine kadar ulaşmaktadır. Bu sayede kimyasallar, kolay yoldan kana karışabilir.

Üretim aşamasında çalışanlar, özellikle temizleme aşamasında kullandıkları çözücüler nedeni ile sürekli olarak cilt teması yaşarlar. Solventlerin yağ çözücü özelliği, derinin koruyucu özelliğini azaltır ve deri yolu ile kolay bir şekilde emilirler.

Solvent kimyasalları, çabuk buharlaşan fiziksel özellikleri nedeni ile uçucu ve yanıcı kimyasallardır. Solvent buharının hava ile yaptığı karışımlar zehirli olmakla birlikte patlayıcı özellik gösterirler. Bazı solventlerin ortama yayılması, çalışanlar üzerinde uyuşturucu etkisi yaratabilir. Solventlerin bahsedilen bu özellikleri nedeni ile iş kazalarının

yaşanmasında dolaylı yoldan etki etmeleri söz konusudur. Halojen içerikli solventlerin yanması sonucunda, çalışma ortamına dioksin ve furan gibi zehirli gazlar da yayılabilir.

Solventler ile kısa süreli yoğun maruziyet sonucunda; deri sorunları, baş ağrısı, uyuklama, dikkat dağınıklığı ve mide bulantısı gibi sağlık problemleri ortaya çıkabilir. Uzun süreli, az miktar ve tekrarlayan maruziyetler sonucunda; beyin ve sinir sisteminde, deride, karaciğerde, kan üretim sisteminde, böbreklerde, üreme sistemlerinde, hamile kadınlarda fetüste sağlık problemleri baş gösterebilir [42].

Kauçuk üretiminde çok sık kullanılan solventler, Amerika Birleşik Devletleri OSHA (Mesleki Sağlık Güvenlik İdaresi) tarafından izin verilen sınır değerler ve kimyasal özellikleri, Çizelge 3.2’de açıklanmıştır.

Çizelge 3.2. Kauçuk endüstrisinde sık kullanılan solvent kimyasalları

Kimyasal	PEL (ppm)	Etkilenen Organ	Sağlık Bozukluğu
Benzen	1	Deri, merkezi sinir sistemi, karaciğer, kan, böbrekler, kromozom	Deri iltihaplanması, narkoz etkisi, lösemi
Toluen	200	Merkezi sinir sistemi, karaciğer, böbrekler, deri, üst solunum yolları	Narkoz etkisi, koma, kas yorgunluğu, karaciğer, böbrek ve deri hasarı
Ksilen	100	Üst solunum yolları, deri, merkezi sinir sistemi, karaciğer	Narkoz etkisi, akciğer ödemi, mide ağrısı, bulantı, karaciğer ve böbrek hasarı
Metilen klorid	500	Deri, üst solunum yolları, merkezi sinir sistemi, kalp damar sistemi	Narkoz etkisi, uyuşukluk, akciğer ödemi, kalp ritmi bozukluğu
Metil kloroform	350	Deri, merkezi sinir sistemi, kalp	Narkoz etkisi, kalp ritmi bozukluğu, baş dönmesi

Solventlerin birçok endüstride kullanımının zorunluluğu, kauçuk endüstrisinde de söz konusudur. Solvent kaynaklı maruziyetlerin önüne geçilmesi adına iş sağlığı ve güvenliğinin sunduğu birçok önlem bulunmaktadır. Öncelikle, solventlerin kullanıldığı işyerlerinde risklerin değerlendirilmesi ve analiz edilebilmesi için kimyasalların, ortamda bulunan miktarları tespit edilmelidir. Yapılan ortam ölçümleri, çalışanların kan ve idrarlarında bulunan kimyasal derişiminin ölçülmesi ile bir tutulmamalıdır. Çalışanlar üzerinde yapılan tahliller ile ortam ölçümleri birbirini tamamlayan yöntemlerdir.

İşyeri çalışma ortamında yapılan ortam ölçümleri hem yerel mevzuat hem de uluslararası mevzuatta belirtilen değerlerin üzerinde olmamalıdır. Solventlerin havadaki miktarlarının belirlenen değerlerin altında olması durumu, çalışanlar üzerinde narkoz etkisi yaratmayacak çalışma ortamının oluşturulması açısından önem arz etmektedir.

Yapılan ölçüm sonuçlarına göre risk belirlenmeli ve riskin kontrolü için gerekli çalışmalar yapılmalıdır. Riski kontrol etmek için kullanılan solvent kimyasalının ortadan kaldırılması, kaldırılamıyorsa, daha az tehlikeli olan ile değiştirilmesi gerekmektedir. Bunun mümkün olmadığı durumlarda, riskin önlenmesi adına mühendislik yöntemleri uygulanabilir. Solvent ile yapılan çalışmalarda, oluşması muhtemel riskleri önlemek için risk ile kaynağında mücadele etmek gerekmektedir. Bu nedenle, etkili bir lokal havalandırma sistemi ile solvent gaz ve buharları ortam havasına yayılmadan hemen önce çalışma ortamından uzaklaştırılabilir. Ayrıca solvent ile yapılan çalışmalarda kullanılan proseslerin, solvent ile çalışılmayan proseslerde yer alan çalışanları etkilememesi adına solvent ile yapılan çalışmalar, tam kapalı sistemler vasıtası ile yapılabilir. Solvent kullanılan işyerlerinin genel havalandırmasının da yeterli havayı sağlayacak etkin ve mekanik bir sistem olmasına özen gösterilmelidir. Bu çalışmalar ile çalışma ortamında bulunan solvent kimyasallarının derişimi azaltılacağından, solvent ile etkileşim halinde olan çalışanların sayısı da azalacaktır [42].

3.4.4. Sünger üretiminde oluşan gaz – CO₂

Günümüzde, sünger ve poliüretan imalat sürecinde, süngeri gözenekli hale getirmek amacıyla kanserojen ve zehirli etkiye sahip Metil Klorür yerine CO₂ gazı kullanılmaktadır. Üretim aşamasında, kimyasal reaksiyonlar sonucu ortaya çıkan gazlar ve üretim esnasında özellikle kullanılan CO₂ gazının çalışanlara olan maruziyetleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Sünger üretim yöntemi olarak kullanılan slabstock üretim prosesi, kimyasal karışımın hareketli bir konveyöre dökülmesi ve reaksiyon ile genişleme meydana getirmesi sonucu üretim yapma esasına dayanır. Bu süreçte genleşen sünger karışımı, kürleşmesi için 48 saat boyunca bekletilir. Bu esnada, ortam havasına ciddi miktarlarda CO₂ gazı salınır. Bu proses genellikle kapalı tünel sistemleri içinde gerçekleştirilmesine rağmen, çalışanlar tünel blokların yan taraflarından sürece müdahale etmek isteyebilirler. Bu nedenle tünel içerisinde, yeterli emilimi sağlayan etkili çekiş sistemleri tesis edilmelidir. Ayrıca, çalışanlar, üretim sürecinin her anında tam vücut elbisesi, maske, gözlük, eldiven gibi kişisel koruyucu donanımları da kullanmalıdırlar. Yaklaşık 48 saat kürlenmeye bırakılan sünger karışımında, kimyasal reaksiyonlar devam ettiğinden, slabstok prosesi ile birlikte kalıplama prosesinde de etkili ve yeterli havalandırma sistemleri tesis edilmelidir [5].

3.4.5. İzosiyanatlar

Üretimin yapıldığı endüstrilerde, izosiyanatlar genelde, poliüretan olarak adlandırılırlar. Kauçuk endüstrisinde en çok kullanılan izosiyanat kimyasalları; 2,4-toluen diizosiyanat (TDI), toluen 2,6-diizosiyanat ve difenilmetan 4,4'-diizosiyanattır. Heksa metilen di izosiyanat ve 1,5-naftilen di izosiyanat kauçuk endüstrisinde, diğer izosiyanat çeşitlerine göre daha az tercih edilmektedir [5].

İzosiyanatların önemli bir kısmı, kauçuk endüstrisinde poliüretanların üretiminde kullanılmaktadır. İzosiyanat gruplarından metilen bis (4-fenilizosiyanat) ve 2,4-toluen di izosiyanat (TDI) kimyasalları, dayanıklı olmaları nedeni ile havacılık ve kara taşımacılığında tercih edilmektedir. İzosiyanat türlerinden, Metilen bis (4-fenilizosiyanat) kimyasalı, kauçuk malzemenin naylona yapıştırılması, bazı otomobil bileşenlerine ve deri uygulamalarına poliüretan lake kaplamalar yapmak için kullanılır. İzosiyanat türlerinden, 2,4-Toluen diizosiyanat kimyasalı, zemin ve ahşap sızdırmazlık maddeleri ve kaplamaları, boyaları ve beton dolgu macunlarındaki poliüretan kaplamalarda kullanılmaktadır. Ayrıca bu kimyasal, poliüretan köpüklerin imalinde ve boru keçelerinde kullanılan poliüretan elastomer malzemelerde de kullanılır.

Üretim endüstrisinde İzosiyanatlara maruziyetin çeşidi ve miktarı değişkenlik gösterebilir. Bu kimyasallara, yoğun miktarlarda maruz kalınması durumlarında; akut ve kronik belirtiler ortaya çıkabilir. Kimyasalların akut etkileri olarak; göz ve boğaz tahrişi, nefes darlığı, göğüs sıkışması, baş dönmesi, karın ağrısı, bulantı, kusma, baş ağrısı ve dermatit sayılabilir. İzosiyanatları sürekli maruz kalınması durumunda, çalışanların bu kimyasala karşı hassasiyet oluşturdıkları görülmüştür. Bu nedenle, küçük miktarlarda dahi bu kimyasallar ile maruziyet neticesinde, çalışanlarda; astım ve alerjik reaksiyonlar oluşmaktadır. .Bu kimyasalların deri ve mukoza ile temas etmesi durumunda, ciltte; kaşıntı ya da egzama gibi sağlık problemleri oluşabilir. Kimyasalın püskürtme ile kullanılması durumunda, Göz rahatsızlıkları oluşma ihtimali vardır. Ancak, göz rahatsızlıklarının oluşma ihtimali diğer sağlık problemlerine göre daha azdır. Bu kimyasallara maruziyet sonucu, oluşması muhtemel sağlık problemleri genellikle solunum sistemi üzerinde etki göstermektedir.

İzosiyanatlar genellikle uçucu kimyasallardır. Bu kimyasalların buharları hava içerisinde

0,1 ppm'lik konsantrasyona ulaştığında tespit edilmesi daha da kolaylaşır. Ortam havasında, belirtilen bu miktar da bulunması bile hassasiyet oluşmuş çalışanlar için son derece tehlikelidir.

