

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



METAL VE PLASTİK KARIŞIMINDAN OLUŞAN KABLOLARIN GERİ
DÖNÜŞÜM PROSESLERİNDE YAŞANAN TEHLİKELERİN
AZALTILMASI ÜZERİNE ÖNERİLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özcan DİKME

İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı
İş Sağlığı ve Güvenliği Programı

Şubat, 2020

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



METAL VE PLASTİK KARIŞIMINDAN OLUŞAN KABLOLARIN GERİ
DÖNÜŞÜM PROSESLERİNDE YAŞANAN TEHLİKELERİN
AZALTILMASI ÜZERİNE ÖNERİLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özcan DİKME
(Y1713.220004)

İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı
İş Sağlığı ve Güvenliği Programı

Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Reşit ERÇETİN

Şubat, 2020

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY FORMU

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı İş Sağlığı ve Güvenliği Tezli Yüksek Lisans Programı Y1713.220004 numaralı öğrencisi **Özcan DİKME**'nin "**METAL VE PLASTİK KARIŞIMINDAN OLUŞAN KABLULARIN GERİ DÖNÜŞÜM PROSELERİNDE YAŞANAN TEHLİKELERİN AZALTILMASI ÜZERİNE ÖNERİLER**" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 31.01.2020 tarihli ve 2020/02 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile Tezli Yüksek Lisans tezi 19.02.2020 tarihinde kabul edilmiştir.

| <u>Unvan</u> | <u>Adı Soyadı</u> | <u>Üniversite</u> | <u>İmza</u> |
|---------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------------|
| ASIL ÜYELER | | | |
| Danışman | Dr. Öğr. Üyesi | Reşit ERÇETİN | İstanbul Aydın Üniversitesi |
| 1. Üye | Doç. Dr. | Sepanta NAİMİ | İstanbul Aydın Üniversitesi |
| 2. Üye | Doç. Dr. | Ahmet Emin KUZUCUOĞLU | Marmara Üniversitesi |
| YEDEK ÜYELER | | | |
| 1. Üye | Prof. Dr. | Mehmet Fatih ALTAN | İstanbul Aydın Üniversitesi |
| 2. Üye | Doç. Dr. | Barış KINACI | İstanbul Üniversitesi |

ONAY

Prof. Dr. Ragıp Kutay KARACA
Enstitü Müdürü

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi Olarak Sunduğum ‘Metal ve Plastik Karışımından Oluşan Kabloların Geri Dönüşüm Proseslerinde Yaşanan Tehlikelerin Azaltılması Üzerine Öneriler ’ adlı çalışmamda, tezimin proje kısmından sonuçlandığı zamana kadar tüm süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya ‘da gösterildiği gibi olduğunu, bunlara atıf yaparak yararlanılmış olduğunu belirtir ve beyan ederim. (19.02.2020)

Özcan DİKME



ÖNSÖZ

Ülkemizde elli yıllık gelişim süreci olan Plastik Bakır Kablo Geri Dönüşüm sektöründe kullanılan makinelerde tasarım, kullanım ve bakımdan kaynaklı tehlikelerin tespiti ve çözüm önerileri getirilme hedeflenmiştir. İstanbul Aydın Üniversitesinin kurulmasını ve bu günlere taşınmasını sağlayan ayrıca binlerce öğrencinin yetişmesine sebep olan başta İstanbul Aydın Üniversitesi Mütevelli Heyeti Başkanı Dr. Mustafa Aydın hocamız olmak üzere bütün çalışanlarına teşekkür ederim. Yüksek Lisans öğretimini gördüğüm, İstanbul Aydın Üniversitemizin Rektörü Prof. Dr. Yedigâr İZMİRLİ hocamıza, Mühendislik Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Hasan HEPERKAN hocalarıma çok teşekkür ediyorum. Yüksek Lisans öğrenimim sırasında ders aldığım tez ve makale çalışmalarına yapmış olduğu desteklerinden dolayı çok değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Reşit ERÇETİN hocama sevgi ve saygılarımı sunuyorum. Yüksek Lisans öğrenimim sırasında Bilimsel Araştırma Yöntemleri dersinde değerli bilgiler paylaşarak beni yönlendiren değerli hocamız Prof. Dr. Hasan SAYGIN hocama ve Yüksek Lisans Öğrenimim sırasında ders aldığım; Prof. Dr. Zafer UTLU, Dr. Banu Yeşim BÜYÜKAKINCI, Dr. Öğr. Üyesi Bülent DEMİR, Dr. Öğr. Üyesi Necla DALBAY hocalarıma çok teşekkür ediyorum. Bu süreçte bana destek olan başta babam Ali DİKME ve annem Altun DİKME'ye ve diğer aile fertlerime teşekkür ederim. Ayrıca değerli büyüğüm Makine Mühendisi Necati YALMAN'a çok teşekkür ederim.

Subat, 2020

Özcan DİKME

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|--|------|
| ÖNSÖZ..... | iii |
| İÇİNDEKİLER | iv |
| KISALTMALAR | vi |
| ÇİZELGE LİSTESİ..... | vii |
| ŞEKİL LİSTESİ..... | viii |
| ÖZET..... | x |
| ABSTRACT | 1 |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. ATIK PLASTİK BAKIR KABLONUN GERİ KAZANILMASINDA KULLANILAN MAKİNELER DE TEHLİKELİ OLAYLAR..... | 3 |
| 2.1 Atık Kablo Toplama ve Depolama Araçları | 6 |
| 2.2 Giyotin Kablo Kesici..... | 7 |
| 2.2.1 Giyotin Kablo Kesicinin Kısımları | 8 |
| 2.2.2 Giyotin Kablo Kesici Makinesindeki Tehlikeler | 9 |
| 2.3 Silindirik Kablo Soyma Makinesi | 10 |
| 2.3.1 Silindirik Kablo Soyma Makinesi Kısımları..... | 10 |
| 2.3.2 Silindirik Kablo Soyma Makinesindeki Tehlikeler | 11 |
| 2.4 Taşıyıcı Konveyör Makinesi | 12 |
| 2.4.1 Taşıyıcı Konveyör Makinesinin Kısımları..... | 12 |
| 2.4.2 Taşıyıcı Konveyör Makinesinde Tehlikeler..... | 13 |
| 2.5 Atık Bakır Plastik Kablo Kırma Makinesi | 14 |
| 2.5.1 Atık Bakır Plastik Kırma Makinesi Kısımları..... | 15 |
| 2.5.2 Atık Bakır Plastik Kırma Makinesindeki Tehlikeler | 17 |
| 2.6 Taşıyıcı Helezon Makinesi..... | 20 |
| 2.6.1 Taşıyıcı Helezon Makinesi Kısımları | 21 |
| 2.6.2 Taşıyıcı Helezon Makinesi Tehlikeler | 22 |
| 2.7 Seperatör ve Sarsak Elek Makinesi..... | 23 |
| 2.7.1 Seperatör Elek Kısımları | 24 |
| 2.7.2 Seperatör Elek Makinesi Tehlikeler..... | 24 |
| 2.8 Emici Fan Makinesi | 26 |
| 2.8.1 Emici Fan Makinesi Kısımları | 26 |
| 2.8.2 Emici Fan Makinesi Tehlikeleri..... | 26 |
| 2.9 Depolama Silosu ve Ekipmanları | 28 |
| 2.9.1 Depolama Silosu ve Ekipmanlarının Kısımları | 28 |
| 2.9.2 Depolama Silosu ve Ekipmanlarındaki Tehlikeler | 29 |
| 2.10 Ayırıcı Manyetik Bant Makinesi..... | 29 |
| 2.10.1 Ayırıcı Manyetik Bant Kısımları | 30 |
| 2.10.2 Ayırıcı Manyetik Banttaki Tehlikeler | 31 |
| 2.11 Plazma Elektrostatik Metal Ayırıştırma | 32 |
| 2.11.1 Plazma Elektrostatik Metal Ayırıştırma Makinesinin Kısımları..... | 33 |

| | |
|---|-----------|
| 2.11.2 Plazma Elektrostatik Metal Ayrıştırma Makinesindeki Tehlikeler..... | 33 |
| 2.12 Bıçak Taşlama Makinesi | 35 |
| 2.12.1 Bıçak Taşlama Makinesinin Kısımları..... | 35 |
| 2.12.2 Bıçak Taşlama Makinesindeki Tehlikeler..... | 37 |
| 3. RİSK DEĞERLENDİRMESİ..... | 39 |
| 3.1 Risk Değerlendirmesinin Önemi | 40 |
| 3.1.1 Risk Değerlendirmesinin Mevzuattaki Yeri | 42 |
| 3.2 Risk Değerlendirmesinde Standartlardaki Yeri..... | 44 |
| 3.3 Risk Yönetimi | 46 |
| 3.4 Risk Değerlendirme Yöntemleri | 48 |
| 3.4.1 Ön tehlike analizi (PHA) (Preliminary Hazard Analysis) | 50 |
| 3.4.2 Tehlike Derecelendirme Numarası Sistemi | 51 |
| 4. UYGULAMALAR | 55 |
| 4.1 Atık Bakır Kablo Geri Dönüşüm Tesisinde PHA ve HNS Metotları İle Risk Değerlendirmesi | 55 |
| 4.2 Giyotin, Soyucu, Manyetik Seperatör ve Kırıcılarda Şiddeti Yüksek Özel Tehlikeler | 66 |
| 4.2.1 Makine tabanlı risk değerlendirmesi ile Giyotin, Soyucu, Manyetik Seperatör ve Kırıcılarda makinelerinde özel tehlikeler..... | 66 |
| 4.3 Kırıcıya Özel Risk Azaltma Prosedürü | 68 |
| 4.3.1 Kırıcı Makinesinde Tehlikenin Belirlenmesi | 68 |
| 4.3.2 Kırıcı Makinesinde Limitlerinin Belirlenmesi..... | 69 |
| 4.3.3 TS EN ISO 12100 Makine Emniyeti Standardındaki Tehlikeler..... | 70 |
| 4.3.4 Kırıcı Makinesinde Risk Azaltma Hiyerarşisi | 72 |
| 4.3.5 Kırıcı Makinesinde Risk Azaltılması..... | 73 |
| 4.3.6 Kırıcı Makinesinde Risk Değerlendirmesi..... | 74 |
| 5. SONUÇ..... | 75 |
| KAYNAKÇA | 78 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 82 |

KISALTMALAR

| | |
|---------------|--|
| AB | : Avrupa Birliği |
| AT | : Avrupa Topluluğu |
| BTPKM | : Blok Tipi Plastik Kırma Makinesi |
| CE | : Conformité Européenne |
| ÇSGB | : Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı |
| DIN | : Deutsches Institut Für Normung |
| DSÖ | : Dünya Sağlık Örgütü |
| EBÇT | : Elle Beslemeden Kaynaklı Tehlike |
| EN | : European Norm |
| GDPMTO | : Geri Dönüşüm Prosesindeki Makinenin Tehlikesi Olay |
| HRNS | : Tehlike Derecelendirme Numarası Sistemi |
| ILO | : Uluslararası Çalışma Örgütü |
| ISO | : International Organization For Standardization |
| İSG | : İş Sağlığı Ve Güvenliği |
| MEB | : Milli Eğitim Bakanlığı |
| PHA | : Ön Tehlike Analizi |
| PKMTO | : Plastik Kırma Makinesindeki Tehlike Olay |
| RYS | : Risk Yönetim Süreci |
| T.C. | : Türkiye Cumhuriyeti |
| TMMOB | : Türk Mühendis Ve Mimar Odaları Birliği |
| TS | : Türk Standardı |
| TSE | : Türk Standartları Enstitüsü |

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

| | |
|--|----|
| Çizelge 3.1: İş kazası ve meslek hastalıklarının yaş ve cinsiyet dağılımı (Songur vd. 2018) | 41 |
| Çizelge 3.2: İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili bazı yönetmelikler (PAGEV)2013 | 42 |
| Çizelge 3.3: Uygulamadaki para cezaları | 43 |
| Çizelge 3.4: Risk değerlendirme metotları | 49 |
| Çizelge 3.5: Ön tehlike analizi (PHA) Şiddet faktörünün derecesi | 50 |
| Çizelge 3.6: Ön tehlike analizi (PHA) Olasılık faktörünün..... | 51 |
| Çizelge 3.7: Ön tehlike analizi (PHA) metodunda risk değerlendirmesi | 51 |
| Çizelge 3.8: Tehlike derecelendirme numarası sisteminde(Risk belirleme) | 52 |
| Çizelge 3.9: Tehlike derecelendirme numarası sisteminde (Risk sonuç analiz değerleri) | 53 |
| Çizelge 4.1: Ön tehlike analizi (Preliminary Hazard Analysis) | 57 |
| Çizelge 4.2: Tehlike Derecesi Numarası Sistemi(Hazard Rating Number System) . | 61 |
| Çizelge 4.3: Ön tehlike analizi ve Tehlike Derecesi Numarası Sistemi metotlarının karşılaştırması | 65 |
| Çizelge 4.4: Tehlike Derecesi Numarası Sistemi (HRN) | 67 |
| Çizelge 4.5: Tehlike Derecesi Numarası Sistemi (HRN) | 68 |

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

| | |
|---|----|
| Şekil 2.1: Lokal plastik bakır kablo ayrıştırma prosesleri | 3 |
| Şekil 2.2: Atık bakır kablo kırma ve ayrıştırma prosesleri..... | 6 |
| Şekil 2.3: Atık bakır kablo taşıma ve depolama | 7 |
| Şekil 2.4: Giyotin kablo kesici..... | 7 |
| Şekil 2.5: Kompozit yapılı kablo | 8 |
| Şekil 2.6: Örnek kablo kesimi sıralaması | 9 |
| Şekil 2.7: Plastik kablo soyma makineleri..... | 10 |
| Şekil 2.8: Atık bakır plastik kablo soyma görselleri..... | 11 |
| Şekil 2.9: Taşıyıcı konveyör makinesi görselleri..... | 12 |
| Şekil 2.10: Taşıyıcı konveyör perfektif görünüm..... | 13 |
| Şekil 2.11: Aktarma organın korumasız çalıştırılması | 13 |
| Şekil 2.12: Kırıcı ve taşıyıcı konveyör | 14 |
| Şekil 2.13: Plastik kırma makineleri ve hacim eleği | 15 |
| Şekil 2.14: Blok tipi plastik kırma makineleri (BTKM) (Yalman, 2019). | 16 |
| Şekil 2.15: Elle ve bantla besleme görülmektedir | 17 |
| Şekil 2.16: Sabit kırılmış kesici bıçak (Yalman, 2019)..... | 17 |
| Şekil 2.17: Korumasız ve korumalı volan (Yalman, 2019)..... | 18 |
| Şekil 2.18: Makinenin çalışma ortamındaki gürültü | 18 |
| Şekil 2.19: Tozlu ortam ve ekipmanları | 19 |
| Şekil 2.20: Switch ekipmanları..... | 20 |
| Şekil 2.21: Elle ve bantla besleme görülmektedir | 21 |
| Şekil 2.22: Elle ve bantla besleme görülmektedir | 22 |
| Şekil 2.23: Elle ve bantla besleme görülmektedir | 22 |
| Şekil 2.24: Çalışır durumda taşıyıcı helezon | 23 |
| Şekil 2.25: Seperatör ve sarsak elek | 24 |
| Şekil 2.26: Atık plastik kablo ayrıştırma prosesi..... | 25 |
| Şekil 2.27: Alüminyum fan (ERF Grup Makine,2020) | 26 |
| Şekil 2.28: Taşıyıcı fan kısımları..... | 27 |
| Şekil 2.29: Taşıyıcı fan ağzı | 27 |
| Şekil 2.30: Taşıyıcı fan ağzı | 28 |
| Şekil 2.31: Depolama silosu ve alanı..... | 29 |
| Şekil 2.32: Manyetik tambur ve bant..... | 29 |
| Şekil 2.33: Manyetik tambur ve bant..... | 30 |
| Şekil 2.34: Manyetik bant..... | 31 |
| Şekil 2.35: Demir ve plastik ayrıştırılması | 32 |
| Şekil 2.36: Plazma elektrostatik metal ayrıştırma makinası..... | 32 |
| Şekil 2.37: Plazma elektrostatik metal ayrıştırma makinası..... | 33 |
| Şekil 2.38: Plazma elektrostatik metal ayrıştırma makinası..... | 34 |
| Şekil 2.39: Plazma elektrostatik metal ayrıştırma makinası..... | 34 |
| Şekil 2.40: Basit Bıçak Taşlama Makinası | 35 |

| | |
|---|----|
| Şekil 2.41: Üniwersal taşlama makinası kısım..... | 36 |
| Şekil 2.42: Basit bıçak taşlama makinası kısım | 36 |
| Şekil 2.43: Kıрма bıçağı bilemesi | 37 |
| Şekil 2.44: Kırlmış bıçak bileme taşı..... | 38 |
| Şekil 2.45: Üniwersal satıh taşlama ile kıрма bıçağı bilemesi | 38 |
| Şekil 3.1: Risk azatlımındı kullanılan bazı standartlar | 44 |
| Şekil 3.2:TS EN 12100 Risk azaltma adımları..... | 45 |
| Şekil 3.3: Makine kaza sonrası sorumluluk paylaşımı | 45 |
| Şekil 3.4: Kanun ve direktifler..... | 46 |
| Şekil 3.5: Risk algılama düzeyi | 47 |
| Şekil 3.6: Risk değerlendirme metodolojileri (Özkılıç,2018) | 49 |
| Şekil 4.1: Risk değerlendirme prosedürü..... | 69 |
| Şekil 4.2: Plastik kıрма makinesi gövde genişliği (300)mm..... | 70 |
| Şekil 4.3: TS EN ISO 12100 Makine emniyeti standartı | 71 |
| Şekil 4.4: Korumasız kırcının risk azaltma hiyerarşisi..... | 72 |
| Şekil 4.5: Plastik kıрма makinesi risk azaltma | 73 |
| Şekil 4.6: Plastik kıрма makinesi korumalı ve korumasız hali | 74 |

METAL VE PLASTİK KARIŞIMINDAN OLUŞAN KABLOLARIN GERİ DÖNÜŞÜM PROSELERİNDE YAŞANAN TEHLİKELERİN AZALTILMASI ÜZERİNE ÖNERİLER

ÖZET

Dünyada elektriğin enerji kaynağı olarak kullanılmaya başlaması ile birlikte endüstrinin gelişmesi hızlanmış, insanların yaşam kalitesi artmıştır. Bu durumu etkileyen en önemli faktör ise, santrallerde (Termik(Doğalgaz, Kömür), Hidroelektrik, vb.) üretilen elektriğin sanayi sitelerine, konut alanlarına ve diğer alanlara kablolar aracılığı ile iletilebilmiş olmasıdır. Ülkemizde de yaklaşık 50 yıllık üretim süreci olan genelde “kablo” olarak bilinen kompozit yapılı bir mamuldür. Kullanım alanları sürekli olarak genişlemekte ve artmaktadır. Bu durumu etkileyen en önemli faktör kompozit yapıdaki kablonun üretiminde kullanılan makine proseslerinin gelişmiş olmasıdır. Ülkemizde kabloların kullanım alanları çok geniş bir alanı kapsamaktadır. Otomotiv üreticileri, elektrikli alet ve elektronik cihaz üreticileri, İnşaat sektörü, Uçak ve Uzay bilimlerinde, İletişim (internet, radyo, televizyon,) ve vb. alanlarda artarak kullanılmaktadır. Bu tür malzemelerin çevreye genel de “negatif” olarak kabul edilen etkilerini kontrol altında tutulabilmek amacıyla, yasa koyucu tarafından ilk yasal zorunluklar (4/3/1991 20814 sayılı “Katı Atık Kontrolü Yönetmeliği”; Daha sonra 14/3/2005 25755 sayılı “Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği” ve 5/7/2008 26927 sayılı “Atık Yönetimi Genel Esasları İlgili Yönetmelik”) getirilmiştir. Ayrıca 2/4/2015 29314 sayılı “Atık Yönetim Yönetmeliği” bu yönetmeliklerin yerini almıştır. Bu gelişmeler çerçevesinde “Atık Bakır Kablo Geri Dönüşüm Sektörü” olumlu etkilenmiş ve bu konuda yeni sorumluluklar üstlenmiştir. Bu çalışmada, “Atık Plastik Bakır Kablo Geri Dönüşüm” işi yapan işyerlerinde kullanılmakta olan “Plastik ve Bakır Ayrıştırma Makinalarında” makinelerin imalatlarından, kullanımlarından ve bakımından kaynaklı tehlikeler araştırılmış bazı çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Risk değerlendirmeleri; PHA ve HRN risk analizi metodlarıyla karşılaştırmalı olarak yapılmıştır. Tespit edilen riskler; “Makine Emniyeti Yönetmeliği” ve “İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları yönetmeliği”, Emniyet Standardı TS EN ISO 12100:2010, Elektriksel tedbirlerle ilgili TS EN 13849, kapsamında analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Geri Dönüşüm, Kompozit, Kablo, Makine, Standart*

RECOMMENDATIONS ON REDUCING HAZARDS IN RECYCLING PROCESSES OF CABLES OF METAL AND PLASTIC MIXTURE

ABSTRACT

In the world, With the introduction of electricity as an energy source, the development of the industry has accelerated and the quality of life of people has increased. The most important factor affecting this situation is that the electricity produced in power plants (Thermal (Natural Gas, Coal), Hydroelectricity, etc.) can be transmitted to industrial sites, residential areas and other areas through cables. It is a composite product, generally known as “cable”, with a production process of about 50 years in our country. Its areas of use are constantly expanding and increasing. The most important factor affecting this situation is the development of machine processes used in the production of composite cable.