İzosiyanat eřitlerinden, 2,4-Toluen di izosiyanat (TDI); kauçuk imalat endüstrisinde en çok kullanılan ve çok sayıda saęlık problemi oluřturan kimyasal maddedir. TDI kimyasalının buharlařma noktası dūřuk olduęundan uçuculuęu yūksektir. Bunun yanı sıra imalat sūrecinde de yoęun miktarlarda kullanılmaktadır. Kimyasalın solunum ile maruziyeti sonucu oluřan saęlık problemleri, genellikle kalıcı zararlara sebep olmaktadır. Kimyasal ile bira gūn ve 2 ay sūreli maruziyet ile gūz ve solunum būlgesinde tahriř yařanabilir. Ayrıca uzun vadede, iř dıřında kuru ksūrūk, gūęū aęrısı, nefes darlıęı gibi solunum sistemi rahatsızlıkları ortaya çıkabilir. TDI kimyasalının bahsedilen saęlık problemlerine ek olarak, uzun sūreli ve dūřuk konsantrasyonda maruz kalınması sonucunda, astım gibi solunum sistemi rahatsızlıkları da ortaya çıkabilmektedir.

İzosiyanat çeşitlerinden, di fenil metan 4,4'-diizosiyanat (MDI) kimyasalı da kauçuk imalat sektōründe tercih edilen izosiyanatlardan bir tanesidir. Bu kimyasal, tūrevleri olan izosiyanatlardan daha az uçucudur. Kimyasalın olumsuz etkileri ancak, 75 °C'deki sıcaklıklara ulaşması durumunda ortama yaydığı duman ile olmaktadır. MDI kimyasalı endüstride genellikle sıvı halde kullanılır. İmalat aşamasında pūskūrtme yapılarak uygulanabilmesi için aerosol yapıda kullanımı tercih edilmektedir.

İzosiyanat çeřitlerinden, hekza metilen di izosiyanat, endüstride daha az tercih edilmektedir. Bu kimyasala maruz kalınması durumunda, ciltte ve gūzlerde tahriř edici olumsuz durumlar gūzlenebilir. Bhopal felaketi sonucunda birçok insanın zehirlenmesine ve ölmesine neden olan kimyasal, Heksa metilen di izosiyanat kimyasalıdır.

Bahsedilen izosiyanatların kullanıldığı veya ortama yayıldığı çalışma koşullarında, sağlık problemlerinin oluşmaması ve çalışanların bahsedilen kimyasallara maruz kalmaması için önlemler alınmalıdır. Bu kimyasalların kullanıldığı veya ortama yayıldığı imalat sūrelerinde öncelikle, kimyasalların Malzeme Gūvenlik Bilgi Formlarının ayrıntılı bir biçimde incelenmesi önem arz etmektedir. Bu formlarda yer alan kimyasala ait TLV değerleri dikkate alınmalıdır. Formlarda belirtilen gūvenlik uyarıları uygulanmalı, kimyasallar için nerilen KKD'ler nizami bir şekilde kullanılmalıdır. Bu kimyasalların

kullanıldığı ve ya ortama yayılması muhtemel olan tüm süreçlerdeki riskler analiz edilmelidir. Kimyasalın kullanımı sırasında uygun mühendislik yöntemleri tercih edilmelidir. Lokal havalandırma sistemi tesis edilmiş ise, havalandırma sistemi, izosiyanat buharlarının kaynağına olabildiğince yakın olmalıdır. Ayrıca sünger üretim sürecinde, Poliüretan köpüklerden ve yapıştırıcılardan izosiyanatların ortama yayılması durumu, tüm proseslerde dikkate alınmalıdır [43].

3.4.6. Toz ve duman maruziyeti

Kauçuk üretim endüstrisinde özellikle hammaddelerin işlenmesi ve taşınması sırasında ortam havasına ciddi miktarlarda toz yayılımı olmaktadır. Bu nedenle, çalışanlar yüksek miktarlarda toza maruz kalırlar. Endüstride toz maruziyeti oluşturma ihtimali olan kimyasal maddeler, karbon siyahı ve silikadır. Bu kimyasallardan silika, dolgu maddesi olarak kullanılırken kansere neden olma gibi olumsuz sağlık etkileri mevcuttur.

Üretim endüstrisinde karbon siyahı; lastik, kablo, konveyör bant, topuk ve taban lastiği imalatında yüksek miktarlarda kullanılmaktadır. Kauçuk imalat endüstrisinde kauçuk siyahının tercih nedeni, polimer malzemelerin mekanik özelliklerini güçlendirmesidir. Bu süreçte, mekanik özelliklerin güçlendirilmesinde karbon siyahı uygun maliyetleri nedeni ile tercih edilmektedir. Otomobil lastiği üretiminde, lastik direncini arttıran ve tokluğunu sağlayan yardımcı madde karbon siyahıdır.

İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi (OSHA) karbon siyahını, tehlikeli madde olarak tanımlamıştır. Karbon siyahı, 300 °C'deki sıcaklıkların üzerinde, yanabilen ve tutuşabilen kimyasal maddelerdir. Bu maddelerin solunması, üst solunum bölgesi hastalıklarına neden olmaktadır. Bu kimyasalların kullanımı, uygun güvenlik önlemlerinin alınması ile sağlanmalıdır. Karbon siyahı ayrıca, gözlerde mekanik tahrişe sebep olmaktadır. Karbon siyahının bu özellikleri ve muhtemel sağlık riskleri nedeni ile Uluslararası Kansere İnceleme Kurumu tarafından (IARC), insan için muhtemel kanserojen madde olarak sınıflandırılmasını sağlamıştır.

Kauçuk imalat endüstrisinde karbon siyahı kadar tehlikeli bir diğer madde ise silikadır. Silikalar, çok küçük tanecik büyüklüğüne sahiptir ve yüzey aktiviteleri çok yüksektir. Bu özellikleri nedeni ile dolgu maddesi olarak tercih edilmektedir. İmalatta kullanılan bu

kimyasalların solunması durumunda, solunum sıkıntılarının oluşması muhtemeldir. Bu kimyasallara maruziyet sonucu birçok çalışan, silikozis, tüberküloz ve akciğer kanseri gibi mesleki hastalıklara yakalanmışlardır [5].

Kauçuk imalat endüstrisinde yapılan sağlık araştırmaları, kauçuk üretimi esnasında açığa çıkan, toz ve dumanın çalışanlar için kanser riskini arttırdığını göstermiştir. Kauçuk imalatında uzun yıllar boyunca kullanılan, 2-naftilamin kimyasalının yerine daha az zararlı ya da ikame bir grup kimyasal kullanılarak mesane kanserinin önlendiği gözlemlenmiştir. Bu nedenle, imalat aşamasında oluşan gaz ve tozların önlenmesi ve kontrol altında tutulması çok önemlidir.

İmalat aşamasında oluşan toz ve dumanın kontrol edilebilmesi için ortam koşullarının ölçülebilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, ortamda oluşan toz ve dumanların içeriğinde bulunan bileşiklerin, mevzuatta veya literatürde belirtilen maruziyet sınır değerleri bilinmelidir. Maruziyet sınır değerleri, belirli bir süre boyunca, ortam havasındaki tehlikeli madde konsantrasyonlarını, (Zaman Ağırlıklı Ortalama (TWA)) ifade eder. Sınır değerlerinin tespitinde, Uzun süreli (8 saat) ve kısa süreli (15 dakika) olmak üzere, iki dönem kullanılır. Uzun vadeli dönemde, işyerinde geçirilen tam bir gün örneklendirilir. Kısa süreli dönemde yapılan örnekleme ise, yalnızca birkaç dakika sonra ortaya çıkabilecek göz tahrişi gibi etkileri önlemeye yardımcı olmak için kullanılır. İmalat aşamasında ortam havasında bulunması gereken toz miktarı maksimum 6 mg/m^3 TWA olmalıdır. Ortam havasında bulunan duman için ise bu değer; $0,6 \text{ mg/m}^3$ TWA olmalıdır [44].

İmalat sürecinde oluşan toz; malzemelerin işlenmediği, tartıldığı, vulkanize edilmemiş doğal veya sentetik elastomerlere ilave edildiği veya karıştırıldığı süreçlerde oluşan tozdur. İmalat sürecinde oluşan duman ise, doğal kauçuk veya sentetik elastomerlerin karıştırılması, öğütülmesi ve harmanlanması gibi süreçlerde meydana gelmektedir.

Kauçuk imalat sürecinde meydana gelen toz ve dumanın önlenmesi için geliştirilen bireysel yaklaşımlar ve çözümler, alınan önlemlerin etkinliği konusunda yetersiz kalabilir. Bu nedenle; oluşan toz ve dumanın kontrolü için sistematik bir yaklaşım gerekmektedir.

Kauçuk sektöründe yer alan çalışanların korunması için öncelikle; toz ve dumana

maruziyetin neden olduğu sağlık riskleri değerlendirilmelidir. Belirlenen riskler doğrultusunda, alınması gereken önlemler ile ilgili gerekli çalışmalar yapılmalıdır. Alınan önlemlerin toz ve dumanı karşı başarılı olması sonucunda, bu önlemlerin sürekliliğinin sağlanması için nelerin yapılacağı belirlenmelidir.

Maruz kalınan toz ve duman sonucu oluşması muhtemel risklerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi aşamasında; hangi çalışanların risk altında olduğu, maruziyet süresinin türü ve düzeyi ve risklerin nasıl kontrol edileceği sorularının cevaplanması gerekmektedir.

İmalat aşamasında meydana gelen toz ve duman görünebilir ya da görünmez nitelikte olabilir. Görünmeyen toz ve dumanın daha tehlikeli olabileceği durumu göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle, görünemeyen tozların belirlenmesi ile ilgili olarak, ortam ölçümlerinin yapılması gerekmektedir. Görünmez tehlikelerin tespitinde, parlak bir ışıık kaynağı kullanılarak gözle görülemeyen toz ve dumanın tespiti sağlanabilir. Ayrıca ortam da mevcut olan hava akımlarının tespiti için duman üretici bir kaynak kullanılabilir ve tozların tespiti için toz toplayıcı sistemler kullanılabilir.

Havada bulunan kauçuk dumanı ve toz seviyelerini ölçmek için birçok yöntem kullanılabilir. Çalışma yapılan yerlerin çevresine yerleştirilen statik toz toplayıcıları ya da kişisel maruziyeti ölçen cihazlar ile toz ve duman emülsiyonları ve maruziyetler kapsamlı bir şekilde ölçülebilir. Ölçüm yapılan alanlarda, belirlenen örnekleme sonuçları, standartlarda belirtilen maruziyet sınırları ile kararlaştırılarak toz ve dumanın kontrolü sağlanabilir.

Toz ve duman maruziyetinin önlenmesi adına, belirli bir madde ya da işlem ortadan kaldırılabilir. Bunu dışında, belirli bir madde, daha az tehlikeli başka bir madde ile değiştirilmeli ya da kullanılan madde daha az tehlikeli biçimde kullanılmalıdır. Üretim süreçlerinde, yumak halde, pul halde, yağ ile kaplanmış ya da polimer bağlı kimyasallar kullanılarak toz oluşumu önlenabilir. Kauçuk malzemelerin yapışmasını önlemek için kullanılan tozlar, su bazlı dispersiyon maddeler ile ikame edilebilir.

Üretim aşamasında kullanılan kapalı sistemler daha temiz çalışma ortamı sağlar. Makinelere torba ya da el ile yükleme yapılan süreçlerde, kapalı ve otomatik yükleme sistemleri ile dolum yapmak, toz oluşumunu önleyebilir. Bu sistemlerde lokal havalandırma tesis

edilmesi de toz oluşumunu önlemede etkili bir yöntemdir. Toz oluşturma ihtimali yüksen olan kapalı karıştırıcılar gibi sistemler, düzeli olarak kontrol edilmeli, bakımları yapılmalı ve toz sızma ihtimali olan yerler sızdırmaz dolgu maddeleri ile izole edilmelidir.

Proses kontrolü ile duman salınımlarını düşürmek mümkündür. Duman oluşumunu engellemek için proses içinde duman üreten ürünlerin hemen soğutulup sıcaklıkları düşürülebilir. Proses esnasındaki işlem nedeni ile sıcaklığı artan malzemenin sıcaklıkları; malzemenin proses içerisinde su veya hava ile soğutulmuş alanlardan veya yüzeylerden geçirilmesi ile düşürülebilir. Buna alternatif olarak havalandırma ile kontrol edilen bir bölgede soğumaları da sağlanabilir. Yeni kalıptan çıkmış ürünlerden ortaya çıkan hurda parçalar, soğuk su ile soğutulabilir. Bu önlemlerin dışında, duman salınımını azaltmak için ürün bileşimleri ve formülleri revize edilebilir.

İş metotlarında yapılan düzenlemeler, toz ve duman maruziyetlerini önemli ölçüde azaltabilir. Çalışanların yeni çalışma yöntemlerini tasarlama ve uygulama aşamalarına katılmaları, iş metotlarının geliştirilmesinde önem arz etmektedir.

Karışım oluşturulurken malzemelerin tartılması aşamasında, toz haldeki malzemelerin toz oluşturmaması için tartıldıktan hemen sonra kaplara koyulması gerekmektedir. Karışım aşamasında, malzeme torbaları lokal havalandırmanın bulunduğu bir alanda açılmalı, boşaltılmalı, ve işyerinden uzaklaştırılmalıdır. Bu işlemlerin tam otomatik sistemler vasıtası ile yapılması daha önemlidir. Çalışanların derin ve tozlu kaplara girmek zorunda kalmamaları için, kaplar, uygun şekilde tasarlanmalı ve konumlandırılmalıdır. Vulkanizasyon süreci bitmiş ürünler bekletilmeden işleme alınmalıdır. Kürleşme süresi uzun olan sünger üretimi gibi süreçler de, lokal havalandırma sistemleri kurulmalıdır.

İşyerlerinde, lokal havalandırma sistemleri, toz ve duman maruziyetini kontrol altında tutmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Mevcut havalandırma sistemlerinin yeterli performans gösterebilmesi için yetkili kişilerce; temizlik, kontrol ve bakımlarının yapılması sağlanmalıdır. Bu sayede, havalandırma sistemlerinin ömürleri uzatılabilir.

Lokal havalandırma sistemlerinin istenilen performansta çalışması için yapılan işe uygun şekilde tasarlanmalı ve sürdürülebilir olmalıdır. Bunun için toz ve duman kaynakları tespit edilmelidir. Havalandırma sistemi; yetkili kişi ya da kuruluşlar tarafından tasarlanmalı ve

montajı yapılmalıdır. Bu sistemler yetkili kişiler tarafından sürekli kontrol edilmeli ve denetimleri yapılmalıdır.

Sistemin tasarlanması aşamasında; işin nasıl yapıldığı, toz ve dumana nasıl maruz kalındığı gibi durumlar değerlendirilmelidir. Havalandırma sisteminin düzgün çalışabilmesi için, havalandırmanın iş istasyonu çevresinde ya da üzerinde olması durumu iyi değerlendirilmelidir. Havalandırma sisteminin kurulumundan sonra, yeterli performansta çalıştığının tespiti için yetkili kişilerce, yeterliliği test edilmeli ve bununla ilgili raporlar düzenlenmelidir. Hatalı olarak tasarlanan, kurulan ve bakımı yapılmayan sistemler, başarı gösteremezler. Bu nedenle, bu sistemler düzenli aralıklarla kontrol edilmeli ve bakımları yapılmalıdır.

Toz oluşturan prosesler ayrılarak risk altında olan çalışan sayısı azaltılabilir. Bu önlem tek başına yeterli olmamakla birlikte, diğer operasyonel ve mühendislik kontrolleri ile kullanılmalıdır. Bu önlem duman salınımını engellemek için de kullanılabilir. Yeni kürlenmiş kauçuğun soğuması için bekletildiği alanlar, çalışanlardan daha uzağa konumlandırılmalıdır. Bu sayede, ortam havasına yayılan dumandan, daha az çalışan etkilenebilir.

Kişisel maruziyetlere, tozlu ve duman salınımının çok olduğu süreçlerde geçirilen zamanın azaltılması ile azaltılabilir. İki silindirli değirmenlerde, malzemenin otomatik olarak yüklenmesi ve boşaltılması ile bu durum sağlanabilir.

Toz ve duman maruziyeti olan ortamlarda çalışanlar; ilgili kullanma koşullarına uygun koruyucu giysiler kullanmalıdır. (eldiven, önlük, iş elbisesi, koruyucu gözlük / gözlük). Bu ekipmanların doğru kullanımı ile ilgili eğitimler verilmelidir. Çalışanlar, kişisel hijyen şartlarına uygun davranmalıdır. Çalışanlar için yeterli sayıda ve nitelikte duş olanakları sağlanmalıdır. Yemekhane ve dinlenme alanları, işyeri ortamından ayrı yerlere tesis edilmelidir. Çalışanların tozu başka ortama taşımasına neden olan; istifleme, nakliye ve torba açma işleminin yapıldığı alanlar düzenli olarak temizlenmelidir.

İyi bir temizlik süreci ile çalışma alanlarındaki toz seviyeleri azaltılabilir. İşyerine ait zeminler, çıkıntılar ve makine bölümleri, toz birikimlerini gidermek için her vardiyada düzenli ve verimli bir şekilde temizlenmelidir. Temizlik sırasında, tozlanmayı arttıran

fırçalar yerine elektrikli süpürgeler kullanılmalıdır. Uyuşturucu kimyasalların bulundurulduğu alanlarda sağlık için tehlikeli olan tozların temizlenmesi için H tipi endüstriyel elektrikli süpürgeler kullanılmalıdır.

Proses kontrolleri, mühendislik uygulamaları ve toplu korunma önlemleri değerlendirildikten sonra, toz ve duman maruziyeti engellenememişse maske kullanılmalıdır. Bir işletmede etkili kontrol önlemleri uygulanıyorsa maske kullanımı gerekli değildir. Bununla birlikte, kısa süreli toz ve duman maruziyeti olan durumlarda, (filtre torbası değişimi, genel bakım, lokal havalandırma sistemi arızası) maske kullanılmalıdır. Kullanılan maskeler, toz ve duman türü, maruziyet seviyesi gibi durumlar değerlendirilerek uygun özellikte seçilmelidir. Özel tipteki solunum cihazları, kullanıcı tarafından uygun şartlarda muhafaza edilmelidir. Kullan - at tipi maskeler haricinde, özel tipteki solunum cihazları ve maskeler, düzenli olarak kontrol ve test edilmelidir. Bu tipteki maskelerin kontrolü ve testleri, bir aylık periyotlar ile yapılabilir.

Yüze sıkı olarak oturan toz maskeleri, çalışanların yüz tiplerine uygun olacak şekilde tercih edilmelidir. Bu tip maskeler, sakallı çalışanlar için uygun koruma sağlayamayabilir. Solunum cihazlarının kullanımı ve bakımı konusunda çalışanlara gerekli eğitimler verilmelidir. Bu eğitimler; maskenin doğru kullanımı, kullanılmadan önce kontrolü, temizlik şartları ve bakım zamanları gibi konuları içermelidir [44].

İşverenler, toz ve duman kaynaklı riskleri değerlendirmeli, koruma önlemlerinin sürdürülebilirliğini kontrol etmelidir. Alınan önlemlerin yetersiz olduğu durumlarda, önlemlerin geliştirilmesi için gerekli çalışmaları yapmalıdır. Çalışanlar, güvenlik konusunda görevli kişiler ve çalışan temsilcileri, çevrenin güvenli ve sağlıklı olduğundan emin olmak için işverenlere yardımcı olmalı ve işbirliği yapmalıdır. Çalışanlar, kendileri için sağlanan kontrol önlemlerini; muhafaza etmeli gerektiği gibi kullanılmalı ve bu konudaki sorunlarını derhal işverene bildirilmelidirler.

4. TEHLİKE VE RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Günümüzde başta üretim yapılan işyerleri olmak üzere birçok işyerinde, iş sağlığı ve iş güvenliğinin yönetilmesi süreci, mevcut yasalar çerçevesinde koruma altına alınmıştır. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile işveren; işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili her türlü tedbirin alınmasını sağlayacak ve işyerine özgü risk değerlendirmesi yapacak veya yaptıracaktır. Risk değerlendirmesi kapsamında işveren; var olan tehlikeleri belirlemek, tehlikelerden kaynaklanan riskleri değerlendirmek ve bu riskler ile ilgili kontrol önlemlerini uygulamakla yükümlüdür.

Risk değerlendirmesinin hazırlanması, sayfalarca kâğıdın bir araya gelmesinden ziyade, riskleri kontrol etmek için mantıklı önlemlerin tanımlanması olarak anlaşılmalıdır. İşyerlerinde uygulanan önlemlerin ihtiyaçlara cevap vermesi ve yerindeliği konusunda risk değerlendirmesi, iş sağlığı ve güvenliği sürecinin yönetilmesinde önemli bir araçtır.

Risk değerlendirmesi sürecinde, işyerlerinde meydana gelen iş kazaları ve meslek hastalıklarının nedenleri üzerinde durulmalı ve meydana gelmeleri sürecinde oluşan gerçeklik masaya yatırılmalıdır. İşyerlerinde bulunan tehlikeler ve tehlikeden kaynaklanan riskler, büyük ihtimal ile işyeri ve çalışanlar için en çok zarar veren durumlar olacaktır.

İşyerlerinde bulunan ya da bulunması muhtemel bazı riskler, özel kontrol tedbirlerinin kararlaştırılmasını gerektirmektedir. Bu riskler için yapılan çalışmalar diğer çalışmalara göre daha özel olmalıdır. Risk değerlendirmesinin yapılması, işyerinde mevcut olan özel risklerin belirlenmesi konusunda ciddi bir yardım sağlayacaktır.

4.1. Risk Değerlendirmesi Süreçleri

Yasal mevzuat çerçevesinde, 6331 Sayılı İş sağlığı ve Güvenliği Kanununun 30. Maddesine istinaden çıkartılan; İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliğinde; risk değerlendirmesinin hazırlanması beş maddede açıklamıştır.

- Tehlikelerin tanımlanması
- Risklerin belirlenmesi ve analizi

- Risk kontrol adımları
- Dokümantasyon
- Risk değerlendirmesinin yenilenmesi

Risk değerlendirmesi çalışmasında ilk adım tehlikelerin belirlenmesidir. Tehlikelerin belirlenmesinde Çizelge 4.1’ de örneği verilen Ekipman Kontrol listesi kullanılabilir. Bu listede yer alan sorular cevaplanarak kauçuk imalatında kullanılan iş ekipmanı ile ilgili tehlikeler ortaya çıkarılabilir, iş ekipmanının uygun donanıma sahip oluo olmadığı değerlendirilebilir.