The usage areas of cables cover a very large area in our country. Automotive manufacturers, electrical instrument and electronic device manufacturers, Construction industry, Aircraft and Space sciences, Communication (internet, radio, television,) and etc. It is used increasingly in areas. In order to control the effects of such materials that are generally accepted as “negative” to the environment, the first legal obligations (“Solid Waste Control Regulation” numbered 4/3/1991 20814; Later “Hazardous No 14/3/2005 25755” Waste Control Regulation ”and“ Waste Management General Principles Related Regulation ”numbered 5/7/2008 26927). In addition, “Waste Management Regulation” numbered 2/4/2015 29314 replaced these regulations. Within the framework of these developments, the “Waste Copper Cable Recycling Sector” has been positively affected and assumed new responsibilities in this regard.

In this study, some hazards arising from the manufacturing, use and maintenance of machines in "Plastic and Copper Separating Machines" used in workplaces that perform "Waste Plastic Copper Cable Recycling" have been investigated and some solution suggestions were made. Risk assessments; It was made comparatively with PHA and HRN risk analysis methods. Identified risks Analyzed with in the scope of "Machinery Safety Regulation" , "Regulation on Health and Safety Conditions in the Use of Work Equipment", "Safety Standard TS EN ISO 12100: 2010, TS EN 13849 on electrical measures".

Keywords: *Recycling, Composite Cable, Machine, Standard*

1. GİRİŞ

Kablolar, Dünyamızda üretimi yapılmaya başladığı andan itibaren (İlk kablo 1897 Kauçuk kaplamalı olarak Tesla'nın Niagara Şelaleleri Hidroelektrik Santralleri Projesinden günümüze) insanların hayatına kolaylık getirmiştir. (<https://www.barankablo.com.tr/>) Bu durumu etkileyen en önemli faktör ise hammadde olarak kullanılan fosil yakıtların ve madenlerin gelişen makine teknolojileri ile daha kolay çıkarılması ve işlenebilmesi önemli rol oynamıştır. Ayrıca ürün maliyetlerinin düşmesi büyük ölçekli bütünleşmiş tesislerin üretime başlaması ile mümkün hale gelmiştir.

Entegre tesislere bakıldığında; kompozit yapıdaki kablonun üretiminde hammadde durumunda olan bakır, demir, polimerler ve katışıklar mevcuttur. Kablo üretiminin başlangıcısı olan ham külçe bakırın ocaklarda eritilmesi (Anot fırınlarında rafine edilerek anot bakıra ikinci aşamada ise, elektriksel ve kimyasal yöntemler kullanılarak % 99,9 saflıkta katot bakıra dönüşmesi) nihai ürüne hazırlık ilk aşamasıdır. İkinci aşamada; Elektrolitik olarak saflaştırılan bakır çekim makinelerinde(dairesel hareket eden ve çekme kuvveti uygulaması prensibi ile çalışan) çeşitli kimyasallar tozlarla bakırın kesit alanı (çap olarak 8mm) küçültülür ve filmaşın haline gelir. Üçüncü aşamada bakır ve alüminyum filmaşınlar tel çekme, (dairese hareket eden ve çekme kuvveti uygulaması prensibi ile çalışan) İzole, (polimer (termoplastik, vb. kaplama)) büküm, zırh ve kılıf (polimer (termoplastik, vb. kaplama)) işlemlerinde geçirilerek nihai ürün "kablo" haline gelir (<https://www.borsan.com.tr/>).

Günümüzde elektrikli aletlerin ve elektronik cihazların bilinçsiz tüketimi çevre kirliliğini arttıran etkenlerin başındadır. Diğer taraftan otomotiv, bilişim, inşaat ve elektrik iletim hatlarında kullanılan kabloların kullanım ömürleri sonunda polimer kısmının tam olarak geri dönüştürme oranlarının düşüklüğü diğer sorun olarak görünmektedir. **Türkiye'de Plastik Geri Dönüşüm Sektöründe lisanslı işletme sayısı 1039 bu işletmelerde azami 350 bin kişi istihdam edilmektedir (Pagev,2019).** Ülkemizde her geçen yıl "Atık Bakır Kablo Geri Dönüşüm" tesisi

sayısı artmasına rağmen verimli atık dönüşümüne ulaşamamıştır. Ayrıca “Kablo” olarak adlandırdığımız mamulde kullanılan polimer malzemesinin geri dönüştürme oranlarının düşüklüğüdür.

Atık plastik kabloların çevreye (yakılarak plastiğinden bakırın ayrıştırılması) gibi negatif etkileri her kesim tarafından fark edilmiş ve çözüm yolları taraflarca alınmaya devam edilmektedir. Kablo atıkları ile ilgili (4/3/1991 20814 tarih ve sayılı “Katı Atık Kontrolü Yönetmeliği” bu negatif etkilere çözüm olarak çıkartılmış bugün ki geri dönüşüm sektörünün oluşmasına büyük katkı sağlamıştır (Yalman,2019).

Bu gelişmeler çerçevesinde “Atık Plastik ve Bakır Kablo Geri Dönüşüm” hem olumlu etkilenmiş, hem de kendisini sorumluluk altında hissetmektedir. Makine teknolojileri atık plastik kabloları geri dönüştürülerek ekonomik değer haline getirebilmektedir. Bu durum, geri dönüşüm sektörünü plastik ürün işleyen makine üretimi yapan sektörü de pozitif etkilemiştir. Bu durum beraberinde geri dönüşüm sektöründe makine ve mekanizmaların çeşitlenmesine kapasitelerinin artmasına neden olmuştur. Plastik kırma ve plastik soyma makineleri geri dönüşüm prosesinin en tehlikeli makineleridir. Bu proseste kullanılan kırma makinelerinin değişik kapasitelerde gövde genişliği (500-600-800-1000-1200-1500mm) sistemleri mevcuttur. Kırma ve soyma makineleri depolama ve nakliye sorununu ortadan kaldıran makinelerdir. Ayrıca; Kırma makinesi, plastiğin üretiminin yapıldığı her işyerinde olması zorunlu bir makinedir. İşletmelerde depolama alanlarının verimli kullanılmasında önemli rol oynamaktadır.

2. ATIK PLASTİK BAKIR KABLONUN GERİ KAZANILMASINDA KULLANILAN MAKİNELER DE TEHLİKELİ OLAYLAR

Kullanım ömrünü tamamlamış kompozit yapılu kablolar geri dönüştürülme maliyetinin üzerinde ekonomik değere sahiptir. Ülkemizde yaklaşık 50 yıllık süreci olan atık plastik bakır kablo sektörü her geçen yıl büyümeye ve gelişmeye devam etmektedir. Bu sektörde kullanılan lokal proses olarak adlandırılan makine ve aksamaları Şekil 2.1’de görülmektedir.



a) Melihşah makine b) Onur makine c) FRS makina

Şekil 2.1: Lokal plastik bakır kablo ayrıştırma prosesleri

Kaynak: (a) <https://meliksahmakina.com/files/meliksah-logo.png>

Kaynak: (b) <http://onurgeridonusum.com/wp-content/uploads/2017/06/kablo-kirma-tesisi-2.jpg>

Kaynak: (c) <http://frsmakina.com/makina/default.asp>

Bu bölümde; “Atık Plastik Bakır Kablo Geri Dönüşüm” işi yapan işletmelerde kullanılan makinelerin tanıtımı amaçlanmıştır. Kompozit yapılu elektrik iletken kabloların geri kazanılması, farklı tür makinelerin bir proses içinde kullanılmasıyla mümkün olmaktadır. Doğru risk değerlendirmesi yapılabilmesi; kullanılan makinelerinin teknik bilgilerinin, çalıştırılma koşullarının, bakım ve kullanım şartlarının bilinmesi ile mümkün olmaktadır. Bu nedenle risk değerlendirmesi yapılan “Atık Plastik Bakır Kablo Geri Dönüşüm” sektöründe

kullanılan makinelerin teknik özelliklerinin bilinmesi büyük önem arz etmektedir.

Sıralaması verilen proste Giyotin Kablo Kesici, Silindirik Kablo Soyma Makinesi, Atık Taşıyıcı Konveyör-Kırıcı makine- Emici Fan-Taşıyıcı Helezon- Seperatör Elek-Sarsak Elek-Ayırıcı Manyetik Bant-- Plazma Elektrostatik Metal Ayırıştırma Ayırıcı-Depolama Silosu ve Ekipmanları bulunmaktadır.

Atık Plastik Bakır Kablo Geri Dönüşüm sektöründe kullanılan makine prosesinde kullanılan makinelerin listesi aşağıda verilmiştir.

- Toplama Taşıma ve Yükleme Araçları
- Giyotin Kablo Kesici
- Silindirik Kablo Soyma Makinesi
- Taşıyıcı Konveyör
- Kırıcı Makine
- Taşıyıcı Helezon
- Seperatör ve Sarsak Elek
- Emici Fan
- Depolama Silosu ve Ekipmanları
- Ayırıcı Manyetik Bant
- Plazma Elektrostatik Metal Ayırıştırma
- Bıçak Taşlama Makinesi

Atık Plastik Bakır Geri Dönüşüm prosesinde bakır, metal, alüminyum ve plastik bileşimleri kullanılarak üretilen kompozit (Aralarında kimyasal bağ olmayan yapılar) yapıdaki kablonun geri kazanılma sürecini kısaca incelersek; aşağıda belirtilen aşamalardan geçerek döngü tamamlanır.

- Toplanan Atık kablo yapısına göre ayrıştırması yapılır.
- Ayrıştırılan rulo halinde bulunan kablo giyotin makas ile boyu (50-100)mm olarak kısaltılır.
- Boyları kısaltılmış kablo, silindirik soyma makinesinde bakır, metal, alüminyum ve plastik olarak ilk etap ayrıştırması yapılır.

- Giyotin ve Soyma makinelerinde ayrışma kapasitesi açısından işlemini tamamlamış kablo taşıyıcı konveyör ile kırıcıya taşınır.
- Konveyör vasıtasıyla kırıcıya taşınan kablo (bakır, metal, alüminyum ve plastik) ayrıştırılacak hacme (çap olarak (0,5-1-2-3-4) mm)) gelinceye kadar küçültülür.
- Küçültülmüş ayrıştırılacak hacme (çap olarak (0,5-1-2-3-4)mm) gelmiş kablo taşıyıcı helezon vasıtasıyla kırıcıdan alınarak seperatöre taşınır.
- Seperatör kırılmış kablonun içinde bulunan metal ve plastiği belirli yüzdelerde (% 90-97) ayırır. Bu ikinci etap ayrıştırma adıdır.
- Seperatörde ayrıştırma kompozit kablonun bileşenlerinin (demir, bakır, alüminyum, plastik, vb.) özgül ağırlık ve hacimsel yapılarından faydalanılarak yapılır. Bu işlev; vibrasyon (titreme) ile eleme, fan aracılığı ile de plastik ve plastik partiküller emilir.
- İki yarı depolamadan söz edebiliriz. Birincisi seperatörde vibrasyon yaratılması sonucunda elenen hacimce büyük plastik çapağın depolama alanına taşınması diğeri ise fan marifeti ile seperatörden hacimce küçük plastik ve parteküllerin depolama silosuna basılmasıdır.
- Ayırıcı manyetik bant farklı metallerin (Demir ve bakır gibi) ayrıştırılmasında kullanılır. Seperatörde ayrıştırılamayan belirli orandaki bakır, demir ve plastiğin içindeki demir bu makinede minimum seviyeye indirilir.
- Ayırıcı manyetik silindir ise seperatörde ayrıştırılamayan hacimce kaba plastik ile hacimce küçük plastiğin ayrıştırıldığı makinedir. Silindir mekanizması statik elektrikle yüklenerek plastik ve metal birbirinden ayrıştırılır. Şekil 2.2’de yukarıda anlatılan atık plastik bakır kablo ayrıştırma prosesinin görselleri görülmektedir.



Şekil 2.2: Atık bakır kablo kırma ve ayrıştırma prosesleri

Kaynak: <http://www.frsmakina.com/makina/prod/2014723134938.jpg>

2.1 Atık Kablo Toplama ve Depolama Araçları

Genel olarak “Kablo” olarak ifade edilen kompozit (demir, bakır, alüminyum, kurşun, polimer ve vb.) bileşen birçok alanda kullanılmaktadır. Günümüzde elektrikli aletlerin ve elektronik cihazların bilinçsiz tüketimi çevre kirliliğini arttıran etkenlerin başındadır. Diğer taraftan otomotiv, bilişim, inşaat ve elektrik iletim hatlarında kullanılan kabloların kullanım ömürleri sonunda polimer kısmının tam olarak geri dönüştürme oranlarının düşüklüğü diğer sorun olarak görünmektedir. **Türkiye’de Plastik Geri Dönüşüm Sektöründe lisanslı işletme sayısı 1039 bu işletmelerde azami 350 bin kişi istihdam edilmektedir (Pagev,2019).** Ülkemizde her geçen yıl “Atık Bakır Kablo Geri Dönüşüm” tesisi sayısı artmasına rağmen verimli atık dönüşüme ulaşamamıştır. Ayrıca “Kablo” olarak adlandırdığımız mamulde kullanılan polimer malzemesinin geri dönüştürme oranları geçmiş yıllara göre artış göstermiş durumdadır.

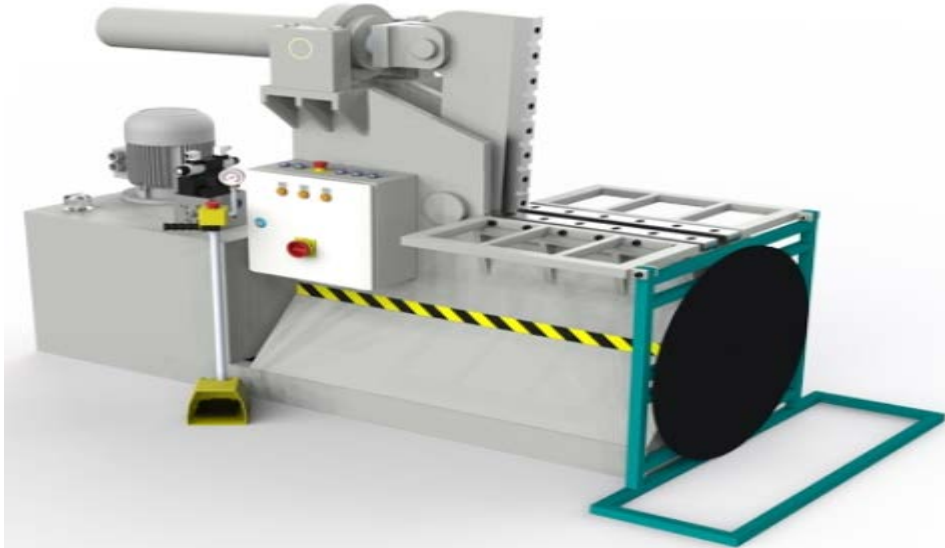
Kablonun geri dönüşüm sürecini kısaca incelersek; Kullanım ömrünü tamamlamış elektrikli aletler, elektronik cihazlar, elektrik iletim hatları, haberleşme alt yapıları, otomotiv kabloları ve yıkılmış inşaatlardaki kablolar ve buna benzer alanlardan çıkan atık kablolar yerel ve genel dönüştürücüler tarafında toplanır. Toplanan Atık kablo yapısına göre ayrıştırması yapılır.



Şekil 2.3: Atık bakır kablo taşıma ve depolama

2.2 Giyotin Kablo Kesici

Giyotin tipi hidrolik kesme makineleri plastik kabloların geri dönüştürülmesinde kullanılan ilk etap makinesidir. Kesme işlevi sıvıların sıkıştırılmama özelliğinden yararlanılarak tasarlanmış hidrolik ünite mekanizması ile gerçekleştirilir. Kesici ağızlar yüksek dayanımlı ısıl işlem görmüş çeliklerdir. Kablo kesim ağızı (0-40) derece aralığında çalışmaktadır. Kesme işlemi iki çalışanın kesilecek kabloyu (0-40) derece aralığında çalışan ağıza el marifetiyle itirilerek kesilir. Şekil 2.4’de Giyotin kesme makinesi görülmektedir.



Şekil 2.4: Giyotin kablo kesici

Kaynak: https://hipsanpres.com/uploads/images/image_750x422_5d769f1b87994.jpg

Kompozit yapıdaki kablolar kullanım alanlarından dolayı farklı bileşenlere ve kesit alanına sahiptirler. Kesit alanı (Çap olarak (30-35-40-45-50)mm) farklı kablolar boyca kısaltma işlemi giyotin kablo kesici makineleri ile yapılır. Kesit alanları büyük olan kabloların boy kısaltması yapılmaması durumunda işin güvenliği ve verimliliği negatif etkilenmektedir. Giyotin makasının yaptığı boy kesme işlevi soyma makinesinde verimliliği artırır. Şekil 2.5’de Kompozit kablonu(demir, bakır, alüminyum, kurşun, polimer ve vb.) kesit alanı kablo görülmektedir.



Şekil 2.5: Kompozit yapılı kablo

2.2.1 Giyotin Kablo Kesicinin Kısımları

Giyotin kesme makineleri aşağıdaki kısımlardan oluşmaktadır. Giyotin kesme makinesinin kısımları şekil 2.4’ de gösterilmiştir.

- Piston
- Motor
- Kesici Bıçaklar
- Şase
- Merkez Burç
- Tekerlek
- Aç ve Kapa Anahtarı
- Kesici Gövde

- Yağ Deposu
- Hortumlar

2.2.2 Giyotin Kablo Kesici Makinesindeki Tehlikeler

Giyotin kesicilerde kesici mekanizmada alt kesici sabit üst kesici dakikada 30 kesim yapabilme kapasitelidir. Kesici ağız kısmı korumasız tasarıma sahiptir. Bu durum dikkatsiz çalışmalarda uzuv kopmalarına sebep olabilmektedir.

Şekil 2.6'da görüldüğü üzere iki çalışan ile yapılan kablo kesiminde kesici ağızın korumasız kullanılması sonucunda,

- Elin kesim sırasında kesici ağıza kaptırılması
- Kabloyu kesim ağızına verirken denge kaybolması sonucunda çeşitli yaralanmalar



Şekil 2.6: Örnek kablo kesimi sıralaması

2.3 Silindirik Kablo Soyma Makinesi

Atık Plastik Kablo Soyma Makinesi kesit alanları büyük ve çok farklı kompozit bileşenden oluşan kabloların kabaca ayrıştırılmasında kullanılan ikinci makine konumundadır. Soyma makinesinde kabaca ayrıştırılan kompozit kablo taşıyıcı bant marifetiyle kırma makinesine taşınır. Şekil 2.7’de farklı fiziksel yapılarda plastik kablo soyma makineleri görülmektedir.



Şekil 2.7: Plastik kablo soyma makineleri

Kaynak: <https://meliksahmakina.com/files/meliksah-logo.png>

Kaynak: <http://www.frsmakina.com/makina/prod/2014721162419.jpg>

2.3.1 Silindirik Kablo Soyma Makinesi Kısımları

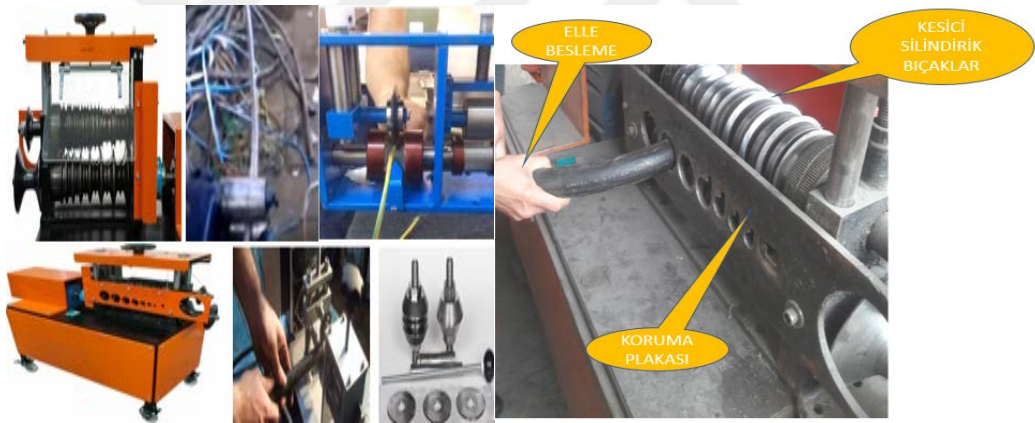
Silindirik Kablo Soyma Makinesi aşağıdaki kısımlardan oluşmaktadır. Makinesinin kısımları şekil 2.7’ de gösterilmiştir.