Çizelge 4.1. İş ekipmanı kontrol listesi

SIRA	İŞ EKİPMANI DENETİM KRİTERLERİ	EVET	HAYIR
1	İş ekipmanının kullanma talimatı hazırlanarak çalışan tarafından görülebilecek şekilde konumlandırıldı mı?		
2	İş ekipmanının kullanımından kaynaklanabilecek riskler ve bunlardan kaçınma yolları ile ilgili eğitimler verildi mi?		
3	İş ekipmanı ile ilgili tamir, bakım ve kontrolünü içeren yeterli ve özel eğitim çalışanlara verildi mi?		
4	İş ekipmanı ile ilgili güvenliği etkileyen kumanda donanımları açıkça görülebilecek şekilde işaretlendi mi?		
5	İş ekipmanını tamamen ve güvenli bir şekilde durdurabilecek durdurma sistemi var mı?		
6	İş ekipmanının acil durdurma sistemi var mı?		
7	Parça sıçraması ve düşmesi riski taşıyan iş ekipmanı güvenlik tertibatı ile donatılmış mı?		
8	Gaz, buhar, sıvı ve toz oluşturma riski bulunan iş ekipmanına, bu riskleri kaynağında yok edecek sistemler tesis edildi mi?		
9	İş ekipmanı ve parçaları uygun metotlar ile sabitlendi mi?		
10	İş ekipmanının hareketli parçaları ile temas riskinin olduğu durumlarda, tehlikeli bölgeye erişimi engelleyecek koruyucu sistem tesis edildi mi?		
11	İş ekipmanının operasyon bölgesi ya da bakım yapılan bölgesi aydınlatıldı mı?		
12	İş ekipmanları ile ilgili ikaz sistemleri çalışanlar tarafından kolay şekilde algılanıyor mu?		
13	İş ekipmanına ait güç kaynaklarını kesecek sistemler açıkça görülebilecek şekilde konumlandırıldı mı?		
14	İş ekipmanları ile ilgili güvenlik işaretleri konumlandırıldı mı?		
15	İş ekipmanı ile ilgili imalat ve bakım işlemleri ile ilgili güvenli ve uygun şartlar sağlandı mı?		
16	İş ekipmanına ait basınçlı hatlar ve bağlantı noktalarında hasar var mı?		
17	İş ekipmanının ısınması, yanması ve iş ekipmanından tehlikeli ve zararlı maddelerin yayılması riskine karşı uygun güvenlik önlemleri alındı mı?		
18	İş ekipmanı, çalışanın kişisel koruyucu donanım kullanmasını gerektiriyor mu?		
19	İş ekipmanında ve iş ekipmanı çevresinde solvent benzeri çözücü kimyasal kullanılıyor mu?		
20	Temizlik ve üretim için kullanılan solvent ve benzeri kimyasallar kullanılmadıkları durumlarda çalışma alanından uzaklaştırılıyor mu?		
21	İş ekipmanı ile ilgili tehlikeli bölümler düzenli periyotlar ile kontrol ediliyor mu?		
22	Çalışanlar, malzeme güvenlik bilgi formlarının ne olduğunu, nerede bulacaklarını ve bunları nasıl kullanacaklarını biliyor mu?		
23	Çalışma alanında kullanılan tehlikeli kimyasalların muhafaza edildiği kaplar, kimyasalları tanımlayacak ve tehlikeli durumları belirtecek şekilde etiketlenmiş midir?		
24	İmalat aşamasında kullanılan tüm kimyasalların malzeme güvenlik formları mevcut mu?		
25	İmalatta kullanılan zararlı kimyasallar çalışma ortamından uygun şekilde uzaklaştırılıyor mu?		

4.2. Risk Değerlendirmesi Yöntemi

Hazırlanan bu tezde; Kauçuk ve plastik imalat sektöründe kullanılan iş ekipmanı ve malzemeler, iş sağlığı ve güvenliği kapsamında değerlendirilmeye çalışılmıştır. Endüstrinin imalat kısmı çok geniş bir alana sahiptir ve seçilen iş ekipmanı ve malzemeler genel olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle, sektörde sıklıkla karşılaşılan ve tez kapsamında değerlendirilmiş; köpük ve sünger kesme makineleri, vulkanizasyon presleri ve haddeleme makineleri, risk değerlendirmesi uygulanmasında odak noktası olarak seçilmiştir. Bu makinelere özgü tehlikeler ile ilgili risklerin değerlendirilmesi, Risk Değerlendirme Karar Matrisi (L Matris) yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

4.2.1. Risk değerlendirme karar matrisi (L matris yöntemi)

Endüstride, tanımlanan tehlikelerden kaynaklanan risklerin değerlendirilmesinde en çok karşılaşılan nicel yöntem, Risk Değerlendirme Karar Matris Yöntemidir. Bu yöntemde, farklı değişkenler arasında var olan ilişkinin analiz edilmesi amaçlanmaktadır.

Risk değerlendirmesi yöntemlerine genel olarak bakıldığında, her yöntemin avantaj ve dezavantajları vardır. Genel olarak L matris yönteminin tercih edilmesinin nedeni; basit proseslerin değerlendirilmesi ve risk değerlendirilmesinin hazırlanması aşamasında mevcut bilgi birikiminin tek bir takım lideri tarafından sağlanması olarak açıklanabilir. Bu yöntemin uygulanmasında gerekli olan evrak sayısının az olması, işlem basamaklarının karışık olmasını engellemektedir. Yöntemde, acil olarak önlem alınması gereken tehlikelerin tanımlanması gerçekleştirilebilmektedir. Yöntemin kullanılması ile tanımlanan tehlikelerin gerçekleşme ihtimali ve gerçekleşmesi durumunda oluşabilecek sonucun tespiti sağlanmaktadır [45]. Sonuç tespitinde risk skorunun belirlenmesi önem arz eder. Risk skorunun hesaplanmasında; tanımlanmış tehlikenin gerçekleşme ihtimali ve tehlikenin gerçekleşmesi durumunda oluşacak zarar derecesi kullanılır. Bahsedilen bu iki değer çarpılması ile risk skoru hesaplanır.

Çizelge 4.2. Tehlikenin gerçekleşme ihtimali

İhtimal	Olasılık Derecelendirme Basamakları
Çok küçük	Hemen hemen hiç
Küçük	Çok az (yılda bir kez), sadece anormal durumlarda
Orta	Az (yılda birkaç kez)
Yüksek	Sıklıkla (ayda bir)
Çok yüksek	Çok sıklıkla (haftada bir, her gün), normal çalışma şartlarında

Çizelge 4.3. Tehlikenin şiddeti

Sonuç	Derecelendirme
Çok hafif	İş saati kaybı yok, ilk yardım gerektiren
Hafif	İş günü kaybı yok, kalıcı etkisi olmayan ayakta tedavi ve ilk yardım gerektiren
Orta	Hafif yaralanma, yatarak tedavi gerektirir
Ciddi	Ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi, meslek hastalığı
Çok ciddi	Ölüm, sürekli iş göremezlik

Çizelge 4.4. Risk skor matrisi (L Matris)

	Şiddet				
İhtimal	1 (Çok Hafif)	2 (Hafif)	3 (Orta)	4 (Ciddi)	5 (Çok Ciddi)
1 (Çok Küçük)	Anlamsız 1	Düşük 2	Düşük 3	Düşük 4	Düşük 5
2 (Küçük)	Düşük 2	Düşük 4	Düşük 6	Orta 8	Orta 10
3 (Orta)	Düşük 3	Düşük 6	Orta 9	Orta 12	Yüksek 15
4 (Yüksek)	Düşük 4	Orta 8	Orta 12	Yüksek 15	Yüksek 20
5 (Çok Yüksek)	Düşük 5	Orta 10	Yüksek 15	Yüksek 20	Tolere Edilemez

Risk skor matrisinden elde edilen değerler, risk değerlendirme tablosuna kaydedilerek eylem türlerine göre en büyük değere sahip risklerden başlayarak önlemler sıralanır.

Çizelge 4.5. Eylem türleri

Sonuç	Eylem
Katlanılamaz riskler (25)	Belirlenen risk kabul edilebilir bir seviyeye düşürülünceye kadar iş başlatılmamalı eğer devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Gerçekleştirilen faaliyetlere rağmen riski düşürmek mümkün olmuyorsa, faaliyet engellenmelidir.
Önemli riskler (15,16,20)	Belirlenen risk azaltılınca kadar iş başlatılmamalı eğer devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Risk için devam etmesi ile ilgiliyse acil önlem alınmalı ve bu önlemler sonucunda faaliyetin devamına karar verilmelidir.
Orta düzeydeki riskler (8,9,10,12)	Belirlenen riskleri düşürmek için faaliyetler başlatılmalıdır. Risk azaltma önlemleri zaman alabilir.
Katlanılabilir riskler (2,3,4,5,6)	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için ilave kontrol proseslerine ihtiyaç olmayabilir. Ancak mevcut kontroller sürdürülmeli ve bu kontrollerin sürdürüldüğü denetlenmelidir.
Önemsiz	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için kontrol

4.2.2. Karar matrisi yöntemiyle (L matris) risklerin analiz edilmesi

Köpük ve sünger kesme makineleri, vulkanizasyon presleri ve haddelme makineleri ile ilgili riskler, Karar Matrisi (L Matris) Yöntemi ile analiz edilmiştir. Risklerin analizi aşamasında makineler ile ilgili olasılık ve şiddet belirlenerek bunların çarpılması ile risk skorları (Çizelge 4.5) hesaplanmıştır. Hesaplanan risk skorları doğrultusunda, alınması gereken önlemler, çizelge 4.5’de risk derecelerinin hemen yanında yer alan Düzenleyici Önleyici Faaliyetler Bölümünde (DÖF) belirtilmiştir. Yöntemin gerektirdiği şekilde, hesaplanan risk skoru büyüklüğüne göre riskler renklendirilmiştir.

Çizelge 4.5’de yer alan 26 adet risk ile ilgili analiz sonuçlarına göre sıralamada 1 adet risk, katlanılamaz risk kategorisinde (kırmızı) değerlendirilmiştir. Bu risk, haddelme makinesinde bulunan merdanelerin ileri doğru hareket etmesi sonucu oluşabilecek ölüm riskidir. Bu nedenle, mevcut risk kabul edilebilir düzeye gelene kadar çalışma yapılmamalıdır. Analiz sonucuna göre 8 adet risk, önemli risk kategorisinde (kırmızı) belirlenmiştir. Bu riskler, olasılık ve şiddeti yüksek olan riskler olup basit önlemler ile kontrolü mümkün olmayan risklerdir ve acil önlem alınması gereklidir. Bu kapsamda analiz edilen 8 adet risk, inceleme kapsamına alınan üç makinede de yer alan risklerdir. Geriye kalan 13 adet risk, orta düzey risk (sarı) ve 4 adet risk, katlanılabilir risk düzeyinde (mavi) değerlendirilmiştir. Orta düzey riskler; olasılığı düşük, şiddeti yüksek ya da olasılığı yüksek, şiddeti düşük olan risklerdir. Bu riskler kontrol edilebilen riskler olup gerekli faaliyetler başlatılmalı ve önlemler alınmalıdır. Katlanılabilir risk düzeyinde (mavi) yer alan risklerin, olasılık ve şiddeti düşük olup ek önlem alınmasına gerek yoktur. Katlanılabilir risk düzeyinde olan riskler için mevcut kontrollerin sürdürülebilirliği sağlanmalıdır ve mevcut önlemler sürekli olarak değerlendirilmelidir.