- Silindir Kesici Bıçaklar
- Redüktör
- Ayarlama Tekerleği
- Şase
- Burç
- Taşıyıcı Tekerlek
- Zincir Dişli
- Kesici Gövde
- Aç ve Kapa Anahtarı
- Kaplin
- Koruma Plakası

2.3.2 Silindirik Kablo Soyma Makinesindeki Tehlikeler

Atık Bakır Plastik Kablo soyma makinesinde ön koruma çıkartılarak yapılan elle mal beslemede çalışması yapılmaktadır. Bu durum çalışanın tehlikeliye maruz kalma sıklığını artırmaktadır. Atık Plastik Kablo soyma makinesinde bu çalışma şekli aşağıda belirtilen bazı önemli tehlikelerin oluşma ihtimalini artırmaktadır. Şekil 2.8’de sırasıyla silindirik korumalı (a) ve korumasız (b) soyma ve kesici bıçakları (c) görülmektedir.

- Kablonun uygun mesafeden tutulmamasından dolayı silindirik kesici ağza elini kaptırma tehlikesi,
- Kablo soyma makinesinde aktarma organı olarak kullanılan redüktörün burç veya zincir kısmının korumasız çalıştırılmasının yarattığı tehlike,
- Makinenin çalışma yapılan bölgesinin düzensizliği sonucu oluşan yaranma tehlikeleri,



a) Korumalı

b) Korumasız

c) Kesici Bıçaklar

Şekil 2.8: Atık bakır plastik kablo soyma görselleri

Kaynak: <http://onurgeridonusum.com/wp-content/uploads/2016/09/kablo-soyma-orange-5.jpg>

Soyma makinelerinde ayrıştırılan kablolar genelde rulo halindedir. Rulo halindeki kablo elle besleme ile silindir kesici yuvalarına itilerek kesme işlevi gerçekleştirilir. Şekil 2.8b’de ön koruması olmayan makinelerde; kablonun ittirilmesi sırasında elin silindirik bıçaklara kaptırma olasılığı yüksektir. Çözüm Şekil 2.8a’da görseli bulunan her kesitteki (Çap olarak(10-15-20-30-40-60-vb)mm) kablonun geçebileceği ön korumalı mekanizmaların kullanılmasıdır.

2.4 Taşıyıcı Konveyör Makinesi

Konveyör taşıyıcısı giyotin ve soyma makinelerinde boyca ve çapça küçültülmüş kabloları kırıcıya taşıyan makinedir. Çalışanın kırıcı ile temasını kesme noktasında önemli güvenlik işlevi yerine getirmektedir. Atık kablo kabaca iki silindir arasında gerilmiş polimer malzemenin üzerinde taşınmaktadır. Tambur hareketini direk aktarma yapan devir sayısı 50d/d olan redüktör tarafından sağlanmaktadır.



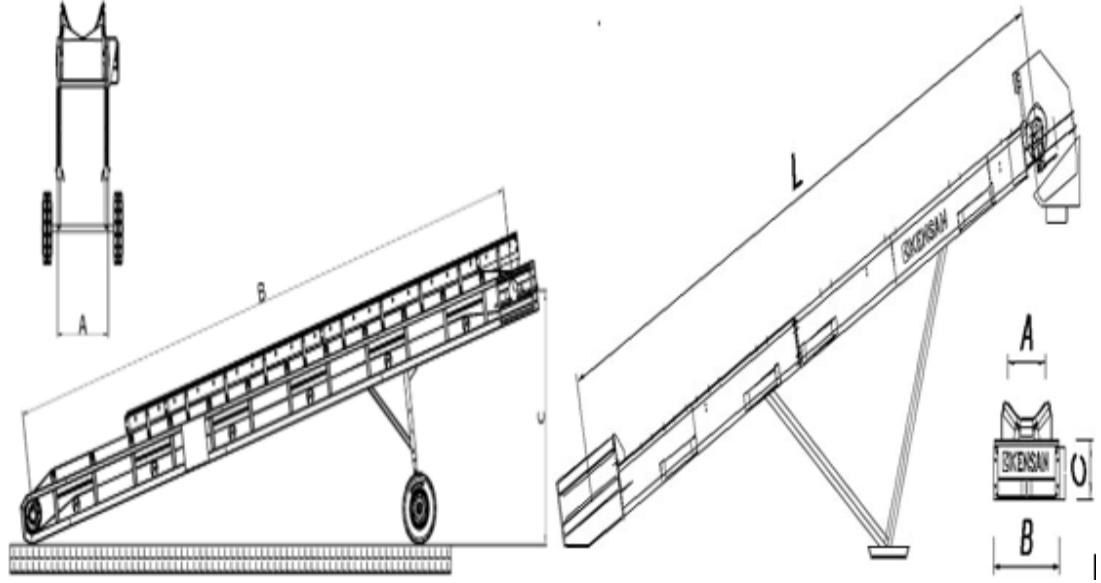
Şekil 2.9: Taşıyıcı konveyör makinesi görselleri

Kaynak: https://s.makinatorkiye.com/Product/152272/thumbs/platform_konveyoru_safak_makina-306-x980.jpg

2.4.1 Taşıyıcı Konveyör Makinesinin Kısımları

Silindirik Kablo Soyma Makinesi aşağıdaki kısımlardan oluşmaktadır. Makinesinin kısımları şekil 2.10' de gösterilmiştir.

- Tambur
- Rulo
- Ayarlama Gergisi
- Şase
- Rulmanlar
- Taşıyıcı Tekerlek
- Zincir Dişli
- Redüktör
- Aç ve Kapa Anahtarı
- 10 - Kauçuk Bant



a) Saat makine

b) Kensan makina

Şekil 2.10: Taşıyıcı konveyör perfektif görünüm

Kaynak: <http://saatmakina.com/wp-content/uploads/2018/11/9-BANT-KONVEY%C3%96R-TB.jpg>

Kaynak: http://www.kensan.com.tr/urunler/bant_konveyor_bk/teknik_cizim.jpg

2.4.2 Taşıyıcı Konveyör Makinesinde Tehlikeler

Kırıcı ve nakliye araçları önünde kullanılan bir makine prosesin bir parçasıdır. İş güvenliğini artırır ve verimliliği artırır. Pozitif katkıları olmasına rağmen kendi üzerinde oluşabilecek tehlikeleri olabilmektedir.

- Taşıyıcı konveyör makinesinde aktarma organı olarak kullanılan redüktörün burç veya zincir kısmının korumasız çalıştırılmasının yarattığı tehlike,



Şekil 2.11: Aktarma organın korumasız çalıştırılması

- Tambura sarılı kauçuk (polimer(alestomer)) bant üzerine çalışanın çıkmasının engellenememesi tehlikesi,



a) Taşıyıcı konveyör kullanımı

Şekil 2.12: Kırıcı ve taşıyıcı konveyör

Taşıyıcı bantlar kırıcı malzeme taşıma işlevi görürler. Bant kırıcı önüne konulduğunda çalışanı kırıcı makinesinin var olan tehlikelerinden koruyabilmektedir. Şekil 2.12’de resimde bant kullanılmıştır. İkinci sırada (2) ok işareti ile gösterilen davlumbaz ağızına çalışanın ulaşması durumunda makinelerin durmasını engelleyecek tasarım hataları olan makinelerin yarattığı tehlikeler.

2.5 Atık Bakır Plastik Kablo Kırma Makinesi

Şekil 2.13(a-b)’de görülen Atık Plastik Kırma Makineleri kablonun kırılma işlevini görür. Kırılacak Şekil 2.13d’deki kompozit kablo kırma gövdesinde bulunan istenildiğinde değiştirilebilen, Şekil 2.13c’de gösterilen numaralı (delik çapı,(2-3-4)mm olan) elekten geçerek istenilen hacme getirilerek ayrıştırılmak üzere taşıyıcı fan marifetiyle “Seperatör Eleğe” gönderilir.



a) Kablo kırıcı(600)mm b) Kablo kırıcı(500)mm c) Hacim eleği d) Kablo

Şekil 2.13: Plastik kırma makineleri ve hacim eleği

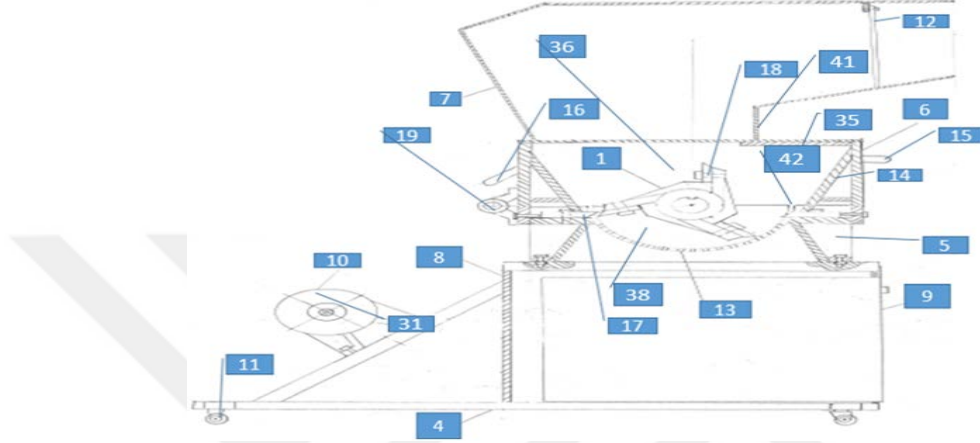
Kaynak: (b)http://www.tursanmakina.com/index_tr.html

2.5.1 Atık Bakır Plastik Kırma Makinesi Kısımları

Atık Bakır Plastik Kırma Makinesi aşağıdaki kısımlardan oluşmaktadır. Makinesinin kısımları şekil 2.13(a-b)' de gösterilmiştir.

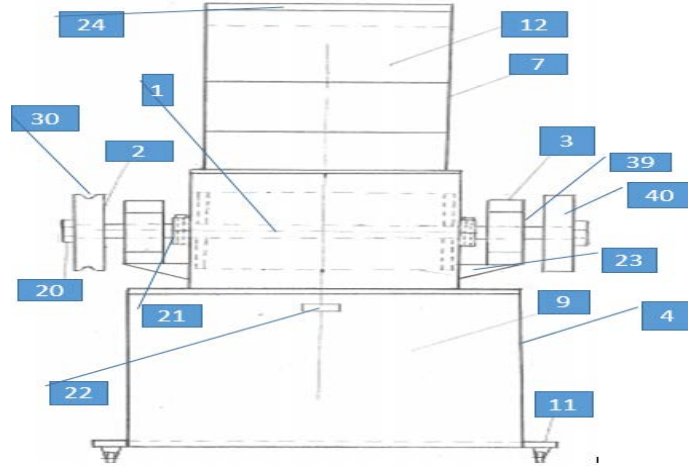
- Kesici Bıçaklar(18)
- Motor(10)
- Üst Gövde(36)
- Şase(4)
- Gövde Bağlantısı(21)
- Yatak(3)
- Alt Gövde(5)
- Volanlar(40)
- Aç ve Kapa Anahtarı
- Taşıyıcı Tekerlek(11)
- Depo çekeceği(22)
- Rotor(1)
- Davlumbaz(7)
- Menteşe(19)
- Depo Haznesi(9)

- Koruma Lastiği(12)
- Dayama Desteği(16)
- Kasnak(30)
- Elek(13)
- Somun(20)



a) BTKM Ayrıntılı kısımları(Yalman, 2019).

Kaynak: Makine Mühendisi Necati YALMAN 2019 (BTKM) Yan Görünüm çizimi (Yalman Torna)



b) BTKM Ayrıntılı kısımları

Şekil 2.14: Blok tipi plastik kırma makineleri (BTKM) (Yalman, 2019).

Kaynak: Makine Mühendisi Necati YALMAN (BTKM) 2019 Yan Görünüm çizimi (Yalman Torna)

2.5.2 Atık Bakır Plastik Kırma Makinesindeki Tehlikeler

Atık Bakır Plastik Kablo kırma makinesinde “Taşıyıcı Bant” kullanılmadığı durumlarda elle mal besleme yapılmaktadır. Bu durum çalışanın tehlikeli alanda bulunma sıklığını artırmaktadır. Atık Plastik Kablo kırma makinesinde bu çalışma şekli aşağıda belirtilen bazı önemli tehlikelerin oluşma ihtimalini artırmaktadır.

- Elle malzeme (kablo, plastik, vb.) atıp makine önünde çalışma yaparken elin dönen rotora kaptırılması (sebebi elin veya ayağın, kırılan malzemeye sarılması ile içeri çekilmesi) tehlikesi,



a) Elle beslemeli çalışma

b) Bant beslemeli çalışma

Şekil 2.15: Elle ve bantla besleme görülmektedir

Yukarıda (a) sıklığında verilen tehlikenin şiddet faktörünü yüksektir. Şekil 2.15a’ da elle besleme çalışması görülmektedir. Çözüm olarak şekil 2.15b’de kullanılan taşıyıcı bant kullanılmalıdır. Ayrıca taşıyıcı bant kullanımı (a) sıklığındaki tehlikeleri de bertaraf etmektedir

- Makine önünde çalışma anında kesici (rotor) kısmına dikkatsiz ayırma sonucu atılan kablo dışı metallerin kesici bıçakların kırılmasına ve dışarı fırlamasına neden olması,



Şekil 2.16: Sabit kırılmış kesici bıçak (Yalman, 2019)

Kırıcıda atık plastik kablonun elle beslemeleri sırasında rotor kısmına kaba metal kaçırılma sonucunda kesici bıçaklarda kırılma meydana gelir. Kırılan bıçak parçaları davlumbaz ağzında çalışan üzerine fırlar. Kırılmış parçalardan korunmak için çalışanın davlumbaz ağız bölgesinin dışında besleme yapmalıdır.

- Enerji absorbe edip elektrik enerjisinin tasarrufu sağlayan volanların korumasız kullanılması sonucu sarılma tehlikesi,



a) Korumasız aksam

b) Korumalı aksam

Şekil 2.17: Korumasız ve korumalı volan (Yalman, 2019)

Kırıcıların rotorları 3-5 kademeli şeklindedir. Dairesel hareketi 600 d/d'dır. Rotorun sağ ve sol kısımlarında top ve kasnak bulunmaktadır. Enerji absorbe etme işlevi olan top ve kasnaklar korumasız kullanılması sonucunda çalışanın sarılması ve uzuv kayıpları meydana gelmektedir. Top ve kasnağa güvenli koruyucu aksamın tasarımı yapılmalıdır. Aldatması olmayan korumalar kullanılmalıdır.

- Ses yalıtımsız makine çalışma alanının gürültüden dolayı duyu kaybı tehlikesi,



a) Gürültülü ortamda

b) Manşon kulaklık

Şekil 2.18: Makinenin çalışma ortamındaki gürültü

Kırıcı makinelerinde kablo küçültülürken 95-110 db. gürültü oluşmasıdır. Şekil 2.18a'da çalışanın kulaklıksız olarak çalıştığı görülmektedir. Ses yalıtımlı tasarımlar tercih edilmelidir. Ayrıca kişisel koruyucu manşon tipi 32-35 db. kulaklık kullanılmalıdır. Şekil 2.18b'de EN 352-1,EN 352-2,EN 352-3 göre manşon kulaklıkların görselleri verilmektedir.

- Havalandırma tertibatının yeterli olmadığı tozlu ortamın yarattığı tehlike,



a) Tozlu ortam

b) Toz maskesi

c) Ekipmanlar

Şekil 2.19: Tozlu ortam ve ekipmanları

Kaynak:http://ibaness.org/conferences/tekirdag_2019/ibaness_tekirdag_proceedings_draft_4.pdf

Kaynak:<https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSMAYc9xQLCaDLyTmphRzML0GxfPx0z8wVBPzVwKCyLWPbK-u4hgz>

Elle besleme yapılarak kablo kırılması sırasında çalışma alanında oluşan plastik partiküllü tozlu ortam Şekil 2.19'da görülmektedir. Ortamda oluşan partiküller solunduğunda Pnömkonyoz olarak bilinen meslek hastalığına sebebiyet vermektedir. Kırıcılarda oluşan tozu çekebilen emici fan ve ekipmanlarını içeren tasarımlar tercih edilmelidir.

İş bölgesinde kişisel koruyucu olarak EN149 standardına uygun FFP1, FFP2 toz maskesi kullanılmalıdır. Şekil 2.19 (b-c) 'da toz maskeleri ve toplama silosu ekipmanı görülmektedir.

- Gövdede bulunan üst kapağın açılma tehlikesi,



a) Switch olmayan gövde

b) Switch

c) Switch olan gövde

Şekil 2.20: Switch ekipmanları

Kaynak: http://ibaness.org/conferences/tekirdag_2019/ibaness_tekirdag_proceedings_draft_4.pdf

Makine operatörün aşırı ve dengesiz beslemesinden dolayı makine durmakta tekrar start verilebilmesi için üst kapağın açılması gerekmektedir. Üst kapak açıldığı anda rotora hareket sağlayan motorun start devresinin bağlantısı switch marifetiyle devreden çıkartılır. Ayrıcı makinenin stop anında temizlik, bakım, bıçak değişimi vb. durumlara switch tahrik motorunu devreden çıkarması ile emniyetli çalışma sağlanabilmektedir.

2.6 Taşıyıcı Helezon Makinesi

Atık plastik kırma makinesinde küçültülmüş (çap olarak (2-3-4)mm) bakır, demir, alüminyum ve polimeri seperatör eleğe taşıma işlevini görmektedir. Taşıyıcı helezonlarda hatve aralıkları taşınacak malzeme cinsine göre tasarımlanır.



Şekil 2.21: Elle ve bantla besleme görülmektedir

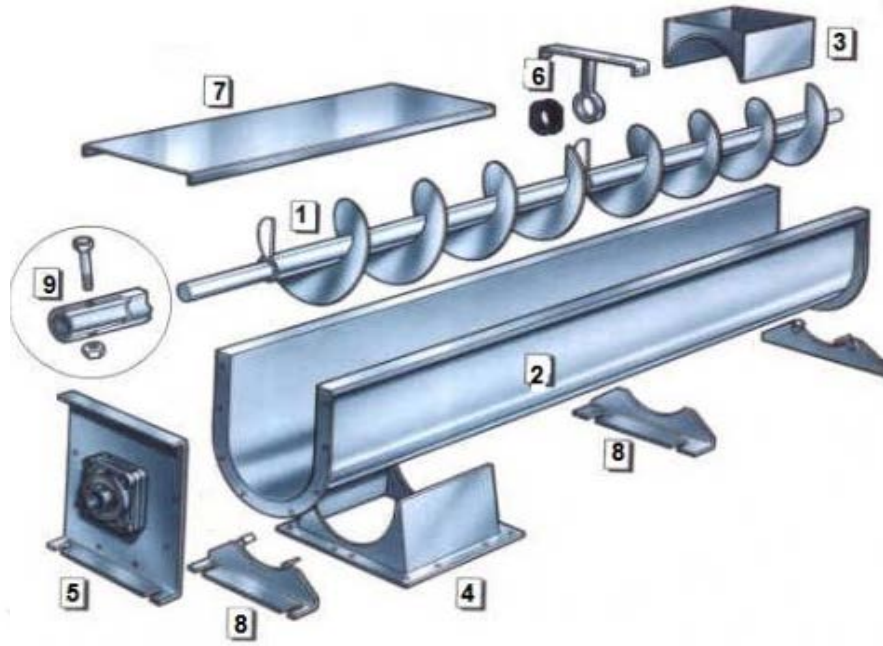
Kaynak: <http://yolbirmakina.com/Urunler/30/helezon-tasiyici#>

Kaynak: https://www.akyol.net/_fm/7-201703141623201.jpg

2.6.1 Taşıyıcı Helezon Makinesi Kısımları

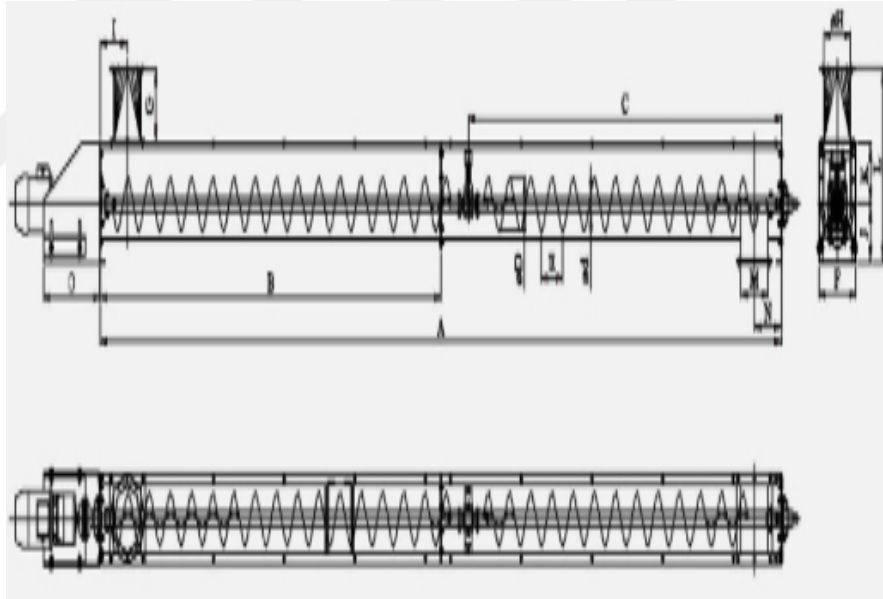
Taşıyıcı Helezon Makinesi aşağıdaki kısımlardan oluşmaktadır. Makinesinin kısımları şekil 2.22-23’ de gösterilmiştir.

- Helezon Yaprak
- Redüktör
- Rulmanlı Yatak
- Şase Ayakları
- Elektrikli Motor
- Destek Burçu
- Dış Kovan
- Kaplin



Şekil 2.22: Elle ve bantla besleme görülmektedir

Kaynak: <http://helanmakina.com/tema/insaat/uploads/hizmetler/heleman.jpg>



Şekil 2.23: Elle ve bantla besleme görülmektedir

Kaynak: <http://zgrmakina.com/wp-content/uploads/2016/11/helezon-vidali-tasiyici-makinesi-teknik-resim.jpg>

Kaynak: https://www.akyol.net/uploads/EditorResim/cekme_helezon_imalati/dokuz.jpg

2.6.2 Taşıyıcı Helezon Makinesi Tehlikeler

Taşıyıcı helezonların taşıdığı malzemenin cinsine göre farklı tasarımları mevcuttur. Genelde iki açık ağzı (alınan ve verilen) mevcuttur. Alt taraftan

aldığı hacimce küçültülmüş (çap olarak (2-3-4)mm malzeme hatveli yuvalar marifeti ile ilerletilerek üst tarafa taşıma yapar. Taşınacak malzeme cinsine göre uygun tasarımda olmayan helezonların kullanılması sonucu oluşan tehlikelerdir.

- Helezonları alt bölümünde huni benzeri depoma alanları mevcuttur. Bu alanda zaman zaman kırılmış kompozit kablonun ısınması ile huni çeperine yapışabilmektedir. Huni çeperine yapışan kırılmış malzeme taşıyıcı helezon ulaşamaması sonucu boş dönme meydana gelmektedir. Bu gibi durumda çalışanın elle huni çeperini alt taşıyıcı helezon hatvesine doğru itmek isterken elin dönen iç helezona kaptırılması sonucu oluşan uzuv kopmaları yaşanabilmektedir.



Şekil 2.24: Çalışır durumda taşıyıcı helezon

2.7 Seperatör ve Sarsak Elek Makinesi

Emişli plastik ve bakır kırılmışını eleme makinesi

Kompozit kablolar metaller (bakır, demir, alüminyum) ve polimerlerden (termoplasttik, termoset, alestomer) oluşmaktadır. Metal ve polimerlerin yoğunluklarının farklı olması kırılmış kablo çapağının fiziksel yollarla

ayrıştırılmasına olanak sağlamaktadır. Emişli eleme bu ayrıştırma işlevinde kullanılmaktadır.



a) Seperatör elek

b) Sarsak elek

Şekil 2.25: Seperatör ve sarsak elek

Kaynak: <http://www.frsmakina.com/makina/urun.asp?u=12>

2.7.1 Seperatör Elek Kısımları

Seperatör Elek Makinesinin aşağıdaki kısımlardan oluşmaktadır. Makinesinin kısımları şekil 2.25(a-b)' de gösterilmiştir.

- Vibratör Motoru
- Yay
- Takoz Lastik
- Şase Ayakları
- Hava Hortumu
- Ağız Lastiği
- Dış Kova
- Taşıyıcı Tekerlekler
- Elek Süzgeci

2.7.2 Seperatör Elek Makinesi Tehlikeler

Emişli plastik ve bakır kırılmışını Eleme Makinesi havalandırma mekanizması ve toz depolama silolarının periyodik bakımlarının yapılmadığı durumlarda. Bu çalışma alanında önlemler alınmadan çalışılması durumunda mesleki

hastalıklarının önünü açmaktadır. Şekil 2.25a'da Emişli eleme makinası görülmektedir.

- Yetersiz cebri havalandırmadan dolayı sarsak eleme makinasından ortama yayılan plastik tozların oluşturduğu tehlikeler,
- Seperatör elekte bakır ile metalin plastikten ayrıştırılması yapılırken plastik partikülleri depolama silosuna basılır. Depolamayı yaptıran fan mekanizmasıdır. Taşıyıcısı fan; seperatör elekten emdiği plastik partikülleri depolama silosuna üfleyerek gönderir. Bu gönderme işlemi sırasında, plastik partiküllerin geçtiği yollarının ve depolama silolarının bakımsız ve yetersiz olması durumunda oluşan tehlikeler.



a) Yeterli Proses b) Yetersiz Proses c)Uygun Aksam d) Uygunsuz Aksam

Şekil 2.26: Atık plastik kablo ayrıştırma prosesi

Kaynak: (a-c)<http://www.frsmakina.com/makina/prod/2014723134938.jpg>

Kaynak:(b-d)www.konmaksanankara.com

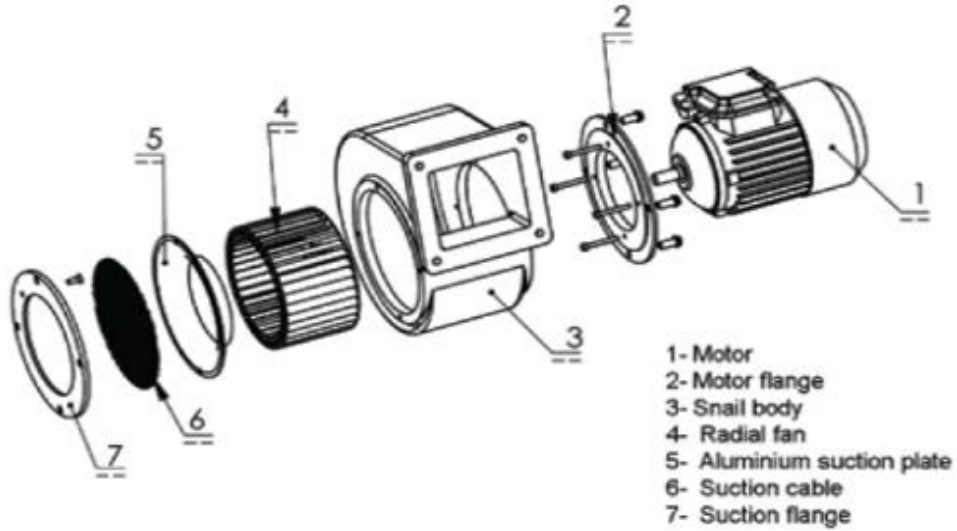
Yukarıda Şekil 2.26'de iki farklı işletmede plastik kablo dönüşümünde kullanılan makine ve mekanizmaları görülmektedir. Şekil 2.26(a-c)'de proses alan kurulumu ve partiküllü havanın toplanma deposu uygun olduğu görülmektedir. Şekil 2.26(b-d) proses alan kurulumu ve partiküllü havanın toplanma deposu uygunsuz olduğu görülmektedir. Çözüm olarak Şekil 2.26(a-c) prosesi kullanılmalıdır. Ayrıca çalışma ortamı da yeterli cebri havalandırma, çalışanlarında koruyucu maske kullanmaları sağlanmalıdır.

2.8 Emici Fan Makinesi

Kırıcıda belirli hacimde küçültülmüş kompozit kablo taşıyıcı helezon ile seperatör eleğe taşınır. Genelde kablo içinde birleşik halde bulunan plastik, bakır ve demir seperatörde belirli yüzde oranlarının da birbirinden ayrıştırılır. Fan makinesi seperatöre gelen üçlü bileşenin içindeki (demir, bakır, plastik ve partiküller) partiküllerini emerek depolama silosuna iletmektedir. Fan devir olarak genelde 2800d/d dairesel hareket halindedir.

2.8.1 Emici Fan Makinesi Kısımları

- Motor Pervan Çeperi
- Motor Flanşı
- Radyal Ana Gövde
- Malzeme Emiş Çemberi
- Malzeme Emiş Yolu
- Emme süzgeci
- Emme Flanşı



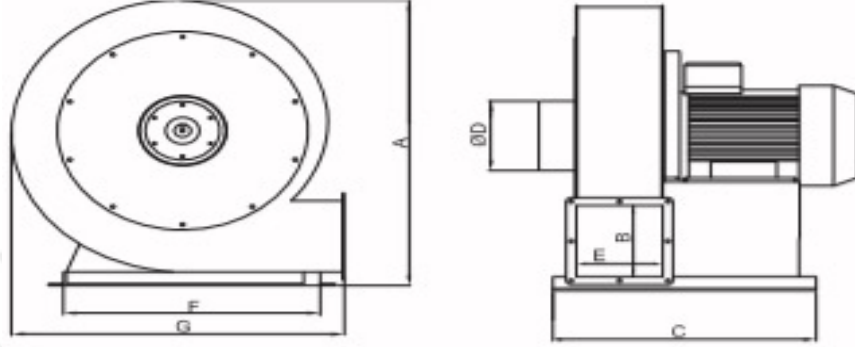
Şekil 2.27: Alüminyum fan (ERF Grup Makine,2020)

Kaynak:<http://www.erfgroup.com/urun/aluminyum-dokum-govdeli-fanlar.html>

2.8.2 Emici Fan Makinesi Tehlikeleri

Fan makinelerinde hava akışı dairesel hareket halindeki emiş çemberi vasıtasıyla oluşur. Fan aksel ve radyal yapı olarak gruplandırılır. Basınç farkı radyal fanlar oluşturabilmektedir. Oluşturulan basınç farkı hava aksel yönden

daha çok merkezkaç kuvveti oluşturur. Seperatör makinesine aktarılan kırılmış kompozit karışım (Metaller (Alüminyum, Bakır, Demir), Polimerler (Termoplastik (Pvc, vb.),) içindeki partiküller aksel yapıdaki fan makinesi vasıtasıyla depolama silosuna gönderir. Partiküller hava ile taşınmaktadır. Hava yolu borular yardımıyla oluşturulur. Şekil 2.26c'de Depolama alanında hava süzülür partiküller biriktirilir.



Şekil 2.28: Taşıyıcı fan kısımları

Kaynak:<http://www.erfgroup.com/urun/metal-govdeli-orta-basincli-radyal-salyangozlar-fanlar.html>

- Fan makinesi çalışırken elin dikkatsizlik sonucu emiş ağızına sokulması sonucu uzuv kopmaları tehlikesi,

Makinelerde Güvenlik-El ve Kolların Tehlikeli Bölgelere Erişmesine Karşı Güvenlik Mesafeleri (EN 294) kurallara uyularak çözüm getirilmelidir.



Şekil 2.29: Taşıyıcı fan ağızı

Kaynak:https://cdn.machineseker.com/data/listing/img_1366x768/1204888.1547472344__.jpg

- 2- Emiş Döner çemberin balansı çalıştırılması sonucunda parça sıçraması tehlikesi,

- 3-Yataklama sisteminde kullanılan rulman bozulması sonucunda oluşan gürültü tehlikeler,

2.9 Depolama Silosu ve Ekipmanları

Kırılmış kompozit kablo bileşenleri plastik, bakır, demir, partikül ve toz içermektedir. Separatör elekte üç bileşenin ayrıştırılması vibrasyon motoru ve fan makinesi marifetiyle yapılmaktadır. Ayrıştırılma plastik, bakır, demir ve partikül olarak farklı alanlara yönlendirilerek toplanmaktadır. Bakır, demir ve plastik eleme yöntemi ile ayrılır. Plastik partiküller ve hacimce küçük plastik ise fan makinesinde havaya merkezkaç kuvveti oluşturularak emdirilir. Depolama silosu ve donanımların da hava, toz ve partikülleri biriktirilmektedir. Şekil 2.30'de kirli havayı süzen ve küçük plastik partikülleri depolayan materyaller görülmektedir.



Şekil 2.30: Taşıyıcı fan ağzı

Kaynak: <http://www.safakmak.com/23/Kasim2018>

2.9.1 Depolama Silosu ve Ekipmanlarının Kısımları

- Hava ve Partikül Bez Torbası
- Plastik Torbası
- Şase
- Huni Kovası

- Aç ve Kapa Kolu
- Kelepçe

2.9.2 Depolama Silosu ve Ekipmanlarındaki Tehlikeler

- Kompozit kablo dönüştürme işletmelerinde partikül toplama bez silolarının periyodik olarak temizlenmemesinden kaynaklanan tehlikeler,
- Bez partikül toplama bez silolarının bakımsız kullanılmasının yaratacağı tehlikeler,



Şekil 2.31: Depolama silosu ve alanı

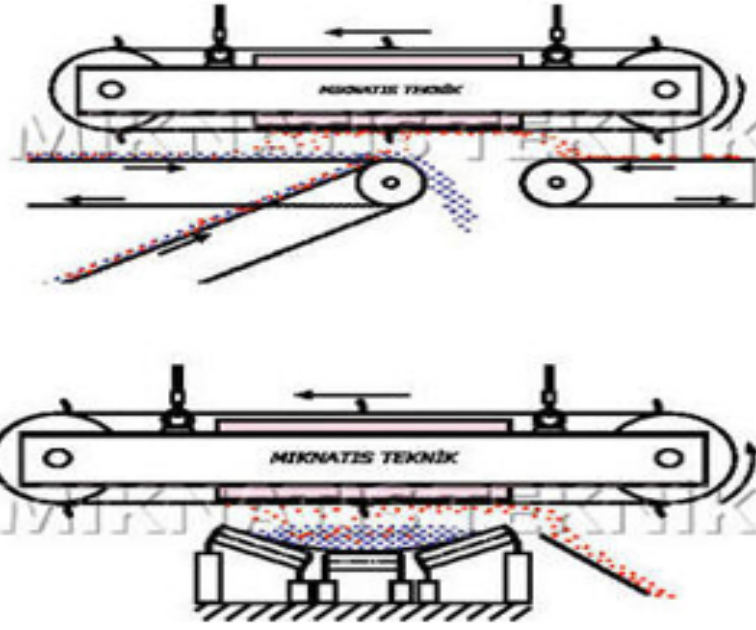
2.10 Ayırıcı Manyetik Bant Makinesi

Manyetik bant makinesi kırılmış kompozit kablo içindeki demir metalinin ayrıştırılmasında kullanılır. Malzemelerin ayırımında tambur ve tambura sarılı manyetik bant kullanılır. Plastik içindeki demir metalinin tambura sarılan demirin belirli mesafeden sonra mekanik müdahale edilerek ayrıştırılır. Şekil 2.32’de kırılmış kompozit kablo (çap olarak (1-2-3-4)mm) demir ve plastik ayrıştırma biçimi görsellerle verilmiştir.



Şekil 2.32: Manyetik tambur ve bant

Kaynak:https://www.miknatisteknik.com/images/miknatislar/silindirik_tambur_miknatislar.jpg



Şekil 2.33: Manyetik tambur ve bant

Kaynak:https://www.miknatisteknik.com/images/miknatislar/donel_bantli_daimi_miknatisli_seperator.jpg

2.10.1 Ayırıcı Manyetik Bant Kısımları

- Redüktör
- Tambur
- Taşıyıcı Tekerlek
- Kauçuk Bant
- Şase
- Rulmanlı Yatak
- Elektrik Motor



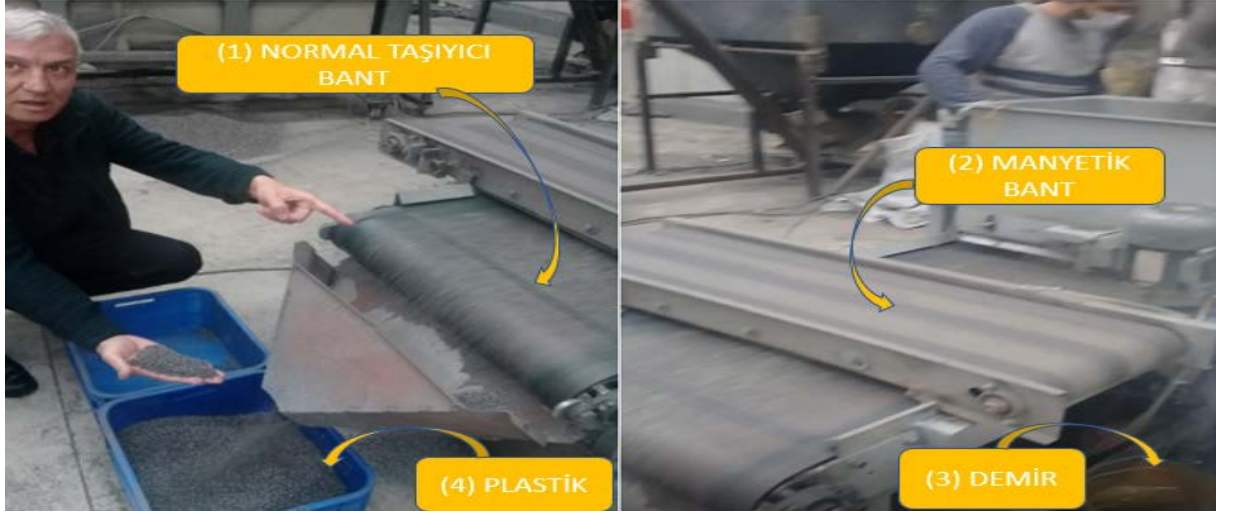
Şekil 2.34: Manyetik bant

Kaynak:<http://onurgeridonusum.com/wp-content/uploads/2017/06/manyetik-konveyor.jpg>

2.10.2 Ayırıcı Manyetik Banttaki Tehlikeler

Manyetik ayırıcı bant normal taşıyıcı bantın üzerine montajlı olarak da çalıştırılmaktadır. Ayırıştırma işlevi bir (1) nolu banttan gelen plastik ve demir malzemenin aynı anda çalışır durumdaki iki (2) nolu manyetik bant tarafından demiri çekmesi ile üç (3) nolu alana plastik ise dört (4) nolu alana taşınması ile ayırıştırma gerçekleşir.

- Normal ve manyetik banttaki hareket eden parçaların korumasız çalıştırılmaları sonucunda oluşan uzuv kayıpları tehlikesi,
- Manyetik bant alanında kırılmış kablonun metal ve plastiğin ayrılması sırasında oluşan kokunun ortamdaki uzaklaştırılmaması sonucunda oluşan tehlikeler,



Şekil 2.35: Demir ve plastik ayrıştırılması

2.11 Plazma Elektrostatik Metal Ayrıştırma

Plazma elektrostatik metal ayrıştırma makinesi kablo geri dönüşüm prosesinin son kademesinde kullanılan makine konumundadır. Verim açısından seperatör elek kırılmış gelen plastik ve bakırı oran olarak yüzde (90-97) ayrıştırabilmektedir. Bu durumun telafisi kırılmış plastik ve bakırı yüzde 99,99 oranında ayırabilen plazma elektrostatik metal ayrıştırma makinesi ile mümkün olmaktadır.