Çizelge 4.6. Düzenleyici ve önleyici faaliyetler

No	Faaliyet	Tehlike	Risk	Olaslık	Şiddet	Skor	Önlem
1	Haddeleme Makinesi	Merdanelerin hareketi	Merdanelerin ileri hareketi esnasında içine çekme ve ezilme sonucu uzuv kaybı ve ölüm	5	5	25	- Merdanelere erişim sabit koruyucular ile engellenmelidir. - Acil durumlarda operatörün kolayca erişebileceği yerlere, merdanelerin ters yönde hareket etmesini ve merdanelerin ayrılmasını sağlayacak acil durum butonu konumlandırılmalıdır.
2	Haddeleme Makinesi	Merdanelerin fren sisteminin yetersiz olması	Merdanelerin ileri hareketi esnasında içine çekme ve ezilme sonucu uzuv kaybı ve ölüm	4	5	20	Haddeleme makinesinin fren sistemi, sürekli kontrol edilmelidir. Sistemin periyodik bakımları yapılmalıdır.
3	Haddeleme Makinesi	Makinede işlenen malzemelerden kimyasal salınımı olması	Makinede işleme tabi tutulan malzemelerden açığa çıkan zararlı maddelere maruziyet sonucu meslek hastalığı oluşması	5	4	20	İşlem gören malzemelerden çıkan gaz ve dumanlar, lokal havalandırma ile kaynağında yok edilmelidir.
4	Pres Makinesi	Makine parçaları ve yüksek basınçlı buharın neden olduğu gürültü	Kulak çınlaması (tinnitus), yorgunluk, gerginlik, denge veya dikkat kaybı, sözlü iletişimde anlaşılamama veya ses işaretlerinin algılanmasında zayıflama	5	4	20	- Ortam gürültü ölçümleri yapılmalıdır. Gürültü seviyelerine özel kulak koruyucular kullanılmalıdır. - Bu bölgede çalışanlar düzenli aralıklar ile dinlendirilmelidir. Mümkün ise Gürültü kaynakları izole edilmelidir.
5	Pres Makinesi	Kalıp içerisindeki mamulün kürlenmesi esnasında oluşan gaz/duman salınımı	Zararlı toz, gaz, buhar ile uzun süreli maruziyet sonucu oluşan solunum ile ilgili meslek hastalıkları	5	4	20	Kalıp bölgesine uygun lokal havalandırma sistemi tesis edilmelidir. Toplu koruma önlemleri yetersiz kalıyor ise uygun maske kullanımı sağlanmalıdır.
6	Köpük, Sünger Kesme Makineleri	Operasyon esnasında gürültü oluşumu	İşitme kaybı ve stres	5	4	20	Gürültü kaynağı olan makine aksamaları ses yalıtımı sağlayan malzemeler ile kapatılmalıdır.
7	Köpük, Sünger Kesme Makineleri	Operasyon esnasında ortama yayılan tozların solunması	Uzun süreli maruziyet sonucu, solunum ile ilgili meslek hastalıklarının oluşması	5	4	20	Malzemenin kesilmesi esnasında ortama yayılan zararlı tozların kaynağında, lokal havalandırma sistemi ile bertaraf edilmelidir.
8	Haddeleme Makinesi	Haddeleme yapılan malzeme içindeki hava kabarcıklarının patlaması ve makine güç aktarım ünitesinin sebep olduğu gürültü	İşitme kaybı ve stres	4	4	16	- Ortamdaki gürültü maruziyetinin türü ve şiddetine göre uygun tipte kulaklık kullanılmalıdır. - Gürültüye neden olan makine parçaları izole edilmelidir.
9	Köpük, Sünger Kesme Makineleri	Muhafaza altına alınmamış hareket halindeki şerit bıçak	Hareket halindeki şerit bıçağa temas ile yaralanma ve uzuv kaybı	4	4	16	- Operasyon bölgesine erişim sabit veya interlock sistem koruyucularla engellenmelidir. - Kesim yapılan platform yerden en az 750 mm yükseklikte olmalıdır.

Çizelge 4.6. (Devam) Düzenleyici ve önleyici faaliyetler

No	Faaliyet	Tehlike	Risk	Olasılık	Şiddet	Skor	Önlem
10	Haddeleme Makinesi	Şerit kesme bıçakları	Yaralanma	3	4	12	- Bıçak kullanımı yerine ultrasonik yöntem ile kesme işlemi yapılmalıdır. - Ultrasonik kesiciye erişim sabit koruyucular ile engellenmelidir.
11	Haddeleme Makinesi	Malzeme harmanlama arabasının kontrolsüz hareketi	Malzeme harmanlama arabası ile makina şasisi arasında kalarak ezilme riski vardır	3	4	12	- Tehlikeli bölgeye yetkisiz kişilerin girmesi engellenmelidir. - Bu bölgede çalışanlara, bölgedeki özel tehlikeler ile ilgili eğitim verilmelidir.
12	Pres Makinesi	Presin konumlandırılması	Presin dengesinin bozulması ve devrilmesi sonucu yaralanma ve ölüm	2	5	10	- Pres makinesi bulunduğu bölgeye sabitlemelidir. - Makine bölgesi tecrit edilmelidir. - Yetkisiz kişilerin girmesi uyarı işaretleri ve yeterli eğitim ile engellenmelidir.
13	Pres Makinesi	Yüksek basınçlı bükülgen hortumlar	Yüksek basınçlı bükülgen hortumlarının kamçı hareketi sonucu yaralanma	2	5	10	- Hortum bağlantılarının kontrolü düzenli aralıklarla yapılmalıdır. - Tehlikeli bölgelere yetkisiz kişilerin girmesi uyarı işaretleri ve sabit koruyucular ile engellenmelidir.
14	Köpük, Sünger Kesme Makineleri	Bakım esnasında şerit bıçağın değiştirilmesi	İstenmeyen temas sonucu yaralanma	3	3	9	- Şerit bıçağın değiştirilmesinde destek, kelepçe ve kılavuz kullanılması - Kesme dayanımı yüksek olan eldiven kullanılması
15	Haddeleme Makinesi	Sıcak makina parçaları ve sıcak kauçuk malzemeler	Sıcak makina parçaları ve sıcak malzeme ile istenmeyen temasın sebep olduğu yaralanma	3	3	9	Sıcak makine parçaları ile temas engellenmelidir. KKD kullanılmalıdır.
16	Pres Makinesi	Hidrolik, pnömatik ve ısıtma şartlandırma sistemlerine ait yüksek basınçlı akışkanlar barındıran hortum ve bağlantılar	Basınçlı akışkanların istem dışı tahliyesi nedeniyle göz veya deri yaralanmaları	2	4	8	Hortum ve Bağlantıların düzenli bakımları yapılmalıdır. Yüksek basınçlı bölgeler uygun işaretler ile belirtilmelidir. Bağlantı noktaları ceket ile çevrenmelidir.
17	Enjeksiyon Makinasının	Akışkanlaştırma ve enjeksiyon ünitesindeki yüksek sıcaklık	Yaralanma ve yanık oluşumu	2	4	8	- Ünitede yer alan yüksek sıcaklıktaki silindirin etrafına ısı yalıtımı yapılmalıdır. - Hava tahliye kanallarından sıcak malzeme sızmasını engelleyecek koruyucu tesis edilmelidir. - Sıcak yüzeylerle temasa karşı uyarıcı levhalar konumlandırılmalıdır. - Ünitedeki sıcaklık arttığında, ısıtma elemanlarının durmasını sağlayacak interlock sistem tesis edilmelidir. KKD kullanılmalıdır.

Çizelge 4.6. (Devam) Düzenleyici ve önleyici faaliyetler

No	Faaliyet	Tehlike	Risk	Olasılık	Şiddet	Skor	Önlem
18	Enjeksiyon Makinasının	Kalıbın kapanma hareketi.	Uzuv kaybı ve yaralanma	2	4	8	- Kalıp alanı; İnterlock sistem muhafaza ve ışık perdesi ile koruma altına alınmalıdır. - Makinenin çalıştırılması çift el kumanda ile yapılmalıdır. - Tehlikeli bölgeye müdahale edilmesi esnasında operatörü korumak için Basınca duyarlı paspas, zemin kullanılmalıdır.
19	Enjeksiyon Makinasının	Akışkanlaştırma ve enjeksiyon ünitesi hareketi	Yaralanma	2	4	8	Bölgeye erişim sabit veya hareketli koruyucular ile engellenmelidir. KKD kullanılmalıdır.
20	Köpük, Sünger Kesme Makineleri	Şerit bıçağın çalışma esnasında kopması.	Hareket halindeki şerit bıçağa temas ile yaralanma ve uzuv kaybı	2	4	8	Şerit bıçağın kopması ile makine otomatik olarak durmalıdır.
21	Enjeksiyon Makinası	Kalıbın açılması işlemi tamamlanmadan, operatörün müdahale etmesi.	Uzuv kaybı ve yaralanma	2	4	8	- Kalıp alanı; İnterlock sistem muhafaza ve ışık perdesi ile koruma altına alınmalıdır. - Makinenin çalıştırılması çift el kumanda ile yapılmalıdır. - Tehlikeli bölgeye müdahale edilmesi esnasında operatörü korumak için Basınca duyarlı paspas, zemin kullanılmalıdır.
22	Enjeksiyon Makinasının	Kalıp alanında bulunan sıcak yüzeyler.	Sıcak yüzeylere temas sonucu yaralanma.	2	4	8	Sıcak yüzeylerle temasa karşı uyarıcı levhalar konumlandırılmalıdır.
23	Enjeksiyon Makinasının	Enjeksiyon alanının hareketi	Yaralanma	2	3	6	Bölgeye erişim interlock sistem muhafaza ve sabit koruyucu ile tecrit edilmelidir.
24	Enjeksiyon Makinasının	Enjeksiyon alanındaki yüksek sıcaklık	Yaralanma	2	2	4	- Sıcak ve akışkan plastiğin sıçramasına karşı koruyucu, Sıcak yüzeylere temasa karşı yalıtım yapılmalıdır. Bu bölgeye uyarı işaretleri konumlandırılmalıdır. - KKD kullanılmalıdır.
25	Köpük, Sünger Kesme Makineleri	Çalışma yapılmadığı zamanlarda şerit bıçağın açıkta bırakılması.	İstenmeyen temas sonucu yaralanma	2	2	4	- Çalışma olmadığı zamanlarda bıçak muhafazası takılmalıdır. - Yetkisiz kişilerce müdahalenin engellenmesi amacı ile uyarı levhalarının asılmasıdır.
26	Köpük, Sünger Kesme Makineleri	Operasyon esnasında malzeme tezgâhının beklenmedik şekilde hareket etmesi.	İstenmeyen temas sonucu yaralanma	2	1	2	Tezgâhın beklenmeyen hareketinden çalışanları korumak için tezgâh hareketi, yatay ve dikey olarak kısıtlanmalıdır.