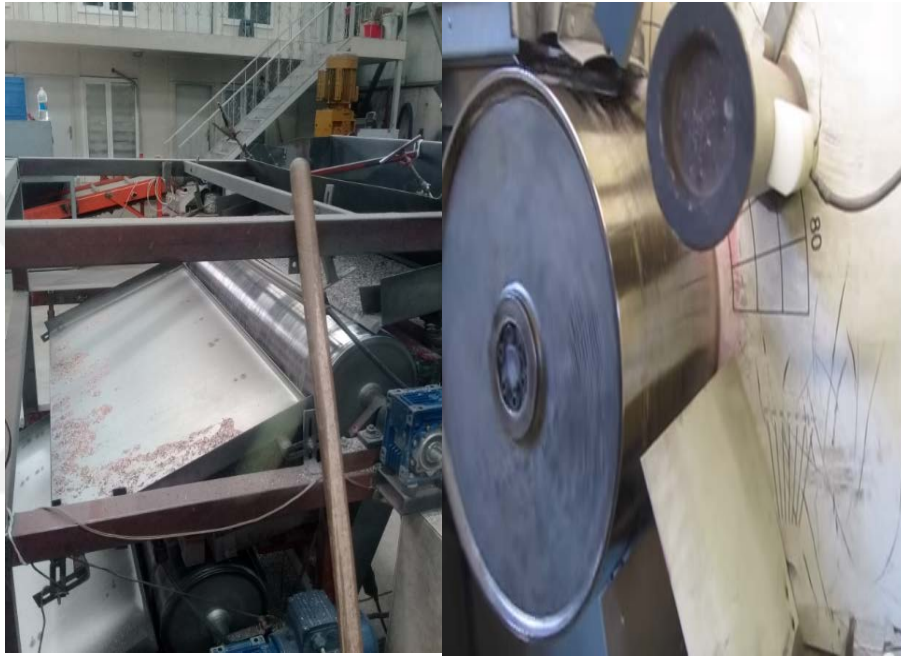


Şekil 2.36: Plazma elektrostatik metal ayrıştırma makinesi

Kaynak:http://www.plazma.com.tr/image/medium/elektrostatik-separator_resmi_ai7RZ.jpg

2.11.1 Plazma Elektrostatik Metal Ayrıştırma Makinesinin Kısımları

- Silindirik Tambur
- Redaktör
- Ön Saç Plaka
- Elektrik Motoru
- Yan Korkuluk
- Elektrik Panosu
- Elek Süzgeci



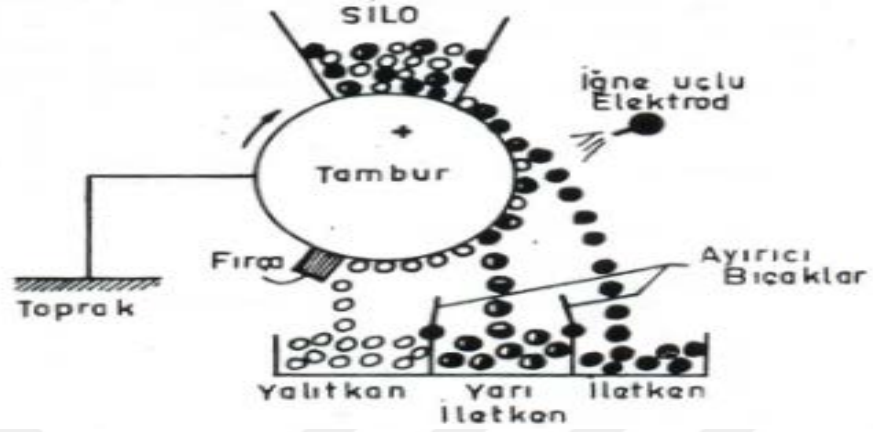
Şekil 2.37: Plazma elektrostatik metal ayrıştırma makinası

Kaynak:<http://www.rustempolat.com/files/elektrostatik%20ay%20C4%B1rma%20y%C3%B6nt.%20Electrostatic%20Article%20Photos/E-1YEN%C4%B0.png>

2.11.2 Plazma Elektrostatik Metal Ayrıştırma Makinesindeki Tehlikeler

“Plazma Elektrostatik Metal Ayrıştırma” makinesinde bakır ve plastik ayrıştırılmasını% 99,99 boyutunda yapılabilmektedir. Şekil 2.38’de görseli verilen ve ayrıştırmanın nasıl olduğunu kısaca ifade edecek olursak; İğne uçlu elektroda elli bin volt yüksek gerilim yüklüdür. Plastik ve bakır huni alanına dökülerek dönen tambur üzerine yayılır. Tambura dökülen plastik ve bakır elektroda oluşturulan gaz iyonlarının bombardımanına uğrar. Bakır aldığı iyonları tambur üzerinden toprağa iletirken ve yüksüzleşir. Bakırın tamburadan ayrılması ise saat yönünde 45 derecede meydana gelir. Plastik ise aldıkları

iyonları tambura ilemediğinden dolayı negatif yükle yüklenir pozitif yüklü tambura yapışarak dairesel hareket halindeyken saat yönünde 200 derece döndüğü anda fırça ile temizlenir. (Hacıfazlıoğlu,2016-2017)



Şekil 2.38: Plazma elektrostatik metal ayrıştırma makinası

Kaynak:<https://html2-f.scribdassets.com/2de3wty70g5ox2tj/images/18-5bb5004831.png>

- Plazma elektrostatik metal ayrıştırma makinası tambura ve hareket sağlayan aktarma organlarının korumasız çalıştırılması sonucunda, çalışanların uzuv kopmaları tehlikesi,
- Makine çalışma alanının koruma şasesi olmadan dolayı oluşabilecek çalışanın tambura sarılma tehlikesi,

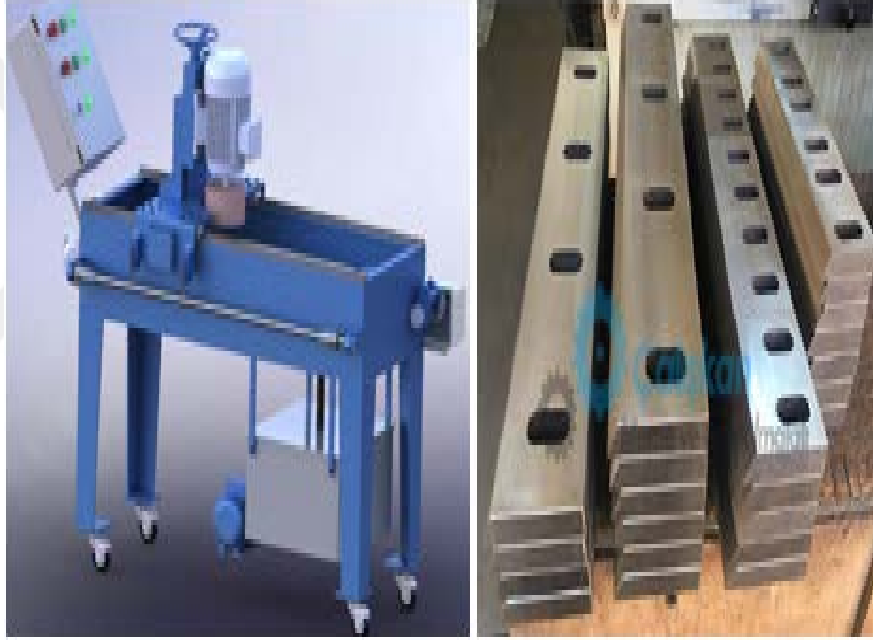


Şekil 2.39: Plazma elektrostatik metal ayrıştırma makinası

2.12 Bıçak Taşlama Makinesi

Kesici bıçaklar kırıcı makinelerinde kullanılır. Kablo kırıcı makinelerinde kesme işlemi rotor üzerine bağlı bıçaklar ile gövdede sabit bıçaklar arasında kesilerek meydana gelir. Sabit ve döner bıçak aralığı (0,10-0,15 -0,20) mm olarak ayarlanması uygundur. Rotorun bağlı bıçakların elek tarama mesafesi elek delik çapının yarıçapı mesafesinde ayarlanır (Yalman,2019).

Atık plastik kablo kırılan işletmelerde, kabloların küçülmesi işlemini şekil 2.40'da verilen kesici bıçaklar kullanılarak yapılmaktadır. Bu bıçaklar kırma makinelerinde rotor üzerine bağlı olarak 600 d/d dairesel hareketle kesme işlevini yerine getirmektedirler



a)Taşlama Makinası

b) Kesici Bıçaklar

Şekil 2.40: Basit Bıçak Taşlama Makinası

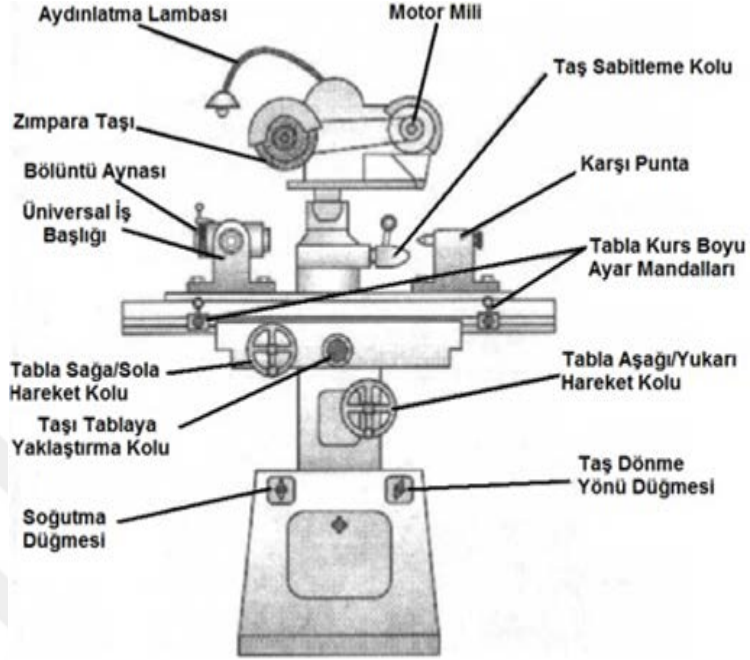
Kaynak: <http://www.kirmabicaklari.com/images/urunler/kirma-bicaklari-imalati.jpg>

Kaynak:http://www.kalendermakina.com/pictures/resim/3_29__3_12_11_bicak_bileme_makinası1.jpg

2.12.1 Bıçak Taşlama Makinesinin Kısımları

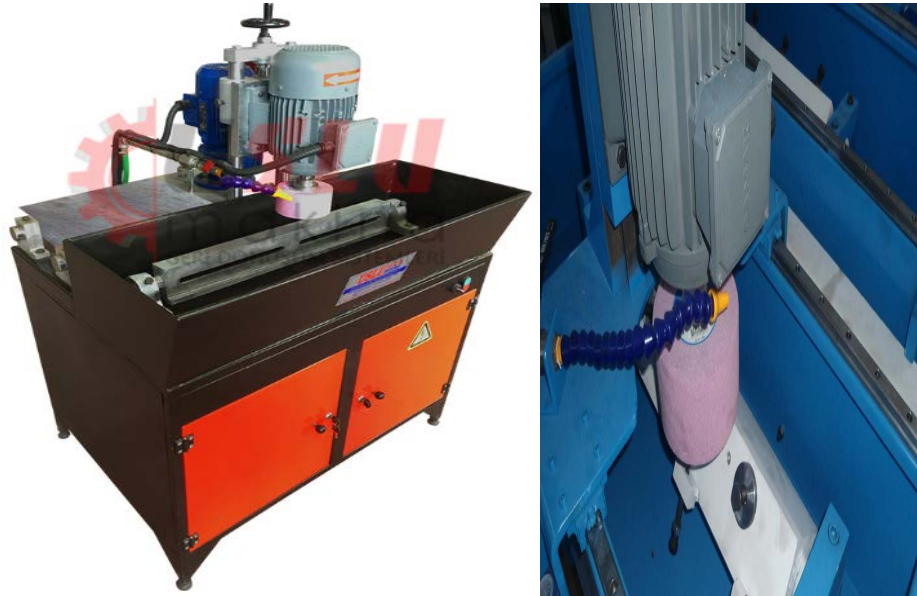
- Silindir kızak
- Taşıyıcı Tekerlek
- Bileme Taşı
- Elektrik Motoru
- 5- Ayar Kızağı

- 6- Kontrol Panosu
- 7- Şase
- 8- Soğutma Deposu



Şekil 2.41: Üniversal taşlama makinası kısım

Kaynak: <http://www.hamitarslan.com/uploads/images/alet-bileme-web1.jpg>



Şekil 2.42: Basit bıçak taşlama makinası kısım

Kaynak: <http://www.uslumakina.com.tr/Bileme/04.jpg>

Kaynak: http://www.kalendermakina.com/pictures/resim/3_29__bileme.jpg

2.12.2 Bıçak Taşlama Makinesindeki Tehlikeler

Basit donanımlı, sahip düşük maliyetle ikame edilme yapısına sahip bıçak bileme makinelerinde bileme taşının korumasız çalıştırılması tehlikeli iş kazalarına neden olabilmektedir.

- Taşlama makinelerinin çalışma alanında veya yanında olanların bileme taşının patlaması sonucu meydana gelecek tehlike,



Şekil 2.43: Kıırma bıçağı bilemesi

- Bıçak bileme işlevi (0-180) derece arasında yatay düzlemede hareket oluşturmaktadır. Bileme işlemi sırasında metal kıvılcımlarının kontrolsüz bırakılmalarından dolayı çalışanın gözüne kıvılcım kaçma tehlikesi,
- Dairesel hareket eden bileme taşına çalışanın temasında oluşan tehlikeler,
- Bileme makinesi taşının patlama tehlikesi,

Taşlama makinesi sessiz tehlike potansiyeli olan bileme taşı patlamalarında dağılan parçaların kurşun etkisi yapabilmektedir. Şekil 2.44'de kırılmış bileme taşı görülmektedir.



Şekil 2.44: Kırılmış bıçak bileme taşı

Bu makinelerde kazanın olması durumunda oluşabilecek şiddet faktörü büyüktür. Çözüm olarak taşlama taşının muhafazası olmadan kullanılmamadır. Ayrıca bu makineye özel çalışma alanı belirlenmelidir. Çalışana iş güvenliği donanımları kullanılarak iş güvenliği sağlanmalıdır. Şekil 2.45’de makinenin bulunduğu diğer çalışanların alanın da uzak bir alanda konumlandırılmıştır. Ayrıca şekil 2.42’deki taş muhafazasız çalışmaya göre şekil 2.45’de taş muhafazalı çalışma yapılmaktadır.



Şekil 2.45: Üniversal satıh taslama ile kırma bıçağı bilemesi

3. RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Endüstrinin gelişmesinde makine teknolojileri lokomotif etkisi göstermektedir. Bu durum işletmelerde kullanımdaki makine sayısının artması sonucunu doğurmuştur. Üretim araçlarının oluşturduğu risk faktörü günümüzde her kesim tarafından benimsenmiş durumdadır. Ortada olan bu gerçekler ışığında “Atık Plastik Bakır Kablo Geri Dönüşüm” sektöründe kullanılan makinelerde portatif yaklaşımla değerlendirme yapılması gereklidir.

Atık Plastik Bakır Kablo Geri Dönüşüm sektöründe kullanılan makine sayısının artması, paralel olarak çalışanlar açısından risk faktörünün artmasına neden olmuştur. Geri dönüşüm işletmelerinde; Toplama Taşıma ve Yükleme Araçları Giyotin Kablo Kesici, Silindirik Kablo Soyma Makinesi, Taşıyıcı Konveyör, Kırıcı Makine, Taşıyıcı Helezon, Seperatör ve Sarsak Elek, Emici Fan, Depolama Silosu ve Ekipmanları, Ayırıcı Manyetik Bant, Plazma Elektrostatik Metal Ayırıştırma ve Bıçak Taşlama Makinesi kullanılmaktadır. Kullanımdaki makinelerde tasarım, kullanım ve bakımdan kaynaklı tehlikelerin gözlenmektedir.

Ülkemizde Atık Plastik Bakır Kablo geri dönüşüm sektörü 1990 yıllarında bazı kanun ve yönetmeliklerin genişletilmesiyle pozitif yönde büyüme sağlamıştır. Ayrıca bu büyüme paralelinde sektöre makine ve donanım tedarikçisi alanını da geliştirdi. Makine teknolojileri kompozit kablonun bileşenleri olan bakır, demir, alüminyum, kurşun ve polimer malzemeleri geri dönüştürülmesi yoluyla ekonomik değer haline getirmektedirler. Sektör arz edicileri verimliliğin ve çalışanların iş sağlığı ve güvenliğine duyarlı üretilmiş makine talepleri artarak devam etmektedir. Bu bölümde makine bazlı risk değerlendirmesi geniş olarak uygulanması yapılacaktır. Risk değerlendirmelerinde kullanılacak metot ve uygulayıcı önem arz etmektedir.

3.1 Risk Değerlendirmesinin Önemi

Ülkemizde yasa koyucu tarafında 2012 yılında 6331 sayılı kanun yürürlüğe girmiş ve tüm paydaşlar açısından yeni sorumluluklar getirmiştir. İş sağlığı ve güvenliği çalışmaları dört nokta üzerinde yürümektedir. Bunlar çalışanlar açısından iş kazaları ve meslek hastalıkları alanında iyileştirmeler. Diğer taraftan performans merkezli üretim ve işletmenin güvenliğinin ön planda olduğu çalışmalardır. Maalesef ölümlü iş kazalarında Avrupa'da birinci, dünyada üçüncü sıradayız.

Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) verileri incelendiğinde Türkiye'de altmış bin iş kazası ayrıca beş yüz meslek hastalığı kayıtlara geçmiştir. İş kazalarında binin üzerinde ölüm meydana gelmiştir. Ayrıca iki bin kişi iş hayatından çekilmiştir. ILO'nun belirlediği ölçütlere göre 2009 yılındaki ülkemizde kazaların maliyeti kırk milyar Türk lirası olarak belirlenmiştir. 6331 sayılı kanun yürürlüğe girdiği tarihten günümüze gelinceye kadar birçok kazanın önüne geçildiği gözlenmektedir (Ceylan.2011).

İş kazası ; Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'ne göre iş kazası “önceden planlanmamış, çoğu zaman yaralanmalara, makine ve teçhizatın zarara uğramasına veya üretimin bir süre durmasına yol açan olay” şeklinde ifade edilirken, Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) ise “belirli bir zarar veya yaralanmaya yol açan, önceden planlanmamış beklenmedik bir olay” olarak açıklamaktadır

İş Kazaları ve meslek hastalıkları 2015 verileri çalışan sağlığı ve güvenliği konusunda daha çok çalışmamız gerektiğini ifade edebiliriz. Bu çalışmada değerlendirmeler proaktif yaklaşımla iş kazaları ve meslek hastalıklarının azaltılmasına katkı sağlanması amaçlardan bir tanesidir. Çizelge 3.1'de Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) 2015 verileri incelenmiştir (Songur vd. 2018).

Çizelge 3.1: İş kazası ve meslek hastalıklarının yaş ve cinsiyet dağılımı (Songur vd. 2018)

| Yaş Aralığı | İş Kazası Geçiren Sigorta Sayısı | | Meslek Hastalığına Tutulan Sigortalı Sayısı | |
|-------------------|----------------------------------|-------|---|-------|
| | Erkek | Kadın | Erkek | Kadın |
| 14 (Çocuk İşçi) | 69 | 2 | 0 | 0 |
| 14-17(Genç İşçi) | 2906 | 1081 | 0 | 1 |
| 18-24 | 42432 | 8213 | 11 | 2 |
| 25-29 | 40390 | 5832 | 23 | 2 |
| 30-34 | 38619 | 5677 | 57 | 8 |
| 35-39 | 31112 | 5662 | 77 | 9 |
| 40-44 | 23667 | 4546 | 91 | 5 |
| 45-49 | 15967 | 2278 | 50 | 5 |
| 50-54 | 7586 | 995 | 21 | 2 |
| 55- ve üzeri | 4174 | 339 | 140 | 6 |
| TOPLAM | 206922 | 34625 | 470 | 40 |

Çizelge 3.1 iş kazaları ve meslek hastalıkları sayısal verileri görülmektedir. Bu verilere tam yansımamış olan kayıt altına alınamamış iş kazaları ve meslek hastalıkları da göz önüne alınacak olursa ortaya çıkacak sayısal verinin artacağı anlamına gelmektedir. İş kazası meydana geldiğinde bütünsellik açısından taraflar farklı kayıplar yaşamaktadırlar. Bu çerçevede değerlendirdiğimizde tarafların sorumluluk ve bilinç seviyesinin artırılması büyük önem arz etmektedir. 6331 sayılı kanun 4857 sayılı kanuna göre işverene ek sorumluluklar getirmiştir. Bunların en önemlisi işletme sahiplerinin risk değerlendirmesi yapma veya yaptıрма yükümlülüğüdür.

Çalışma konumuz olan atık bakır kablo geri dönüşüm sektöründeki işletmelerde makine kaynaklı (tasarım, kullanım, bakım, vb.) tehlikeler görülmektedir. Ülkemizde donanımlı insan kaynağı mevcuttur. Yapılan çalışmalarda bahse konu kanun ve yönetmelikler çerçevesinde risk değerlendirmelerinin uzman kişiler tarafından yapılması gereklidir.

3.1.1 Risk Değerlendirmesinin Mevzuattaki Yeri

Türkiye’de 2012 yılında yürürlüğe giren 6331 sayılı kanun çalışma hayatına pozitif katkı sağlamış durumdadır. Ayrıca 2020 yılı itibari ile birçok yönetmelikler yürürlüğe girmiş ve yenilenerek çıkmaya devam etmektedir. ÇSGB’ nın sitesinde ellinin üzerinde yönetmelik görülmektedir. Çizelge 3.2’da bazı yönetmelikler ifade edilmiştir. İş kazalarını değerlendirme ve sonuca ulaşmak için göz önünde tutulması gereken yükümlülükler.

4857 sayılı İş Kanunu,
5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu,
6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu,
İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili bazı yönetmelikler,
Standartlar,

Çizelge 3.2: İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili bazı yönetmelikler (PAGEV)2013

| No | İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili bazı yönetmelikler |
|----|---|
| 1 | Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği |
| 2 | Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik |
| 3 | Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik |
| 4 | Güvenlik ve Sağlık İşaretleri Yönetmeliği |
| 5 | Makina Emniyeti Yönetmeliği (2006/42/AT) |
| 6 | Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik |
| 7 | Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği |
| 9 | Elle Taşıma İşleri Yönetmeliği |
| 10 | İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik |
| 11 | Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik |
| 12 | Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik |
| 13 | Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği |
| 14 | Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik |
| 15 | İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği |
| 16 | Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik |
| 17 | Tehlikeli Maddelere ve Müstahzarlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formlarının Hazırlanması ve Dağıtılması Hakkında Yönetmelik |
| 18 | Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik |
| 19 | Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği |
| 20 | Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik |
| 21 | İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği |

Kaynak: Ulusal Meslek Standartı Plastik geri Dönüşüm Türk Plastik Sanayicileri Araştırma Geliştirme ve Eğitim Vakfı (PAGEV)2013

Risk değerlendirme yapma veya yaptırma yükümlülüğü 6331'e göre işverenlere getirilmiş en önemli sorumluluktur. 6331 sayılı kanun bu yönü ile çalışma hayatında pozitif etki yaratmıştır. Kanunun 4'c maddesi risk değerlendirmesi, ölçüm, kontrol ve araştırılma ile ilgilidir. Diğer 10'cu madde ise risk değerlendirmesi yapma yükümlülüğünü içermektedir.

Bu yükümlülükler idari para cezası ve işi durdurma gibi yaptırımlar getirmiştir. Çizelge 3.3'de uygulanan para cezaları görülmektedir.

Çizelge 3.3: Uygulamadaki para cezaları

| 10'dan Az alışanı Olan İşyerleri | | | | |
|--|--|--|--|--------------------------------------|
| | AZ TEHLİKELİ (Aynı miktarı) | TEHLİKELİ (% 25 artırılarak) | ÇOK TEHLİKELİ (% 50 artırılarak) | |
| Risk Değerlendirmesi Yapmamak | 3.700 | 4.625 | 5.500 | TL |
| Risk Değerlendirmesi Yapmamaya Devam Etmek | 5.500 | 6.937 | 8.325 | TL/aykırılığın devamı halinde her ay |
| 10 - 49 alışanı Olan İşyerleri | | | | |
| | AZ TEHLİKELİ (Aynı miktarı) | TEHLİKELİ (% 50 artırılarak) | ÇOK TEHLİKELİ (% 100 artırılarak) | |
| Risk Değerlendirmesi Yapmamak | 3.700 | 5.500 | 7.400 | TL |
| Risk Değerlendirmesi Yapmamaya Devam Etmek | 5.500 | 8.325 | 11.100 | TL/aykırılığın devamı halinde her ay |
| 50 - + alışanı Olan İşyerleri | | | | |
| | AZ TEHLİKELİ (% 50 artırılarak) | TEHLİKELİ (% 100 artırılarak) | ÇOK TEHLİKELİ (% 200 artırılarak) | |
| Risk Değerlendirmesi Yapmamak | 5.500 | 7.400 | 11.100 | TL |
| Risk Değerlendirmesi Yapmamaya Devam Etmek | 8,325 | 11.100 | 16.650 | TL/aykırılığın devamı halinde her ay |

Kaynak: http://www.lebibyalkin.com.tr/mevzuat/makaleler/lebib-yalkin-mevzuat-dergisi_mdergi_/2015-eylul-sayi-141_mdergi_8788a-00_/isverenin-risk-degerlendirmesi-yapma-yukumlulugu.html#

Çizelge 3.3'deki verileri incelediğimizde (10-49) kişi çalışanı bulunan tehlikeli sınıftaki işyerinde risk değerlendirmesini yaptırmamanın cezası 5.550 TL'dir. Ayrıca durum bir yıl boyunca devam etmesi halinde yaklaşık 100.000 TL para cezası ödemek zorunda kalınacaktır. İş sağlığı ve güvenliği ekonomi ile paralel gelişim göstermektedir. Maddi yaptırımlar yerine teşvik edici önlemler daha yapıcı olacağı öngörülmektedir.

3.2 Risk Değerlendirmesinde Standartlardaki Yeri

Makine ve makine proseslerinde tehlikelerin ortaya çıkarılmasında, risk azaltışında standartlar yol gösterirler. 2006/42/EC Makine direktiflerini incelediğimizde bazı standartlara atıf yaptığı görülmektedir. Bu standartların emniyetle ilgili olan TS EN 12100' dür. Ayrıca elektriksel tedbirler açısından TS EN 13849' dur. Diğer standart işlevsel güvenlik içerikli TS EN 61508' dir. Şekil 3.1' de tehlikelerin ortadan kaldırılmasında kullanılmış standartlara yer verilmiştir. (Yalman, 2019)



Şekil 3.1: Risk azaltımında kullanılan bazı standartlar

Kaynak: Türk Standartları Enstitüsü:2019

Makine bazlı risk değerlendirmesi TS EN 12100'e göre risk azaltım sırası ile aşağıda belirlenen adımlar uygulanır.

- Makinenin limitleri belirlenir,
- Tehlikeler tanımlanır,
- Risk tahmini,
- Risk değerlendirmesi,

Risk yeterli miktarda azaltıldığı sorusuna cevap verilerek döngü devam edilir. Şekil 3.2’de Risk azaltım adımları ifade edilmiştir. (Özkılıç,2018)



Şekil 3.2:TS EN 12100 Risk azaltma adımları

Kasnak: Necmi Türer:2019

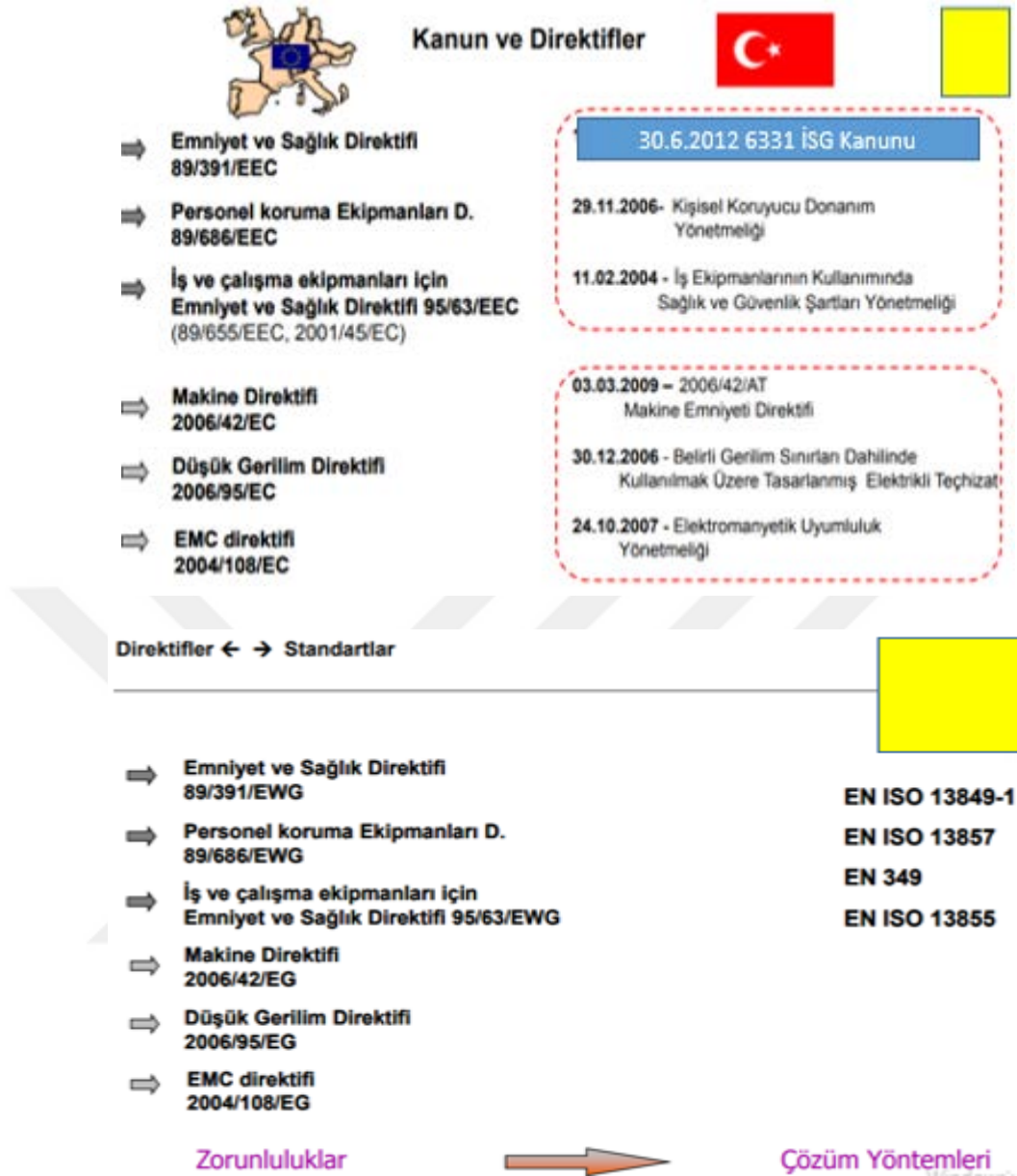
Makinelerde kullanıcıların sorumluluğunun paylaşılması (0-100 %) aralık olarak şekil 3.3’de paylaşılmaktadır.



Şekil 3.3: Makine kaza sonrası sorumluluk paylaşımı

Kasnak: Necmi Türer:2019

Makine ve proste risk fonksiyonlarının en aza indirilmesinde kanun ve direktifler kılavuz görevi görmektedir.



Şekil 3.4: Kanun ve direktifler

Kaynak: Necmi Türer:2019

Şekil 3.4’da Avrupa’da ve Türkiye’de birbirinin karşılığı olan kanun ve direktifler verilmiştir. Örnek; olarak Türkiye’de Makine Emniyet Yönetmeliği Avrupa Birliğini 2006/42/EC sayılı Direktifine paralel olarak hazırlanmıştır(Yalman,2019).

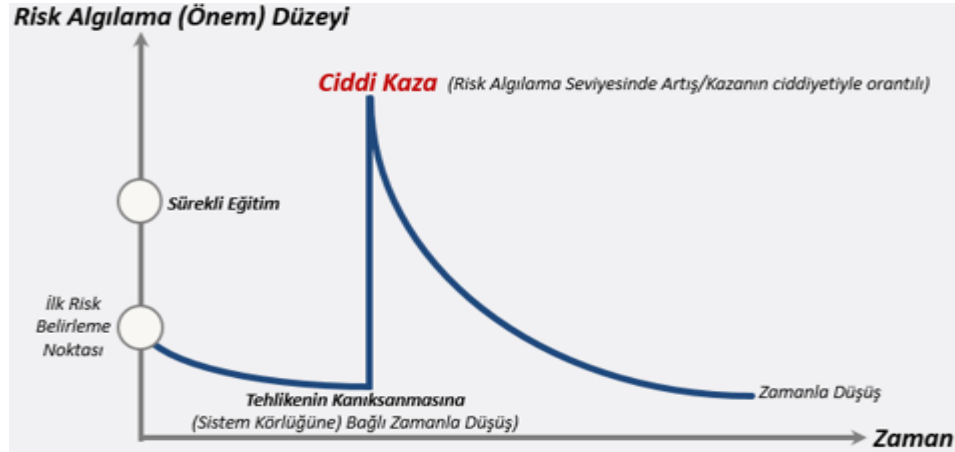
3.3 Risk Yönetimi

İşletmelerde çalışan sağlığı ve işyeri verimliliği artarak daha arz eder hale gelmiştir. Risk yönetiminin amacı kaza olmadan çözümler üretilmesi anlayışı ile

sonuç alması mümkündür. Ülkemizde küçük işletmelerde iş güvenliği 2012 öncesi 2012 sonrası bakış açısı mevcuttur. 6331 sayılı kanun yürürlüğe girdiği tarihten itibaren taraflar arasında iş güvenliği anlayışında pozitif gelişmeler kaydedilmiştir.

Risk yönetim prosesi var olan veya olabilecek tehlikeleri ortaya koyar. Çözüm noktasında kritik değişkenler kullanılarak var olan tehlikeli fonksiyonların ortadan kaldırılmasına uygun stratejiler hazırlar. Risk oluşumunun engellenmesinde problemi tanımlama ve çözme şeklinde iki aşama mevcuttur. Riski oluşturan şiddet ve olasılık faktörleri üzerinde hassasiyetle durulması gerekmektedir. Şiddet faktörünün yüksek olduğu tehlikelerde olasılık faktörü uygulayıcıyı yanıltmamalıdır. Risk yönetimi anlayışı; işyerini ve makine dizaynını çalışana göre uygunlaştırmaya çalışan, çevreci bakış açısını benimsemektir. (Özkılıç,2018 1-20)

Risk yönetim süreçleri üç noktada dinamik yapıda yürümektedir. Bu yapı çalışan, işletme ve çevre olarak sınırlandırılabilir. Uygulamaya bakıldığında ilk aşama tehlikelerin ortadan kaldırılması insan merkezli çözümdür. İkinci aşama işletmenin çevreye etkilerinin minimize edilmesi anlayışıdır. Üçüncü aşama çalışan sağlığı ve güvenliği şartlarının iyileştirilmesidir.



Şekil 3.5: Risk algılama düzeyi

Kaynak: <https://slideplayer.biz.tr/slide/10369511/33/images/80/Risk+Alg%C4%B1lama+%28%C3%96nem%29+D%C3%BCzeyi+Tehlikenin+Kan%C4%B1ksanmas%C4%B1na.jpg>

Risk algılama ve kanıksama düzeyleri şekil 3.4'de gösterilmiştir. Tehlike belirlenir ve beraber yaşanır. Tehlikenin sonucu kaza yaşanır risk algısı

yükselir. Oluşan risk algısı döngüsü gerçekli yaklaşımlar yürütülmediği işletmelerde tekrarlanarak devam eder.

Şekil 3.2’de Risk yönetim prosesi uygulama adımları verilmiştir. Riski oluşturan tehlikeler belirlenir. Türkiye’de 28512 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliğinde

Tehlike: “İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyeli”

Risk: “Tehlikelerden kaynaklanacak kayıp, yaralama ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimali”

Risk değerlendirme: “İşyerlerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmalar” şeklinde ifade edilmiştir.(Şura Toptancı,2017) Şekil 3.2’de görüldüğü gibi RYS’nin başlangıcı olan risk oluşturan tehlikelerin tespitidir.

İşletmelerin sınıf ve alan yapıları değerlendirilerek risk değerlendirme süreçleri teknik uzmanlar tarafından yürütülmesi gereklidir. Bu çerçevede iş sağlığı ve güvenliği paydaşlarının yol almaları gerekmektedir.

3.4 Risk Değerlendirme Yöntemleri

Endüstrini gelişmesi iş sahalarının gelişmesine sebep olmuştur. İşletmelerde az tehlikeli, tehlikeli ve çok tehlikeli sınıflara ayrılmıştır. Risk değerlendirme yöntemleri işletme merkezli olarak seçilerek yapılması doğru sonuç çıkması açısından önemlidir. Doğru metot seçimi iş kazalarına sebebiyet verecek tehlikelerin ortadan kaldırılmasında, işletmenin ekonomik zarara uğramamasına ve çevrenin korunmasına sebep olacaktır.

İSG risk değerlendirmelerinde iki farklı anlayış bulunmaktadır. Bunların ilki olay olduğunda çözümün oluşturulduğu reaktif yaklaşım, diğeri olay olmadan önce çözüm üretilmesidir. Son yıllarda proaktif yaklaşımın önü açıktır.

Ceylan’a göre risk değerlendirme yöntemlerini şöyle belirtmiştir; Risk değerlendirme kavramı çalışılan ortamda var olan tehlikelerden kaynaklı riskleri

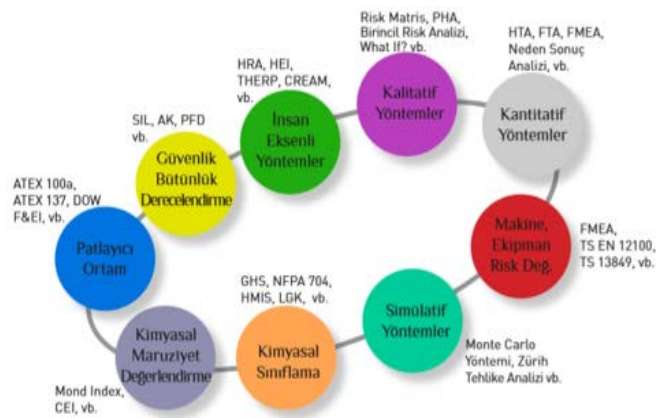
belirlemek ve bu risklerin hangi seviyede olduğunu tespit edip ne yapılması gerektiğine kararlar verme sürecidir. Şuan itibari ile yüz elli yakın metot mevcuttur. Risk değerlendirme metotlarının sonuçları kantitatif ve kalitatif şeklinde iki gruba ayrılır. (Hüseyin Ceylan, 2011)

Çizelge 3.4: Risk değerlendirme metotları

| Numara | Risk Değerlendirme Metotları |
|--------|---|
| 1 | Hata Türleri, Etkileri ve Kritiklik Analizi |
| 2 | Zürih Tehlike Analizi |
| 3 | Fine Kinney Modeli |
| 4 | Ön Tehlike Analizi |
| 5 | Hata Ağacı Analizi |
| 6 | Güvenlik Fonksiyon Analizi |
| 7 | Makine Risk Değerlendirmesi |
| 8 | İnsan Hata Oranı Tahmin Tekniği |
| 9 | Olay Ağacı Analizi |
| 10 | Birincil Risk Analizi |
| 11 | İşlemleri İnceleme Tekniği |
| 12 | İş Güvenliği Analizi |
| 13 | Neden - Sonuç Analizi |
| 14 | İşlemleri İnceleme Tekniği |
| 15 | Güvenlik Bariyer Diyagramları |

Çizelge 3.4’de 150 RDM’den 15 tane risk değerlendirme yöntemi verilmiştir. Bu metotlar kullanım alanlarına göre uygulaması yapılmaktadır. Her metodun kendine özgü risk belirleme açısı mevcuttur. Kalitatif risk değerlendirme yöntemlerinden olan Ön Tehlike Analizi (PHA), kantitatif yöntem olan makine bazlı risk değerlendirmesi (HRN) ve makine standartları TS EN 12100 ve TS EN 13849 bu çalışmada kullanılmıştır.

Bu iki metodu riskler proaktif yaklaşım ile çözüm önerileri getirilmiştir. Şekil 3.5’de Risk Değerlendirme Metodolojilerinin Sınıflandırılması görülmektedir.



Şekil 3.6: Risk değerlendirme metodolojileri (Özkılıç,2018)

3.4.1 Ön tehlike analizi (PHA) (Preliminary Hazard Analysis)

İşletmelerde risklerin tespitinde ve diğer metodolojilere taban oluşturan ön tehlike analizi mevcuttur. Risk değerlendirme metodlarının belirlenmesi; işletme alanı, tehlike düzeyi ve riske özel (makine, kimya, gıda, vb.) çalışma ile belirlenir.

Yapılan alan çalışmalarının da risk seviyelerinin ölçülmesinde ön tehlike analizi ve risk matrislerinin temellerini oluşturan ABD askeri standartlarından MIL-STD-882'den yararlanılmıştır. Ön Tehlike Analizi, tasarım aşamalarında ya da diğer metotlara veri oluşturmada akılcı bir yoldur. Bu metot hızlı uygulaması olan kalitatif (niteleyici) risk değerlendirmesidir.

Çizelge 3.5: Ön tehlike analizi (PHA) Şiddet faktörünün derecesi

| Şiddet Kategorileri | | |
|----------------------------|-------------------|--|
| Açıklama | Şiddet Kategorisi | Kaza Sonuç Kriteri |
| Katastrofik | 1 | Şunlardan bir veya bir kaçını ile sonuçlanabilir: ölüm, kalıcı sakatlık, geri alınamaz önemli çevresel etki ya da 10 Milyon dolar ve üzeri parasal kayıp. |
| Kritik | 2 | Şunlardan bir veya bir kaçını ile sonuçlanabilir: ölüm, kalıcı sakatlık, en az üç çalışanın hastaneye yatması ile sonuçlanacak meslek hastalığı, geri alınabilir önemli çevresel etki ya da 10 Milyon dolardan az olmak üzere 1 Milyon dolar ve üzeri parasal kayıp. |
| Sınırdaki | 3 | Şunlardan bir veya bir kaçını ile sonuçlanabilir: bir veya daha fazla kayıp iş günü ile sonuçlanabilecek yaralanma ya da meslek hastalığı, geri alınabilir orta düzey çevresel etki ya da 1 Milyon dolardan az olmak üzere 100 bin dolar ve üzeri parasal kayıp. |
| Önemsiz | 4 | Şunlardan bir veya bir kaçını ile sonuçlanabilir: kayıp iş günü ile sonuçlanmayan yaralanma ya da meslek hastalığı, asgari çevresel etki ya da 100 bin dolardan daha az parasal kayıp. |

Çizelge 3.5'da gösterilen açıklama kısmında nitel ifadeler; Katastrofik, kritik, sınırdaki ve önemsiz şeklinde ayrıca kaza sonuç kriteri verilmiştir. Şiddet kategorisi faktörünün 1-4 arasında ifade edilmiştir.

Çizelge 3.6: Ön tehlike analizi (PHA) Olasılık faktörünün

| Olasılık seviyeleri | | | |
|---------------------|--------|--|--|
| Açıklama | Seviye | Belli tekil öğeler | Durum |
| Sık sık | A | Bir öğenin ömrü boyunca sık sık olması muhtemel | Sürekli yaşanan |
| Olası | B | Bir öğenin ömrü boyunca birkaç kez meydana gelir. | Sıklıkla yaşanabilecek |
| Ara sıra | C | Bir öğenin ömrü boyunca bazen meydana gelir. | Bir defa yaşanabilecek |
| Uzak olasılık | D | Beklenmeyen ancak bir öğenin ömrü boyunca meydana gelmesi mümkün olan | Muhtemel olmayan ancak makul surette meydana gelmesi beklenebilir olan |
| Beklenmedik | E | Hiç beklenmeyen, bir öğenin ömrü boyunca meydana gelmeyeceği kabul edilebilir. | Meydana gelmesi muhtemel olmayan ancak mümkün olan |
| Kaldırılmış | F | Ortaya çıkması mümkün olmayan Bu seviye potansiyel tehlikeler tanımlanıp sonra ortadan kaldırıldığında kullanılır. | Ortaya çıkması mümkün olmayan Bu seviye potansiyel tehlikeler tanımlanıp sonra ortadan kaldırıldığında kullanılır. |

Çizelge 3.6’de gösterilen olasılık faktörünün (A-B-C-D-E-F) arasında seviyeler mevcuttur. Zaman aralığı sık sık, olası, ara sıra, uzak olasılık, beklenmedik ve kaldırılmış olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 3.7: Ön tehlike analizi (PHA) metodunda risk değerlendirilmesi

| RİSK DEĞERLENDİRME MATRİSİ | | | | |
|----------------------------|-----------------|------------|---------------|-------------|
| | Katastrofik (1) | Kritik (2) | Sınırdaki (3) | Önemsiz (4) |
| Sık sık (A) | Yüksek | Yüksek | Ciddi | Orta |
| Olası (B) | Yüksek | Yüksek | Ciddi | Orta |
| Ara sıra (C) | Yüksek | Ciddi | Orta | Düşük |
| Uzak olasılık (D) | Ciddi | Orta | Orta | Düşük |
| Beklenmedik (E) | Orta | Orta | Orta | Düşük |
| Kaldırılmış (F) | | | Kaldırılmış | |

Çizelge 3.7’de görülen risk değerlendirmesinin sonuçlarına göre tablodan düşük, orta, ciddi ve yüksek olarak değerlendirilir. Burada olasılık ve şiddet faktörleri bileşkesine bağımlı risk faktörü oluşur.