Yapılan risk analizi sonucunda, en çok kullanılan üç iş ekipmanı ile ilgili olarak 26 adet faaliyet belirlenmiştir. Belirlenen faaliyetler ile tehlike ve tehlikeden kaynaklanan riskler tespit edilmiştir. Risklerin her birinin şiddet ve olasılık değerinin çarpımına göre risklerin skor değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan skor değerlerine göre riskler, en yüksek risk değerine sahip olan riskten başlanarak sıralanmıştır.

Üç iş ekipmanına ait risk analizi aşamasında bazı faaliyetlerin risk skor değerleri eşit hesaplanmıştır. Bu faaliyetlerin sıralanması; riskin oluşturduğu şiddetin büyüklüğüne ve ya riskin olasılık değerinin büyüklüğüne göre belirlenmiştir. Örnek olarak: Çizelge 4.5 Düzenleyici ve önleyici faaliyetler tablosunda yer alan 2 ve 3 numaralı faaliyetlerin risk skorları 20 olarak hesaplanmıştır. Bunlardan 2 numaralı faaliyetin şiddet değeri 5 olarak belirlenmiştir. Burada, 2 numaralı faaliyette çalışanların; riskin neden olduğu yaralanma şiddetine daha fazla maruz kalması, 2 numaralı faaliyeti kısa vadede daha önemli hale getirmektedir. 3 Numaralı faaliyet sonucunda oluşacak risk ile çalışanlar, uzun vadede daha fazla zarar görecektir. Bu nedenle, faaliyetin gerçekleşmesi sonucunda oluşacak şiddet 4 olarak belirlenmiştir.

Risk analizinde yer alan bazı faaliyetlerin neden olduğu risklerin olasılık ve şiddet değerleri eşit olup risk skorları eşit hesaplanmıştır. Çizelge 4.5'te yer alan 19 ve 20 numaralı faaliyetler bu duruma örnek olarak gösterilebilir. Bu faaliyetlerin risk skorları eşit hesaplanmasına rağmen 19 numaralı faaliyet sıralamada öncelik sahibi olmuştur. Bu gibi durumlarda hangi faaliyetin sıralamada önce geleceği; analizi yapan risk değerlendirmesi ekibi ve ya analistin kanaatine göre ve kuruluşun önceliklerine göre karar verilebilir.

Yapılan risk analizi sonucunda, en çok kullanılan üç iş ekipmanı ile ilgili tolere edilemez 9 adet risk tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda; makinelerin hareketli aksamlarının neden olduğu ölüm ve uzuv kaybı, makineler tarafından oluşturulan gürültü ve kullanılan kimyasallardan kaynaklanan iş stresi, işitme kaybı ve uzun dönemli mesleki hastalıkların, çalışanlar için önemli riskler olduğunu göstermiştir. Ayrıca yapılan risk değerlendirmesi sonuçları dışında, saha gözlemleri ve literatür araştırması sonucunda elde edilen veriler, kullanılan iş ekipmanları ile ilgili sorunların büyük çoğunluğunu; operasyon bölgesinde koruyucu olmaması, dönen aksamlar üzerinde muhafaza olmaması, durdurma sistemlerin uygun olmaması ve lokal havalandırma sistemlerinin yetersizliği ile ilgili hususların olduğunu göstermiştir.

Analizi yapılan iş ekipmanları, kauçuk sektöründe üretim yapılan tüm işyerlerinde kullanılmaktadır. Bu tip makinelerin neredeyse hepsinde açıkta dönen hareketli aksamlar ve açıkta bulunan operasyon bölgeleri bulunmaktadır. Hareketli aksamlara ve operasyon bölgelerine erişim sabit koruyucular ile engellenmelidir. Haddelme makineleri gibi yüksek risk bulunduran iş ekipmanlarında acil durumların varlığında, operatörün kolayca erişebileceği yerlere, merdanelerin ters yönde hareket etmesini ve merdanelerin ayrılmasını sağlayacak acil durum butonu konumlandırılmalıdır. Bu makineler ile ilgili koruyucu önlemlerin yanında çalışanların eğitimi, risklerin neden olduğu şiddeti önemli ölçüde azaltacaktır.

Sektörde kullanılan haddelme makineleri ile ilgili olarak; makinelerde yer alan merdanelerin fren sistemlerinin yetersiz olması durumunda bu sistemler, sürekli kontrol edilmelidir. Sistemin periyodik bakımları yapılmalıdır.

Saha gözetimlerinde enjeksiyon kalıplama makinelerin sık kullanımı tespit edilmiştir. Bu makinelerin kalıp kapanma hareketi, uzuv kaybı ve yaralanmalara neden olacak tehlikeleri içermektedir. Ayrıca kalıbın açılması işlemi tamamlanmadan, operatörün müdahale etmesi çalışanlar için ciddi yaralanma riskleri oluşturmaktadır. Kalıp bölgesi ile ilgili risklerin bertaraf edilmesi adına kalıp alanları İnterlock sistem muhafaza ve ışık perdesi ile koruma altına alınmalıdır. Makinelerin çalıştırılması çift el kumanda ile yapılmalıdır. Tehlikeli bölgeye müdahale edilmesi esnasında operatörü korumak için basınca duyarlı paspas zemin kullanılmalıdır.

Yapılan risk analizi ve saha gözlemlerinde; haddelme makineleri, enjeksiyon kalıplama ve pres makinelerinde bulunan sıcak makina parçaları ve işlem gören sıcak kauçuk malzemeler ile istenmeyen temaslar, çalışanların yaralanmalarına sebep olacak tehlikeleri içermektedir. Bu nedenle sıcak makine parçaları ile temaslar engellenmelidir. Pres makinelerinde bulunan akışkanlaştırma sistemi ve enjeksiyon makinelerinde yer alan enjeksiyon ünitelerindeki silindirlerin çevresi ısı yalıtımı sağlayan izolatörler vasıtası ile kaplanmalıdır. Bu önlem, çalışanlara koruma sağlamakla birlikte ısı kaybını önleyerek makinelerin verimli çalışmasını sağlayacaktır. Ayrıca enjeksiyon kalıplama makinelerinde bulunan hava tahliye kanallarından sıcak malzemenin sızmasını engelleyecek koruyucular tesis edilmelidir. Bahsi geçen makinelerdeki sıcaklık tehlikeleri, uyarı levhaları ile belirtilmelidir. Makine ünitelerindeki sıcaklık artışının ekstra tehlike oluşturacağı

durumlarda, makinede yer alan ısıtıcı elemanların durmasını sağlayacak interlock sistem makine koruyucular tesis edilmelidir. Bahsi geçen makineler ile yapılan çalışmalar ile ilgili eğitimler verilmeli, çalışanlara ısıya dayanaklı kişisel koruyucu donanımlar temin edilmelidir.

Makinede işlenen malzemelerden reaksiyon sonucu ortaya çıkan kimyasal salınımı olması durumunda, işlem gören malzemelerden çıkan gaz ve dumanların anlık ve uzun vadede mesleki hastalıklara yol açmaması için bu kimyasallar, etkin çalışan lokal havalandırma sistemleri ile kaynağında yok edilmelidir. Ayrıca kullanılan kimyasallar ile ilgili malzeme güvenlik bilgi formları incelenerek maruziyet sınır değerleri belirlenmeli ve ortam ölçümleri yapılmalıdır. Bu değerler sürekli kontrol altında tutulmalıdır. İşyerlerinde yapılacak risk değerlendirme sonuçlarına göre, lokal havalandırma sistemi gibi toplu koruma önlemlerinin yetersiz olması durumunda, çalışanlara yaptıkları işe uygun formda kişisel koruyucu donanımlar verilmeli ve bu donanımların etkin kullanımı ile ilgili olarak çalışanlar eğitilmelidir.

Üretimde kullanılan makine ve ekipmanlar tarafından oluşturulan gürültü, çalışanlar için iş stresi ve uzun vadede işitme kaybı oluşturacaktır. Saha gözlemleri ve literatür çalışması sonucunda, gürültü maruziyeti genellikle; bant taşıyıcıları, hava-egzoz portları, basınçlı hava kaçakları, buhar sızıntıları, haddeleme yapılan malzeme içindeki hava kabarcıklarının patlaması, köpük ve sünger kesme makinelerinin kesme işlemi gibi nedenlerle oluşmaktadır. Gürültüyü oluşturan bu faktörlerin engellenmesi konusunda; öğütücüler için gürültüyü azaltan muhafazalar, hava-egzoz portları için çok etkili susturucular tesis edilmelidir. Basınçlı sistemlerdeki buhar ve gaz sızıntılarının neden olduğu gürültüye engel olmak için bu bölgelerin tasarımları gözden geçirilmeli, yalıtım malzemeleri ile gürültü engellenmelidir. Ayrıca makinelerin bakımları düzenli periyotlar ile yapılarak, muhafaza ve tasarımları gözden geçirilmeli, iyi iş uygulamaları ile gürültüyü oluşturan risk faktörleri bertaraf edilmelidir. Toplu koruma önlemlerinin yetersiz olduğu durumlarda çalışanlara uygun tipte kulak koruyucuları verilmelidir.

Kauçuk ve plastik üretim sektöründe iş ekipmanlarının yanında, işlenen malzemeler ve kullanılan kimyasallarda tehlike oluşturmaktadır. Yapılan risk değerlendirmesi çalışmasında risklerin oluşması her ne kadar uzun süreler olsa da var olan tehlikeler uzun vadede; lenf kanseri, mesane kanseri, pnömokonyoz ve diğer akciğer rahatsızlıkların

oluşmasına zemin hazırlamaktadır. Bu tehlikelerin önüne geçmek adına işyerlerinde uygun mühendislik kontrol yöntemleri geliştirilmelidir. Oluşan maruziyetleri kaynağında yok etmek adına lokal havalandırma sistemleri tesis edilmelidir. Bu sistemlerin istenilen performansta çalışması için yapılan işe uygun şekilde tasarlanmalı ve sürdürülebilir olmaları sağlanmalıdır. Bunun için toz ve duman kaynakları tespit edilmelidir. Havalandırma sistemi; yetkili kişi ya da kuruluşlar tarafından tasarlanmalı ve montajı yapılmalıdır. Bu sistemler yetkili kişiler tarafından sürekli kontrol edilmeli ve denetimleri yapılmalıdır.

İşyerlerinde toz, duman ve zararlı kimyasalların neden olduğu gazları oluşturan prosesler diğer çalışanlardan ve işyerinin genel ortamından tecrit edilmelidir. Bu sayede, risk altında olan çalışan sayısı azaltılabilir. Bu önlem tek başına yeterli olmamakla birlikte, diğer operasyonel ve mühendislik kontrolleri ile birlikte kullanılmalıdır.

Kişisel maruziyetlere, tozlu ve duman salınımının çok olduğu süreçlerde geçirilen zamanın kısaltılması ile azaltılabilir. Bu nedenle kullanılan makinelere malzeme yüklenmesi ve boşaltılması işlemleri otomatik olarak sağlanabilir.

Toz ve duman maruziyeti olan ortamlarda çalışanlar; İlgili kullanma koşullarına uygun koruyucu giysiler kullanmalıdır. (eldiven, önlük, iş elbisesi, koruyucu gözlük / gözlük). Bu ekipmanların doğru kullanımı ile ilgili eğitimler verilmelidir. Çalışanlar, kişisel hijyen şartlarına uygun davranmalıdır. Çalışanlar için yeterli sayıda ve nitelikte duş olanakları sağlanmalıdır. Yemekhane ve dinlenme alanları, işyeri ortamından ayrı yerlere tesis edilmelidir. Çalışanların tozu başka ortama taşımasına neden olan; istifleme, nakliye ve torba açma işleminin yapıldığı alanlar düzenli olarak temizlenmelidir.

Proses kontrolleri, mühendislik uygulamaları ve toplu korunma önlemleri değerlendirildikten sonra, kimyasal maruziyeti engellenememişse maske kullanılmalıdır. Bir işletmede etkili kontrol önlemleri uygulanıyorsa maske kullanımı gerekli değildir. Bununla birlikte, kısa süreli toz ve duman maruziyeti olan durumlarda, (filtre torbası değişimi, genel bakım, lokal havalandırma sistemi arızası) maske kullanılmalıdır. Kullanılan maskeler, toz ve duman türü, maruziyet seviyesi gibi durumlar değerlendirilerek uygun özellikte seçilmelidir. Özel tipteki solunum cihazlar, kullanıcı tarafından uygun şartlarda muhafaza edilmelidir. Kullan at tipi maskeler haricinde, özel

tipteki solunum cihazları ve maskeler, düzenli olarak kontrol ve test edilmelidir. Bu tipteki maskelerin kontrolü ve testleri, bir aylık periyotlar ile yapılabilir.

İşverenler, toz ve duman kaynaklı riskleri değerlendirmeli, koruma önlemlerinin sürdürülebilirliğini kontrol etmelidir. Alınan önlemlerin yetersiz olduğu durumlarda, önlemlerin geliştirilmesi için gerekli çalışmaları yapmalıdır. Çalışanlar, güvenlik konusunda görevli kişiler ve çalışan temsilcileri, çevrenin güvenli ve sağlıklı olduğundan emin olmak için işverenlere yardımcı olmalı ve işbirliği yapmalıdır. Çalışanlar, kendileri için sağlanan kontrol önlemlerini; muhafaza etmeli gerektiği gibi kullanılmalı ve bu konudaki sorunlarını derhal işverene bildirilmelidirler.

Türkiye de meslek hastalıkları ile ilgili tanılarının yetersiz olduğu ve dünyada tespit edilen meslek hastalıklarının doğrudan herhangi bir kimyasal tarafından oluşturulmadığı görülmüştür. Ülkemizde meslek hastalıkları ile ilgili tanılarının daha doğru ve gerçeğe yakın olması gerekmektedir. Meslek hastalıklarına tanı koyma ve hastalıkların ortaya çıkması hususlarında ilgili kuruluşların duyarlı olması gerekmektedir. İşyerleri boyutunda, iş sağlığı ve güvenliği profesyonellerinin meslek hastalıkları konusunda daha temkinli davranmaları gerekmektedir. Özellikle iş yeri hekimleri, çalışanların maruz kaldığı mesleki riskleri belirlerken; çalışanın kişisel özellikleri, çalışanın gerçekleştirmiş olduğu asıl işi, işyerinin tehlike sınıfı gibi hususları dikkate alarak sağlık gözetimlerini mevzuatın gerektirdiği süreler çerçevesinde yapmalıdırlar. İşyerlerinde, herhangi bir çalışanın, meslek hastalığı tanısının veya ön tanısının tespit edilmesi durumunda, aynı ortamda çalışan diğer kişilerin sağlık muayeneleri titizlikle gözden geçirilmeli ve tekrarlamalıdır. Çalışanların sağlık durumları ile ilgili talep ve şikâyetleri, kişinin mesleki öyküsü dikkate alınarak araştırılmalıdır. Bu bilgiler ışığında, meslek hastalığına neden olan çalışma ortam şartları iyi değerlendirilmeli, yapılan iş ve işlemlerle ilgili teknolojik gelişmeler, işverenler tarafından takip edilmeli ve uygulanmalıdır.

Günümüz işyerlerinde, iş sağlığı ve güvenliğinin etkin hale getirilmesi için işletmelerin her kademesinde güvenlik kültürünün yer alması gerekmektedir. İş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının sürekli ve sağlıklı yürütülmesi adına tüm çalışanlar, bu kültürü benimsemeli ve işletmenin her kademesine hâkim kılınması sağlanmalıdır. İş sağlığı ve güvenliği kültürünün işletmede hâkim kılınması özellikle işletmelerin bel kemiği olan çalışanların sürekli ve etkin olarak bilgilendirilmesi ile sağlanabilir. Eğitim ve

bilgilendirmenin yanında, uygulamaların sürekliliğini kontrol etmek ve alınan önlemlerin yerindeliğini tespit etmek, işverenlerin sürekli denetim ve gözetimi ile sağlanabilir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kauçuk ve plastik imalat sektöründe kullanılan iş ekipmanları ve malzemelerin iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmesi konulu yüksek lisans tez çalışmasında öncelikle, kauçuk ve plastik sektörü tanıtılmış, kauçuk çeşitleri ve üretim yöntemleri araştırılmıştır. Tezin ilerleyen bölümlerinde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili temel bilgilere değinilmiş ve sektörde iş kazası ve meslek hastalıklarına neden olabilecek riskler incelenmiştir. Kullanılan iş ekipmanı ve malzemelerin neden olduğu tehlike ve riskler değerlendirilerek çözüm yolları açıklanmıştır. Üretim sürecinde kullanılan ekipman ve malzemelerin neden olduğu tehlikeler ve tehlikeden kaynaklanan riskler belirlenirken; saha gözetimleri, mevzuat ve literatürün incelenmesi sonucu elde edilen verilerden yararlanılmıştır.

Kauçuk ve plastik üretim süreçlerindeki karmaşıklık ve kullanılan malzemelerin farklılık göstermesi, çok sayıda ve farklı risklerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Özellikle üretim sektöründe farklı kimyasalların kullanılması durumu, mesleki maruziyetlerin belirlenmesini zorlaştırmıştır. Bu nedenle; sektörde en çok kullanılan iş ekipmanları incelenmiş, kullanılan malzemeler konusunda literatürde yer alan hastalıklara en çok neden olduğu tespit edilen kimyasallar, çalışma kapsamına alınmıştır. Elde edilen veriler neticesinde ortaya çıkan tehlikeler ve tehlikeden kaynaklanan riskler ile ilgili önerilerde bulunulmuştur.

Köpük ve sünger kesme makineleri, vulkanizasyon presleri ve haddeme makineleri tarafından oluşturulan tehlike ve bunların oluşturduğu riskler, Karar Matrisi yöntemlerinden L Matris yöntemi ile analiz edilmiştir ve işletmelerde uygulanan risk değerlendirmesi çalışmalarına katkı sağlanması hedeflenmiştir. Bu kapsamda; Ekipman Kontrol Listesi (Çizelge 4.5) ve Düzeltici Önleyici Faaliyetler Listesi (Çizelge 4.6) hazırlanarak kauçuk imalat endüstrisinde kullanılan iş ekipmanları ile ilgili risk değerlendirmesi çalışmaları yapılabilir.

Analizi yapılan iş ekipmanları, kauçuk sektöründe üretim yapılan tüm işyerlerinde kullanılmaktadır. Bu tip makineler ile ilgili alınması gerekli önlemler aşağıda sıralanmıştır.

- Hareketli aksamalara ve operasyon bölgelerine erişim sabit koruyucular ile engellenmelidir. Haddeleme makinelerin de acil durumlar için merdanelerin ters yönde hareket etmesini ve merdanelerin ayrılmasını sağlayacak acil durum butonu konumlandırılmalıdır.
- Merdanelerin fren sistemlerinin yetersiz olması durumunda bu sistemler, sürekli kontrol edilmelidir. Sistemin periyodik bakımları yapılmalıdır.
- Enjeksiyon kalıplama makinelerinde kalıp alanları İnterlock sistem muhafaza ve ışık perdesi ile koruma altına alınmalıdır.
- Enjeksiyon kalıplama makinelerinin çalıştırılması çift el kumanda ile yapılmalıdır. Tehlikeli bölgeye müdahale edilmesi esnasında operatörü korumak için basınca duyarlı paspas zemin kullanılmalıdır.
- Pres makinelerinde bulunan akışkanlaştırma sistemi ve enjeksiyon makinelerinde yer alan enjeksiyon ünitelerindeki silindirlerin çevresi ısı yalıtımı sağlayan izolatörler vasıtası ile kaplanmalıdır.
- Enjeksiyon kalıplama makinelerinde bulunan hava tahliye kanallarından sıcak malzemenin sızmasını engelleyecek koruyucular tesis edilmelidir. Sıcaklık tehlikeleri, uyarı levhaları ile belirtilmelidir.
- Enjeksiyon kalıplama makinelerinde, makine ünitelerindeki sıcaklık artışının ekstra tehlike oluşturacağı durumlarda, makinede yer alan ısıtıcı elemanların durmasını sağlayacak interlock sistem makine koruyucular tesis edilmelidir.
- Makinede işlenen malzemelerden reaksiyon sonucu ortaya çıkan kimyasal gaz ve duman salınımı olması durumunda bu kimyasallar; etkin çalışan lokal havalandırma sistemleri ile kaynağında yok edilmelidir.
- Üretimde kullanılan; makineler tarafından oluşturulan gürültü; öğütücüler için gürültüyü azaltan muhafazalar, hava-egzoz portları için çok etkili susturucular ve yalıtım malzemeleri ile tesis edilmelidir. Ayrıca makinelerin bakımları düzenli periyotlar ile yapılarak, muhafaza ve tasarımları gözden geçirilmeli, iyi iş uygulamaları ile gürültüyü oluşturan risk faktörleri bertaraf edilmelidir. Toplu koruma önlemlerinin yetersiz olduğu durumlarda çalışanlara uygun tipte kulak koruyucuları verilmelidir.
- Kauçuk ve plastik üretim sektöründe işlenen malzemeler ve kullanılan kimyasalların oluşturduğu tehlikelerin önüne geçmek adına uygun mühendislik kontrol yöntemleri geliştirilmelidir. Oluşan maruziyetleri kaynağında yok etmek adına lokal havalandırma

sistemleri tesis edilmelidir. Bu sistemlerin istenilen performansta çalışması için yapılan işe uygun şekilde tasarlanmalı ve sürdürülebilir olmaları sağlanmalıdır. Bunun için toz ve duman kaynakları tespit edilmelidir. Havalandırma sistemi; yetkili kişi ya da kuruluşlar tarafından tasarlanmalı ve montajı yapılmalıdır. Bu sistemler yetkili kişiler tarafından sürekli kontrol edilmeli ve denetimleri yapılmalıdır.