3.4.2 Tehlike Derecelendirme Numarası Sistemi

Atık plastik ve bakır kablo geri dönüşüm sektöründe kullanılan en riskli pozisyondaki makineleri arasında giyotin kesici, silindir soyma ve kırıcı makineleridir.

Giyotin kesici, silindir soyma ve kırıcı makinesinde elle besleme yapılırken elin kesici bıçaklara kaptırılmaları sonucu, uzuv kopmaları ve ölümlü iş kazaları meydana gelme ihtimali vardır. Bu tehlikeler makine bazlı risk değerlendirmesi ile değerlendirilmiş ve çözümler getirilmiştir.

Tehlike Derecelendirme Numarası Sistemi (HRN) metodunun skalalarını incelediğimizde; OMGO: (Olayın meydana gelme olasılığı(0,003-15)), TBBS: (Tehlikeli bölgede bulunma sıklığı(1-5)), OYŞ: (Olası yaralanmanın şiddeti(0,1-15)), RAKKS: (Risk altında kalan kişi sayısı(1-12)) ve risk sonuç değerlendirme(0,11-1125) şeklinde görülmektedir. Çizelge 3.8'de tehlikenin değerlendirmesinde kullanılan skalalar verilmiştir.

Çizelge 3.8: Tehlike derecelendirme numarası sisteminde(Risk belirleme)

| Tehlike Değerlendirme Numarası Sistemi | |
|---|---|
| OMGO* | Olayın Meydana Gelme Olasılığı |
| 0,003 | Neredeyse imkânsız |
| 1 | Çok zor olasılık |
| 1,5 | Zor olasılık |
| 2 | Olası |
| 5 | Muhtemelen |
| 8 | Mümkün |
| 10 | Yüksek ihtimal |
| 15 | Kesin |
| TBBS* | Tehlikeli bölgede bulunma sıklığı |
| 0.5 | Yılda 1 |
| 1 | Ayda 1 |
| 1.5 | Haftada 1 |
| 2.5 | Günde 1 |
| 4 | Saatte 1 |
| 5 | Sürekli |
| OYŞ* | Olası yaralanma şiddeti |
| 0.1 | Çizilme, sıyrılma |
| 0.5 | Kesilme, yırtılma |
| 1 | Küçük kemik kırılması(parmak) |
| 2 | Küçük kemik kırılması(el, kol, bacak) |
| 4 | 1 veya 2 parmak kaybı |
| 8 | El, kol, bacak kaybı, kısmen görme veya işitme |
| 10 | 2 El, kol, bacak kaybı, tamamen işitme veya görme kaybı |
| 12 | Ciddi kalıcı hastalık |
| 15 | Ölümcül |
| RAKKS* | Risk altında kalan kişi sayısı |
| 1 | 1-2 kişi |
| 2 | 3-7 kişi |
| 4 | 8-15 kişi |
| 8 | 16-50 kişi |
| 12 | >50 kişi |

Kaynak: Tehlike Derecelendirme Numaraları (Türer.2013: 1-94)

Çizelge 3.8 Makine bazlı risk değerlendirmesinde pratik olarak kullanılabilen; HRN metodunun risk sonuç belirleme skalaları RAKKS, TBBS, OYŞ ve OMGO

belirlemiştir. Giyotin kesici, silindir soyma ve kırıcı makinelerinde elle besleme yapılırken en önemli tehlike, çalışanın elini kaptırması sonucu uzuv kopma tehlikesidir. (Yalman,2019)

Örnek olarak; giyotin kesme makinesinde elle besleme ile yapılan çalışmada karşılaşılabilen olay incelenmiştir.

RAKKS: Giyotin kesme makinesinde iki kişi ile çalışma yapılmaktadır.

TBBS: Giyotin kesme makinesinde çalışan alanında sürekli bulunmaktadır.

OYŞ: 1 veya 2 parmak kaybı

OMGO: Olayın meydana gelme olasılığı

HRNS=OMGO x TBBS x OYŞ x RAKKS

HRN=8x5x4x1=160

Yüksek risk: Acil olarak emniyet tedbirlerinin alınması gerekecek kadar potansiyel tehlike vardır. Bu tedbirler acil olarak uygulanmalıdır.

Çizelge 3.9: Tehlike derecelendirme numarası sisteminde (Risk sonuç analiz değerleri)

| HRN | Risk | Açıklama |
|----------|-----------------------|---|
| 0-1 | İhmal edilebilir risk | Mevcut durumda sağlık ve güvenliği tehlikeye atacak risk yok, ilave emniyet tedbirine ihtiyaç yok |
| 2-5 | Çok düşük risk | Mevcut durumda sağlık ve güvenliği tehlikeye atan çok az risk var, ilave olarak kayda değer bir emniyet tedbirine gerek olmayabilir. Personel koruma ekipmanları kullanılabilir ve eğitimlerle risk azaltılabilir |
| 6-15 | Düşük risk | Az da olsa risk vardır. Emniyet tedbiri için gerekli kontrol ekipmanlarının kullanılması önerilmelidir. |
| 16-50 | Dikkate değer risk | Emniyet tedbirinin alınması gerektirecek seviyede risk vardır. İlk fırsatta bu tedbirler uygulanmalıdır. |
| 51-100 | Yüksek risk | Acil olarak emniyet tedbirlerini alınması gerekecek kadar potansiyel tehlike vardır. Bu tedbirler acil olarak uygulanmalıdır. |
| 101-500 | Çok yüksek risk | Çok acil olarak emniyet tedbiri alınmalıdır. İlgili yönetim birimleri haberdar edilmelidir. |
| 501-1125 | Aşırı yüksek risk | Çok acil olarak emniyet tedbiri alınmalı, yeterli kontrol tedbirleri alınmaya kadar ekipmanlar kullanılmamalı, insanlar uzak tutulmalı ve ilgili yönetim birimleri haberdar edilmelidir. |

Kaynak: Tehlike Derecelendirme Numarası Sonuç Değerlendirme (Türer.2013: 1-94)

Çizelge 3.9'de Makine merkezli risk değerlendirilmesinin yapıldığı metot; Tehlike derecelendirme numarası sisteminin (HRN) görülmektedir. Çizelgelerde verilen sayısal değer aralığı yaklaşık (0-1125) olarak karşımıza çıkmaktadır.



4. UYGULAMALAR

Türkiye’de “Atık Plastik Bakır Kablo Geri Dönüşüm” sektöründe farklı teknik yapılarda makineler barındırmaktadır. Bu çalışmada dört farklı atık kabloların geri kazanımında işletmede kullanılan on iki (12) farklı makinelerdeki tehlikelerin değerlendirmesi yapılmıştır. Makine risk değerlendirmesi 29/12/2009 makine emniyeti yönetmeliği ve 25/4/2013 iş ekipmanları yönetmeliği çerçevesinde değerlendirilmiştir. Ayrıca TS EN 12100 ve TS EN 13849 standart merkezli tehlike gidermeye çalışılmıştır.

- Toplama Taşıma ve Yükleme Araçları
- Giyotin Kablo Kesici
- Silindirik Kablo Soyma Makinesi
- Taşıyıcı Konveyör
- Kırıcı Makine
- Taşıyıcı Helezon
- Seperatör ve Sarsak Elek
- Emici Fan
- Depolama Silosu ve Ekipmanları
- Ayırıcı Manyetik Bant
- Plazma Elektrostatik Metal Ayırıştırma
- Bıçak Taşlama Makinesi

Değerlendirmelerde ön tehlike analizi ve makine bazlı risk değerlendirme metotları kullanılmıştır.

4.1 Atık Bakır Kablo Geri Dönüşüm Tesisinde PHA ve HNS Metotları İle Risk Değerlendirmesi

Risk değerlendirme metotları kantitatif (nicel) , kalitatif (nitel) ve hem nicel hem de nitel (Karma) şeklinde kullanım alanları mevcuttur. Kalitatif metotta risk değerlendiricisinin tecrübesi, Öngörüsü ve tehlike önceliği algısı büyük

önem arz etmektedir. Risk ifadeleri düşük, orta, ciddi ve yüksek gibi tanımlanmaktadır. Bu ifadelerin oluşmasında subjektif değerlendirme çerçevesinde kritik sonuçlar oluşmaktadır. Karmaşık yapıların değerlendirilmesinde yetersizlik içindedir.(Ercan,2016) Ön tehlike analizi metodunun kavramları aşağıda kısaltmaları verilmiştir. Çizelge 4.1 bu kavramlar kullanılarak değerlendirme yapılmıştır.

Tehlike: TK

Sebepleri: SP

Etkileri: EK

Şiddet: ŞD

İhtimal: İT

Sonuç: SÇ

Önlem: ÖM

Yüksek: YÜ

Orta: OT

Ciddi: CD

Düşük: DK

Giyotin Makinesi: GY1- GY2

Silindirik kesici: SD1- SD2- SD3

Taşıyıcı konveyör: KV1- KV2

Kırma makinesi: KR1- KR2- KR3- KR4- KR5- KR6

Taşıyıcı helezon: HL1

Seperatör elek: SP1- SP2

Fan makinesi: FM1- FM2- FM3

Depolama Silosu:DPS1- DPS2

Plastik Elektro Statik Ayırma: PESA1- PESA2

Taşlama Makinesi:TM1- TM2- TM3- TM4

Çizelge 4.1: Ön tehlike analizi (Preliminary Hazard Analysis)

| TK | SP | EK | ŞD | İT | SÇ | ÖM |
|---|--|-------------------------|----|----|----|---|
| GY1:Elin kesim sırasında kesici ağıza kaptırılması | Elle yanlış besleme | Uzuv kaybı | 1 | B | YÜ | Kesici ağızın koruma levhasız kullanılmaması |
| GY2:Kabloyu kesim ağızına verirken denge kaybolması sonucunda çeşitli yaralanmalar | Çalışanların dikkatsizliği | Doku yaralanmaları | 4 | A | OT | Çalışanların eğitim verilmeli |
| SD1: Silindirik kesici ağıza elini kaptırma | Koruma plakasının olmaması | Uzuv kaybı | 1 | B | YÜ | Koruma plakası olmadan çalışmaya izin verilmemesi |
| SD2:Kablo soyma makinesinde aktarma organı el ve vücudun kaptırılması | Redaktörün burç veya zincir kısmının korumasız çalıştırılması | Uzuv kaybı ve yaralanma | 1 | B | YÜ | Koruma ekipmanları olmadan çalışmaya izin verilmemesi |
| SD3:Makinenin çalışma yapılan bölgesinin düzensizliği sonucu oluşan yaralanma | Dikkatsiz ve düzensiz çalışma yapılması | Yaralanmalar | 4 | A | OT | Çalışanların eğitim verilmeli ve ortam düzenlemesi yapılmalıdır. |
| KV1:Taşıyıcı konveyör makinesinde aktarma organı olarak kullanılan redüktörün burç veya zincir kısmının sarılma | Kullanılan redüktörün burç veya zincir kısmının korumasız kullanılması | Uzuv kaybı ve yaralanma | 2 | C | CD | Koruma ekipmanları olmadan çalışmaya izin verilmemesi |
| KV2:Tambura sarılı kauçuk (polimer(alestomer)) bant üzerine çalışanın çıkmasının engellenememesi tehlikesi, | Operatörün makineye makineyi stop etmeden müdahale etmesi | Ölüm ve uzuv kaybı | 1 | E | OT | Operatörün tehlikeli bölgeye geçtiğinde makine aktarma organlarının stop verecek mekanizmaların oluşturulması |
| KR1:Kırma makinesinde elle malzeme(kablo, plastik, vb) atıp makine önünde çalışma yaparken elin dönen rotora kaptırılması | Dikkatsiz çalışma sebebi elin veya ayağın, kırılan malzemeye sarılması ile rotor içeri çekilmesi | Ölüm ve uzuv kaybı | 1 | E | OT | Taşıyıcı konveyör kullanılmadığıdır. |
| KR2:Makine önünde çalışma anında kesici (rotor) kısmına dikkatsiz ayırma sonu atılan kablo dışı metallerin kesici bıçakların kırılmasına ve dışarı fırlamasına neden olması | Davlumbaz önünde malzeme beslenme yapılması | Ölüm ve uzuv kaybı | 1 | E | OT | Taşıyıcı konveyör kullanılmama veya davlumbaz alanı dışında çalışma |
| KR3:Enerji absorbe edip elektrik enerjisinin tasarrufu sağlayan volanlara sarılma | Volanların kısmının korumasız kullanılması | Uzuv kaybı ve yaralanma | 2 | C | CD | Volanların kısmının korumasız çalışmanın önlenmesi |

Çizelge 4.1: (devam) Ön tehlike analizi (Preliminary Hazard Analysis)

| TK | SP | EK | ŞD | İT | SÇ | ÖM |
|---|--|----------------------|----|----|----|--|
| KR4:Ses yalıtımsız makine çalışma alanının gürültüden dolayı duyu kaybı | Ses yalıtımı olmayan makine veya kişisel koruyucu kullanılmaması | Duyu kaybı | 2 | C | CD | Ses yalıtımı olan makine veya kişisel koruyucu kullanılması |
| KR5:Havalandırma tertibatının yeterli olmadığı tozlu ortam | Doğal veya cebri havalandırma kullanılmaması | Akciğer hastalıkları | 3 | D | OT | Doğal veya cebri havalandırma ve kişisel koruyucu kullanılmalı |
| KR6:Gövdede bulunan üst kapağın açılması | Aşırı besleme veya rotor kısmına metal atılması | Ölüm ve uzuv kaybı | 1 | E | OT | Alt ve üst gövdede switch kullanılmalı |
| HL1:Helezonları alt bölümünde huni benzeri depolama alanları mevcuttur. Bu alanda zaman zaman kırılmış kompozit kablonun ısınması ile huni çeperine yapışabilmektedir. Huni çeperine yapışan kırılmış malzeme taşıyıcı helezona ulaşamaması sonucu boş dönme meydana gelmektedir. Bu gibi durumda çalışanın elle huni çeperini alt taşıyıcı helezon hatvesine doğru itmek isterken elin dönen iç helezona kaptırılması sonucu uzuv kopmaları yaşanabilmektedir. | Elle müdahale edilmesi | Uzuv kaybı | 2 | E | OT | Helezona müdahale edilemeyecek tasarımlı ekipman kullanımı |
| SP1:Yetersiz cebri havalandırmadan dolayı sarsak eleme makinesinden ortama yayılan plastik toz partikülleri | Doğal veya cebri havalandırma olmaması | Akciğer hastalıkları | 3 | D | OT | Depolama ve toz silosunun uygun veya periyodik bakımları yapılmalıdır. |
| SP2:Seperatör elekte bakır ile metalin plastikten ayrıştırılması yapılırken plastik partikülleri depolama silosuna basılır. Depolamayı yaptıran fan mekanizmasıdır. Taşıyıcısı fan; seperatör elekten emdiği plastik partikülleri depolama silosuna üfleyerek gönderir. Bu gönderme işlemi sırasında, plastik partiküllerin geçtiği yollarının ve depolama silolarının bakımsız ve yetersiz olması durumunda oluşan tehlike | Depolama ve toz silosunun uygunsuz veya bakımsız olması | Akciğer hastalıkları | 3 | D | OT | Depolama ve toz silosunun uygun veya periyodik bakımları yapılmalıdır. |
| FM1:Fan makinesi çalışırken elin dikkatsizlik sonucu emiş ağızına sokulması | Emiş ağızının korumasız çalıştırılması | Uzuv kayıpları | 2 | E | OT | Emiş ağızının tasarımı güvenli hale getirilmeli |

Çizelge 4.1: (devam) Ön tehlike analizi (Preliminary Hazard Analysis)

| TK | SP | EK | ŞD | İT | SÇ | ÖM |
|---|---|----------------------------------|----|----|----|---|
| FM2: Emiş döner çemberin balansı çalıştırılması sonucunda parça sıçraması | Balans oluşmuş makinanın kullanımına devam edilmesi | Vücut yaralanması | 4 | E | DK | Çemberin balansı düzeltilmeli |
| FM3:Yataklama sisteminde kullanılan rulman bozulması sonucunda oluşan gürültü | Rulmanları bozulmuş makinesin çalıştırılması | Duyu kayıpları | 2 | E | OT | Rulmanlar değiştirilip bakım yapılmalı |
| DPS1:Kompozit kablo dönüştürme işletmelerinde partikül toplama bez silolarının temizlenmemesinden kaynaklanan tehlike | Periyodik bakım yapılmaması | Akciğer hastalıkları | 3 | D | OT | Periyodik bakımların zamanın yapılması |
| DPS2:Bez partikül toplama bez silolarının kullanım ömrünü tamamlamış olmaları | Toplama bez silolarının bakımsız kullanılması | Akciğer hastalıkları | 3 | D | OT | Toplama bez silolarının yenilenmesi |
| PESA1:Plazma elektrostatik metal ayrıştırma makinası tambura ve hareket sağlayan aktarma organlarının korumasız çalıştırılması sonucunda, çalışanların uzuv kopmaları | Tambur aktarma organı korumasız çalıştırılması | Uzuv kayıpları | 2 | E | OT | Tambur aktarma organı korumalı tasarım kullanılmalı |
| PESA2: Makine çalışma alanının koruma şasesi olmamasından dolayı oluşabilecek çalışanın tambura sarılma tehlikesi | Makine çevresinde operatörün tehlike alanına girmesinin önlenmemesi | Ölüm ve uzuv kayıpları | 1 | D | CD | Makine çevresine koruma ve tehlikeli alan ihlali yapıldığında stop sisteminin çalışması |
| TM1:Taşlama makinelerinin çalışma alanında veya yanında olanların bileme taşının patlaması sonucu meydana gelecek tehlike, | Bileme taşının korumasız çalıştırılması | Ölüm ve uzuv kayıpları | 1 | D | CD | Korumasız makine kullanılmamalı |
| TM2:Bıçak bileme işlevi (0-180) derece arasında yatay düzlemde hareket oluşmaktadır. Bileme işlemi sırasında metal kıvılcıklarının kontrolsüz bırakılmalarından dolayı çalışanın gözüne kıvılcım kaçma tehlikesi, | Taşlama tablo koruması kullanılmaması | Göz yaralanmaları veya kayıpları | 1 | D | CD | Taş muhafazası ve tablo kullanılmalı |
| TM3:Dairesel hareket eden bileme taşına çalışanın temasında oluşan tehlikeler, | Koruyucu ekipman kullanılmaması | Elde yaralanma | 4 | C | DK | Koruyucu ekipman kullanılmalı |
| TM4: Bıçak bileme makinesi taşının patlama tehlikesi, | Makinenin özel ortamda ve korumasız çalıştırılması | Ölüm ve göz kayıpları | 1 | E | OT | Özel alanda ve bileme taşı koruması ile çalışılmalı |

Çizelge 4.1’de 27 tane tehlikenin risk analizi Ön Tehlike Analizi(PHA) metodu ile değerlendirilmiştir. Kantitatif metotlarda ise olasılık ve şiddet etkiler sayısal

ifadelerle ortaya konmaktadır. Karmaşık yapılarda kullanılabilir. Tehlike Değerlendirme Numarası Sistemi(TDNS) Metodunun kavramları aşağıda kısaltmaları verilmiştir. Çizelge 4.2 bu kavramlar kullanılarak değerlendirme yapılmıştır.