- İşyerlerinde toz, duman ve zararlı kimyasalların neden olduğu gazları oluşturan prosesler diğer çalışanlardan ve işyerinin genel ortamından tecrit edilmelidir.
- Kişisel maruziyetlere, tozlu ve duman salınımının çok olduğu süreçlerde geçirilen zamanın kısaltılması ile azaltılabilir. Bu nedenle kullanılan makinelere malzeme yüklenmesi ve boşaltılması işlemleri otomatik olarak sağlanabilir.
- Çalışanlar için yeterli sayıda ve nitelikte duş olanakları sağlanmalıdır. Yemekhane ve dinlenme alanları, işyeri ortamından ayrı yerlere tesis edilmelidir. Çalışanların tozu başka ortama taşınmasına neden olan; istifleme, nakliye ve torba açma işleminin yapıldığı alanlar düzenli olarak temizlenmelidir.
- Proses kontrolleri, mühendislik uygulamaları ve toplu korunma önlemleri değerlendirildikten sonra, kimyasallar ile ilgili maruziyetler engellenememiş ise maske gibi kişisel koruyucular kullanılmalıdır.
- Özel tipteki solunum cihazları, kullanıcı tarafından uygun şartlarda muhafaza edilmelidir. Kullan at tipi maskeler haricinde, özel tipteki solunum cihazları ve maskeler, düzenli olarak kontrol ve test edilmelidir. Bu tipteki maskelerin kontrolü ve testleri, aylık periyotlar ile yapılabilir.
- İşverenler; toz ve duman kaynaklı riskleri değerlendirmeli, koruma önlemlerinin sürdürülebilirliğini kontrol etmelidir. Alınan önlemlerin yetersiz olduğu durumlarda, önlemlerin geliştirilmesi için gerekli çalışmaları yapmalıdır. Çalışanlar, kendileri için sağlanan kontrol önlemlerini muhafaza etmeli, gerektiği gibi kullanılmalı ve bu konudaki sorunlarını derhal işverene bildirilmelidirler.

İş sağlığı ve güvenliği kültürünün işletmede hâkim kılınması; çalışanların sürekli ve etkin olarak bilgilendirilmesi ile sağlanabilir. Eğitim ve bilgilendirmenin yanında, uygulamaların sürekliliğini kontrol etmek ve alınan önlemlerin yerindeliğini tespit etmek, işverenlerin sürekli denetim ve gözetimi ile sağlanabilir.

Ülkemizde kimya sektörünün hızla gelişen ve ciddi bir istihdam kaynağı olan kauçuk ve

plastik sektöründe; işverenler ve çalışanların İş sağlığı ve güvenliği kültürünü benimsenmesi ile iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önüne geçilebilir. İşveren ve çalışanlar, kendi sorumlulukları ve yükümlülükleri çerçevesinde üzerine düşeni yaparak güvenli ve huzurlu çalışma ortamı oluşturacaktır. Gerekli önlemleri alarak güvenli ve huzurlu bir çalışma ortamı oluşturmak; çalışma barışını sağlayacak bununla birlikte üretimin etkinliği ve verimliliği de artacaktır.



KAYNAKLAR

1. Vahapoğlu, V. (2013). Kauçuk türü malzemeler: Sınıflandırma. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4 (1), 25-34.
2. Türk Plastik Sanayicileri Araştırma, Geliştirme ve Eğitim Vakfı (2017). *Türkiye kauçuk sektör izleme raporu*; PAGEV, 2-10.
3. İnternet: Türkiye İstatistik Kurumu. Yıllık Üretim Değeri.
URL:<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fbiruni.tuik.gov.tr%2Fmedas%2F%3Fkn%3D63%26locale%3Dtr&date=2018-06-25>. Son Erişim Tarihi: 25.06.2018.
4. Sosyal Güvenlik Kurumu (2017). *İstatistik Yıllığı 2016*. Ankara: Sosyal Güvenlik Kurumu, 16-45.
5. Karaduman S. (2013). *Kauçuk ve Plastik Ürünleri İmalat İş Kolunda Risk Esaslı Programlanmış Teftiş Genel Değerlendirme Raporu*. İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, Ankara, 1-258.
6. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü (2011). *Meslek Hastalıkları Rehberi*. Ankara: Matsa Basımevi, 1-509.
7. Savran, H.Ö. (2001). *Elastomer Teknolojisi 1*. İstanbul: Kauçuk Derneği Yayınları.
8. Savran, H.Ö. (2001). *Elastomer Teknolojisi 2*. İstanbul: Kauçuk Derneği Yayınları.
9. Vahapoğlu, V. (2007). Kauçuk türü malzemeler-I: Doğal kauçuk. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(1), 57-70.
10. Eken, Y. F. (2014). *Kauçuk Sektöründe Vulkanizasyon Parametrelerinin Optimizasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 3-5.
11. Boşnak, B. (2010). *Kauçuktan Yarı Mamul Üretim Teknolojileri*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 18-29.
12. Durmuş A., Ülkü S., Güden M. ve Otnar Ö. F. (2005). Kauçuk/Metal Yapışma Mukavemetinin Belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 10(1), 33-39.
13. Soyubol, B. (2006). *Elastomerlerin Statik ve Dinamik Özelliklerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 8-10.
14. Vahapoğlu, V. (2006). Kauçuk Türü Malzemeler II. Sentetik Kauçuk. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(1), 10-55
15. Milli Eğitim Bakanlığı. (2011). *Kimya Teknolojisi Sentetik Kauçuk Özellikleri ve Testleri (524KI0245)*, Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı, 1-45.

16. Milli Eğitim Bakanlığı. (2011). *Kimya Teknolojisi Lastik Karışımı Oluşturma (524KI0310)*, Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı, 1-53.
17. Öztürk, E. (2008). *Farklı Kauçuk Karışımlarının Vulkanizasyonuna Hızlandırıcıların Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 14-16.
18. Bolognesi C., Moretto A. (2014). Genotoxic risk in rubber manufacturing industry: A systematic review. *Toxicology Letters*, 345-355.
19. U.S. Environmental Protection Agency. (2005). *Profile of the Rubber and Plastics Industry 2nd Edition. Washington, February 2005*. D.C. Office of Compliance, Office of Enforcement and Compliance Assurance, U.S. Environmental Protection Agency, 23.
20. Devlet Planlama Teşkilatı. (2001). *Kauçuk Ürünleri Sanayii Özel İhtisas Komisyonu Raporu*; DPT: 2553 - ÖİK: 569. Ankara, 74-75.
21. Kısacık, F. (2006). *İki Komponentli Kauçuk Hortum*, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 33-35.
22. Nieuwenhuizen, P., J. (2001). *Zinc accelerator complexes. Versatile homogeneous catalysts in sulfur vulcanization*, Applied Catalysis A General 207, 55-68.
23. Likozar B.,Krajnc M. (March 2008). *A study of heat transfer during molding of elastomers*. Chemical Engineering Science, 3181-3192.
24. Pehlivanlı, Z. (2004). *İki Plastik Enjeksiyon Makinalarındaki Faz Dönüşümünün İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, 17-21.
25. Allı, O., B., (2008). *Fundamental principles of occupational health and safety*. (2). Geneva: International Labour Office, 4.
26. Rüstem, A., (2004). İş Sağlığı ve İş Güvenliği Kavramı ve Kavramla İlgili Yeni Perspektifler, *Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 22.
27. İşler, M., C., (2013). *İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimleri İle Güvenlik Kültürünün İş Kazası ve Meslek Hastalıklarının Önlenmesindeki Etkisi, İş Müfettişi Yardımcılığı Etüdü*, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, Ankara, 53-56.
28. Sağlam, N. (2009). *OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 3-7.
29. Nordlöf, H., Wiitavaara, B., Högberg, H., Westerling, R. (Jan 2017). *A cross-sectional study of factors in fluencing occupational health and safety management practices in companies*. Safety Science, 92-103.

30. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu Madde: 3, Resmi Gazete, (2012), 28339.
31. 5510 Sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu Madde: 13, Resmi Gazete, (2006), 26200.
32. Kanlıoğlu Özkul, A. (2015). *Basınçlı gaz tüplerinin kullanım ve depolanmasının iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmesi ve çözüm önerileri*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 43-45.
33. Şimşek, G. (2015). *Tekstil sektöründe meydana gelen meslek hastalıkları ve iş kazalarına yönelik bir araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 10-13.
34. İlman, E., Z. (2015). *Tekstil sektöründe meydana gelen meslek hastalıkları ve iş kazalarına yönelik bir araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 10-13.
35. İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği Madde: 1, Resmi Gazete, (2012), 28509.
36. İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği Madde: 11, Resmi Gazete, (2013), 28628.
37. İnternet: Health and Safety Executive. İntroduction to rubber processing and safety issues. Health and Safety Executive.
URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.hse.gov.uk%2Frubber%2Fintroduction-to-rubber-processing.pdf&date=2018-06-25>, Son Erişim Tarihi: 25.06.2018.
38. İnternet: Health and Safety Executive. Safety requirements for autoclaves. Health and Safety Executive.
URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.hse.gov.uk%2Fpublications%2Fguidance%2Fpm73.htm&date=2018-06-25>, Son Erişim Tarihi: 25.06.2018.
39. İnternet: Harris, Robert L.. Epidemiological Studies. International Labour Organization.
URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.iloencyclopaedia.org%2Fpart-xii-57503%2Frubber-industry%2F80%2Fepidemiological-studies&date=2018-06-25>, Son Erişim Tarihi: 25.06.2018.
40. İnternet: Melnick, Ronald L.. 1,3-Butadine. International Labour Organization.
URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.iloencyclopaedia.org%2Fpart-xii-57503%2Frubber-industry%2F80%2F13-butadine&date=2018-06-25>, Son Erişim Tarihi: 25.06.2018.
41. İnternet: Taylor, James S. Leow, Yung-Hian. Rubber Contact Dermatitis and Latex Allergy. International Labour Organization.
URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.iloencyclopaedia.org%2Fpart-xii-57503%2Frubber-industry%2F80%2Frubber-contact-dermatitis-and-latex-allergy&date=2018-06-25>, Son Erişim Tarihi: 25.06.2018.

42. Karadağ, K., Ö. (2005). Solvent Nedenli Sağlık Risklerinin Yönetimi, *Türk Tabipler Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 21-22.
43. İnternet: ILO Content Manager. Isocyanates. International Labour Organization. URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.iloencyclopaedia.org%2Fpart-xviii-10978%2Fguide-to-chemicals%2F104%2Fisocyanates&date=2018-06-25>, Son Erişim Tarihi: 25.06.2018.
44. İnternet: Health and Safety Executive. Dust and Fume Control in The Rubber İndustry. Health and Safety Executive. URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.hse.gov.uk%2Fpubns%2Fiacl95.htm&date=2018-06-25>, Son Erişim Tarihi: 25.06.2018.
45. Özkılıç, Ö. (2005). *İş sağlığı ve güvenliği, yönetim sistemleri ve risk değerlendirme metodolojileri. (Birinci Baskı)*. Ankara: Türkiye işveren Sendikaları konfederasyonu, 113-115.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÇELİK, Mustafa Orkun
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 18.10.1988, Ankara
Medeni hali : Bekâr
Telefon : 0(533) 310 72 44
e-mail : orkun.celik@csgb.gov.tr



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi/ Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması A.B.D.	Devam ediyor.
Lisans	Kırıkkale Üniversitesi / Endüstri Mühendisliği	2011
Lise	Keçiören Lisesi	2006

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2013-Halen	T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı	İş Müfettişi Yardımcısı

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

-

Hobiler

Yüzme, Teknoloji, Kitap



GAZİ GELECEKTİR..