Hazard Rating Number System: HRNS

Tehlike Değerlendirme Numarası Sistemi: TDNS

TDNS: A

Risk Altında Kalan Kişi Sayısı: RAKKS

RAKKS: B

Tehlikeli Bölgede Bulunma Süresi: TBBS

TBBS: C

Olayın Meydana Gelme Olasılığı: OMGO

OMGO: D

Olası Yaralanma Şiddeti: OYŞ

OYŞ: E

İlk TDNS: İ.A

Son TDNS: S.A

İhmal Edilebilir Risk: İER

Çok Düşük Risk: ÇDR

Düşük : DK

Dikkate Değer Risk: DDR

Yüksek Risk: YR

Çok Yüksek Risk: ÇYR

Aşırı Yüksek Risk: AYR

Çizelge 4.2: Tehlike Derecesi Numarası Sistemi(Hazard Rating Number System)

| TK | B | C | D | E | İ.A | B | C | D | E | S.A |
|--|---|---|---|----|------|---|---|---|-----|-----|
| GY1-İ.A: Kesici ağızın koruma levhasız kullanılması | 1 | 5 | 8 | 10 | 400 | 1 | 5 | 1 | 0,5 | 2,5 |
| GY1-S.A: Kesici ağızın koruma levhasız kullanılmaması | | | | | | | | | | |
| GY2-İ.A:Kabloyu kesim ağızına verirken denge kaybolması sonucunda çeşitli yaralanmalar | 1 | 5 | 8 | 1 | 40 | 1 | 5 | 1 | 0,5 | 2,5 |
| GY2-S.A:Çalışanların eğitim verilmeli | | | | | | | | | | |
| SD1-İ.A: Silindirik kesici ağıza elini kaptırma | 1 | 5 | 8 | 4 | 160 | 1 | 5 | 1 | 0,5 | 2,5 |
| SD1-S.A: Koruma plakası olmadan çalışmaya izin verilmemesi | | | | | | | | | | |
| SD2-İ.A:Kablo soyuma makinesine aktarma organı el ve vücudun kaptırılması | 2 | 5 | 8 | 4 | 320 | 2 | 5 | 1 | 0,5 | 5 |
| SD2-S.A Koruma ekipmanları olmadan çalışmaya izin verilmemesi | | | | | | | | | | |
| SD3-İ.A: Makinenin çalışma yapılan bölgesinin düzensizliği sonucu oluşan yaranma | 2 | 5 | 8 | 2 | 160 | 2 | 5 | 1 | 0,5 | 5 |
| SD3-S.A: Çalışanlara eğitim verilmeli ve ortam düzenlemesi yapılmalıdır. | | | | | | | | | | |
| KV1-İ.A: Taşıyıcı konveyör makinesinde aktarma organı olarak kullanılan redüktörün burç veya zincir kısmına sarılma | 4 | 4 | 8 | 4 | 512 | 4 | 4 | 1 | 0,5 | 8 |
| KV1-S.A Operatörün tehlikeli bölgeye geçtiğinde makine aktarma organlarının stop verecek mekanizmalarının oluşturulması | | | | | | | | | | |
| KV2-İ.A: Tambura sarılı kauçuk (polimer(alestomer)) bant üzerine çalışanın çıkmasının engellenememesi | 1 | 5 | 8 | 15 | 600 | 1 | 5 | 1 | 0,5 | 2,5 |
| KV2-S.A Taşıyıcı konveyör kullanılma veya davlumbaz alanı dışında çalışma | | | | | | | | | | |
| KR1-İ.A: Kırma makinesinde elle malzeme(kablo, plastik, vb.) atıp makine önünde çalışma yaparken elin dönen rotora kaptırılması | 1 | 5 | 8 | 15 | 600 | 1 | 5 | 1 | 0,5 | 2,5 |
| KR1-S.A: Koruma ekipmanları olmadan çalışmaya izin verilmemesi | | | | | | | | | | |
| KR2-İ.A: Makine önünde çalışma anında kesici (rotor) kısmına dikkatsiz ayırma sonu atılan kablo dışı metallerin kesici bıçakların kırılmasına ve dışarı fırlamasına neden olması | 4 | 4 | 8 | 15 | 1920 | 4 | 4 | 1 | 0,5 | 8 |
| KR2-S.A:Taşıyıcı konveyör kullanılma veya davlumbaz alanı dışında çalışma | | | | | | | | | | |

Çizelge 4.2: (devamı) Tehlike Derecesi Numarası Sistemi(Hazard Rating Number System)

| TK | B | C | D | E | İ.A | B | C | D | E | S.A |
|--|---|---|---|----|------|---|---|---|-----|-----|
| KR3-İ.A: Enerji absorbe edip elektrik enerjisinin tasarrufu sağlayan volanlara sarılma | 2 | 5 | 8 | 8 | 640 | 2 | 5 | 1 | 0,5 | 5 |
| KR3-S.A: Volanlar kısmının korumasız çalışmasının önlenmesi | | | | | | | | | | |
| KR4-İ.A: Ses yalıtımsız makine çalışma alanının gürültüden dolayı duyu kaybı | 4 | 4 | 8 | 8 | 1024 | 4 | 4 | 1 | 0,5 | 8 |
| KR4-S.A: Ses yalıtımı olan makine veya kişisel koruyucu kullanılması | | | | | | | | | | |
| KR5-İ.A: Havalandırma tertibatının yeterli olmadığı tozlu ortam | 4 | 4 | 8 | 8 | 1024 | 4 | 4 | 1 | 0,5 | 8 |
| KR5-S.A: Doğal veya cebri havalandırma ve kişisel koruyucu kullanılmalı | | | | | | | | | | |
| KR6-İ.A: Gövdede bulunan üst kapağın açılması | 1 | 5 | 8 | 15 | 600 | 1 | 5 | 1 | 0,5 | 2,5 |
| KR6-S.A: Alt ve üst gövdede switch kullanılmalı | | | | | | | | | | |
| HL1-İ.A: Helezonların alt bölümünde huni benzeri depolama alanları mevcuttur. Bu alanda zaman zaman kırılmış kompozit kablounun ısınması sonucu huni çeperine yapışabilmektedir. Huni çeperine yapışan kırılmış malzeme taşıyıcı helezona ulaşamaması sonucu boş dönme meydana gelmektedir. Bu gibi durumda çalışanın elle huni çeperine yapışan plastiği alt taşıyıcı helezon hatvesine doğru itmek isterken elin dönen iç helezona kaptırılması oluşan uzuv kopmaları yaşanabilmektedir. | 1 | 5 | 8 | 4 | 160 | 1 | 5 | 1 | 0,5 | 2,5 |
| HL1-S.A: Helezona müdahale edilemeyecek tasarımlı ekipman kullanımı | | | | | | | | | | |
| SP1-İ.A: Yetersiz cebri havalandırmadan dolayı sarsak eleme makinesinden ortama yayılan plastik toz partiküller | 4 | 4 | 8 | 8 | 1024 | 4 | 4 | 1 | 0,5 | 8 |
| SP1-S.A: Depolama ve toz silosunun uygun veya periyodik bakımları yapılmalıdır. | | | | | | | | | | |

Çizelge 4.2: (devamı) Tehlike Derecesi Numarası Sistemi(Hazard Rating Number System)

| TK | B | C | D | E | İ.A | B | C | D | E | S.A |
|--|---|---|---|----|------|---|---|---|-----|-----|
| SP2-İ.A: Seperatör elekte bakır ile metalin plastikten ayrıştırılması yapılırken plastik partikülleri depolama silosuna basılır. Depolamayı yaptıran fan mekanizmasıdır. Taşıyıcısı fan; seperatör elekten emdiği plastik partikülleri depolama silosuna üfleyerek gönderir. Bu gönderme işlemi sırasında, plastik partiküllerin geçtiği yollarının ve depolama silolarının bakımsız ve yetersiz olması durumunda oluşan tehlike | 4 | 4 | 8 | 8 | 1024 | 4 | 4 | 1 | 0,5 | 8 |
| SP2-S.A: Depolama ve toz silosunun uygun veya periyodik bakımları yapılmalıdır | | | | | | | | | | |
| FM1-İ.A: Fan makinesi çalışırken elin dikkatsizlik sonucu emiş ağzına sokulması | 1 | 5 | 2 | 4 | 40 | 1 | 5 | 1 | 0,5 | 2,5 |
| FM1-S.A: Emiş ağzının tasarımı güvenli hale getirilmeli | | | | | | | | | | |
| FM2-İ.A: Emiş döner çemberin balansı çalıştırılması sonucunda parça sıçraması | 1 | 4 | 2 | 8 | 64 | 1 | 4 | 1 | 0,5 | 2 |
| FM2-S.A: Çemberin balansı düzeltilmeli | | | | | | | | | | |
| FM3-İ.A: Yataklama sisteminde kullanılan rulman bozulması sonucunda oluşan gürültü | 4 | 4 | 2 | 8 | 128 | 4 | 4 | 1 | 0,5 | 8 |
| FM3-S.A: Rulmanlar değiştirilip bakım yapılmalı | | | | | | | | | | |
| DPS1-İ.A: Kompozit kablo dönüştürme işletmelerinde partikül toplama bez silolarının temizlenmemesinden kaynaklanan tehlike | 4 | 4 | 8 | 8 | 512 | 4 | 4 | 1 | 0,5 | 8 |
| DPS1-S.A:Periyodik bakımların zamanın yapılması | | | | | | | | | | |
| DPS2-İ.A: Bez partikül toplama bez silolarının kullanım ömrünü tamamlamış olmaları | 4 | 4 | 8 | 8 | 512 | 4 | 4 | 1 | 0,5 | 8 |
| DPS2-S.A:Toplama bez silolarının yenilenmesi | | | | | | | | | | |
| PESA1-İ.A: Plazma elektrostatik metal ayrıştırma makinası tambura ve hareket sağlayan aktarma organlarının korumasız çalıştırılması sonucunda, çalışanların uzuv kopmaların | 4 | 5 | 8 | 12 | 1920 | 4 | 5 | 1 | 0,5 | 10 |
| PESA1-S.A :Tambur aktarma organı korumalı tasarım kullanılmalı | | | | | | | | | | |

Çizelge 4.2: (devamı) Tehlike Derecesi Numarası Sistemi(Hazard Rating Number System)

| TK | B | C | D | E | İ.A | B | C | D | E | S.A |
|---|---|---|---|----|------|---|---|---|-----|-----|
| PESA2-İ.A: Makine çalışma alanının koruma şasesi olmadan dolayı oluşabilecek çalışanın tambura sarılma | 1 | 5 | 8 | 15 | 720 | 1 | 5 | 1 | 0,5 | 2,5 |
| PESA2-S.A: Makine çevresine koruma ve tehlikeli alan ihlali yapıldığında stop sisteminin çalışması | | | | | | | | | | |
| TM1-İ.A: Taşlama makinelerinin çalışma alanında veya yanında olanların bileme taşının patlaması sonucu meydana gelecek tehlike, | 4 | 4 | 8 | 15 | 1920 | 4 | 4 | 1 | 0,5 | 8 |
| TM1-S.A: Korumasız makine kullanılmalı | | | | | | | | | | |
| TM2-İ.A: Bıçak bileme işlevi (0-180) derece arasında yatay düzlemede hareket oluşmaktadır. Bileme işlemi sırasında metal kıvılcımlarının kontrolsüz bırakılmalarından dolayı çalışanın göze kıvılcım kaçma tehlikesi, | 1 | 5 | 8 | 8 | 320 | 1 | 5 | 1 | 0,5 | 2,5 |
| TM2-S.A: Taş muhafazası ve tablo kullanılmalı | | | | | | | | | | |
| TM3-İ.A: Dairesel hareket eden bileme taşına çalışanın temasında oluşan tehlikeler, | 1 | 5 | 8 | 4 | 160 | 1 | 5 | 1 | 0,5 | 2,5 |
| TM3-S.A: Koruyucu ekipman kullanılmalı | | | | | | | | | | |
| TM4-İ.A: Makinesi bileme taşının patlama tehlikesi, | 4 | 4 | 8 | 15 | 1920 | 1 | 5 | 1 | 0,5 | 2,5 |
| TM4-S.A Özel alanda ve bileme taşı koruması ile çalışılmalı | | | | | | | | | | |

Çizelge 4.3: Ön tehlike analizi ve Tehlike Derecesi Numarası Sistemi metotlarının karşılaştırması

| RİSK YÖNTEMLERİ EYLEM | HRN | | | | | | PHA | | | | |
|-----------------------------|---------|-----|----|-------------|--------|-------------|-------------|----------------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|
| | İ ER | ÇDR | DR | D D R | Y R | Ç Y R | A Y R | Y Ü K S E K | C İ D D İ | O R T A | D Ü Ş Ü K |
| GY1 | | | | | * | | | * | | | |
| GY2 | | | | * | | | | | | * | |
| SD1 | | | | | | * | | * | | | |
| SD2 | | | | | | * | | * | | | |
| SD3 | | | | | | * | | | | * | |
| KV1 | | | | | | | * | | * | | |
| KV2 | | | | | | | * | | | * | |
| KR1 | | | | | | | * | | | * | |
| KR2 | | | | | | | * | | | * | |
| KR3 | | | | | | | * | | * | | |
| KR4 | | | | | | | * | | * | | |
| KR5 | | | | | | | * | | | * | |
| KR6 | | | | | | | * | | | * | |
| HL1 | | | | | * | | | | | * | |
| SP1 | | | | | | | * | | | * | |
| SP2 | | | | | | | * | | | * | |
| FM1 | | | | * | | | | | | * | |
| FM2 | | | | | * | | | | | | * |
| FM3 | | | | | | * | | | | * | |
| DPS1 | | | | | | | * | | | * | |
| DPS2 | | | | | | | * | | | * | |
| PESA1 | | | | | | | * | | | * | |
| PESA2 | | | | | | | * | | * | | |
| TM1 | | | | | | | * | | * | | |
| TM2 | | | | | | * | | | * | | |
| TM3 | | | | | | * | | | | | * |
| TM4 | | | | | | | * | | | * | |
| TOPLAM | | | | 2 | 3 | 6 | 16 | 3 | 6 | 16 | 2 |
| % | | | | 8 | 11 | 22 | 59 | 22 | 11 | 59 | 8 |

Çizelge 4.3’ de iki farklı risk değerlendirmesinin sonucu şu şekilde sonuçlanmıştır. Çizelge 4.3’ değerlendirmesi yapılan Tehlike Derecelendirme Numarası Sisteminin, (HRN) sonuçlarının % 59’ u aşırı yüksek risk ve % 22’ i çok yüksek risk, %11’ i yüksek risk, % 8’ i dikkate değer risk oluşturmaktadır. Ön Tehlike Analizi (PHA) metodunun sonuçları ise % 22’i yüksek, % 11’i ciddi, % 59’u orta, % 8’i düşük şeklinde gözükmektedir. Çıkan verilerde analizi yapıldığında HRN metodu aşırı yüksek risk, çok yüksek risk, yüksek risk ve dikkate değer risk hemen önlem alınması gereken tehlikeler olarak değerlendirilebilir. Ayrıca ön tehlike analizinde yüksek, ciddi, orta ve düşük şeklinde ifadeleri bulunmuştur. Diğer taraftan risk değerlendirme metodunun ve kullanıcısının proaktif bakış açısı ile sonuç oluşturması büyük önem arz

edecektir. Ayrıca kullanıcının tecrübesi ve uzmanlık alanı tehlikelerin algılamasını ve çıkan sonucu etkilemektedir.

4.2 Giyotin, Soyucu, Manyetik Seperatör ve Kırıcılarda Şiddeti Yüksek Özel Tehlikeler

Taşıyıcı sistemi olmayan kırmalar, koruma plakasız silindirik kablo soyucular, ağız korumasız giyotin kablo kesme ve çerçeve korumasız Manyetik seperatör makinelerinde; uzuv kayıplı ve ölümlü kazaları olma olası mevcuttur. Yapılan iki farklı risk değerlendirmesinde, yukarıda bahsedilen olayların meydana gelme sıklığının düşük olması nedeniyle “olasılık faktörünün” düşük tutulmasının objektif bir yaklaşım olmayacaktır. Şiddet faktörünün yüksek olacağı bilinen tehlikeli bir olayın olasılık skalasının en yüksekte alınmaması risk sonucunu önemsiz hale getireceği açıktır. Proaktif yaklaşıma müsait HRN metodu kullanılarak olasılık skalası değeri inisiyatif kullanılarak yüksek alınmış ve şiddeti yüksek olan riskler minimize edilmiştir. Ayrıca işlediğimiz yirmi yedi tehlikenin içinde en önemli dört tehlike çizelge 4.4’te analiz edilmiştir.

4.2.1 Makine tabanlı risk değerlendirmesi ile Giyotin, Soyucu, Manyetik Seperatör ve Kırıcılarda makinelerinde özel tehlikeler

Giyotin, Kırıcı, Manyetik Seperatör ve Soyma Makinelerinde elle besleme çalışması tehlike arz etmektedir. Elle besleme çalışmasında şiddet faktörünün yüksek değerleri mevcuttur. En iyimser açıdan değerlendirildiğinde uzuv kayıpları meydana gelmektedir. Ayrıca elle besleme çalışmasında tehlikeli olayın meydana gelme olasılığı düşük olmasına rağmen şiddetin yarattığı olgu ölümlerle sonuçlanabilmektedir. Çizelge 4.4 değişmeyen şiddet faktörü ve değişebilen olayın meydana gelme olasılığı yarattığı etki ilk sonuç ve son sonuç olarak **normal risk** (olasılık faktörü (olası) alınmıştır) **değerlendirme** yapılmıştır.

Çizelge 4.4:Tehlike Derecesi Numarası Sistemi (HRN)

| TK | B | C | D | E | İ.A | B | C | D | E | S.A |
|---|---|---|---|----|-----|---|---|---|-----|-----|
| GY1*-İ.A: Giyotin makinesinde kesici ağıza elin veya kolun kaptırılması | 1 | 5 | 2 | 8 | 80 | 1 | 5 | 1 | 0,5 | 2,5 |
| GY1*-S.A: Kesici ağızda koruma levhası olmadan çalışmaya izin verilmemesi | | | | | | | | | | |
| SD1-İ.A: Silindirik kesici ağıza elini kaptırma | 1 | 5 | 2 | 8 | 80 | 1 | 5 | 1 | 0,5 | 2,5 |
| SD1-S.A: Koruma plakası olmadan çalışmaya izin verilmemesi | | | | | | | | | | |
| KR1*-İ.A: Kırma makinesinde elle besleme (kablo, plastik, vb.) yapılırken rotor içine çekilmeden dolayı yaşanan ölümlü kayıp | 1 | 5 | 2 | 15 | 150 | 1 | 5 | 1 | 0,5 | 2,5 |
| KR1*-S.A: Taşıyıcı bant ve koruma ekipmanları olmadan çalışmaya izin verilmemesi | | | | | | | | | | |
| PEMA2*-İ.A: Makine çalışma alanının koruma şasesi olmadan dolayı oluşabilecek çalışanın tambura sarılma sonucu uzuv veya ölümlü kayıp | 1 | 5 | 2 | 15 | 150 | 1 | 5 | 1 | 0,5 | 2,5 |
| PEMA2*-S.A: Makine çevresine koruma ve tehlikeli alan ihlali yapıldığında aktarma organının stop sisteminin çalışması | | | | | | | | | | |

Giyotin, Kırıcı, Manyetik Separatör ve Soyma Makinelerinde elle besleme çalışması tehlike arz etmektedir. Elle besleme çalışmasında şiddet faktörünün yüksek değerleri mevcuttur. Ayrıca elle besleme çalışmasında tehlikeli olayın meydana gelme olasılığı düşük olmasına rağmen şiddetin yarattığı olgu ölümlü sonuçlanabilmektedir. Çizelge 4.5 değişmeyen şiddet faktörü ve değişebilen olayın meydana gelme olasılığı yarattığı etki ilk sonuç ve son sonuç olarak **normal dışı inisiyatif kullanılarak risk** (olasılık faktörü (kesin) alınarak) **değerlendirme** yapılmıştır.

Çizelge 4.5:Tehlike Derecesi Numarası Sistemi (HRN)

| TK | B | C | D | E | İ.A | B | C | D | E | S.A |
|---|---|---|----|----|------|---|---|---|-----|-----|
| GY1**-İ.A: Giyotin makinesinde kesici ağıza elin veya kolun kaptırılması | 1 | 5 | 15 | 8 | 600 | 1 | 5 | 1 | 0,5 | 2,5 |
| GY1**-S.A: Kesici ağızda koruma levhası olmadan çalışmaya izin verilmemesi | | | | | | | | | | |
| SD1**-İ.A: Silindirik kesici ağıza elini kaptırma | 1 | 5 | 15 | 8 | 600 | 1 | 5 | 1 | 0,5 | 2,5 |
| SD1**-S.A: Koruma plakası olmadan çalışmaya izin verilmemesi | | | | | | | | | | |
| KR1**-İ.A: Kırma makinesinde elle besleme (kablo, plastik, vb.) yapılırken rotor içine çekilmeden dolayı yaşanan ölümlü kayıp | 1 | 5 | 15 | 15 | 1125 | 1 | 5 | 1 | 0,5 | 2,5 |
| KR1**-S.A: Taşıyıcı bant ve koruma ekipmanları olmadan çalışmaya izin verilmemesi | | | | | | | | | | |
| PEMA2**-İ.A: Makine çalışma alanını koruma şasesi olmadan dolayı oluşabilecek çalışanın tambura sarılma sonucu uzuv veya ölümlü kayıp | 1 | 5 | 15 | 15 | 1125 | 1 | 5 | 1 | 0,5 | 2,5 |
| PEMA2**-S.A: Makine çevresine koruma ve tehlikeli alan ihlali yapıldığında aktarma organının stop sisteminin çalışması | | | | | | | | | | |

Makine bazlı risk değerlendirmesi kullanılarak dört makinede var olan tasarım, bakım ve kullanımdan kaynaklı tehlikelerden birer tane seçilerek iki farklı bakış açısı ile risk değerlendirmesi yapılmıştır.

4.3 Kırıcıya Özel Risk Azaltma Prosedürü

Kırıcı makineleri geri dönüşüm sektöründe geniş kullanım alanı bulmuş adeta olmazsa olmaz makine konumundadır. Kırıcılarda tork ve aktarma işlevi olan volanlar korumasız çalıştırılması sırasında dolanma, sürtünme aşınma, çarpma gibi potansiyel riskler oluşmaktadır.

4.3.1 Kırıcı Makinesinde Tehlikenin Belirlenmesi

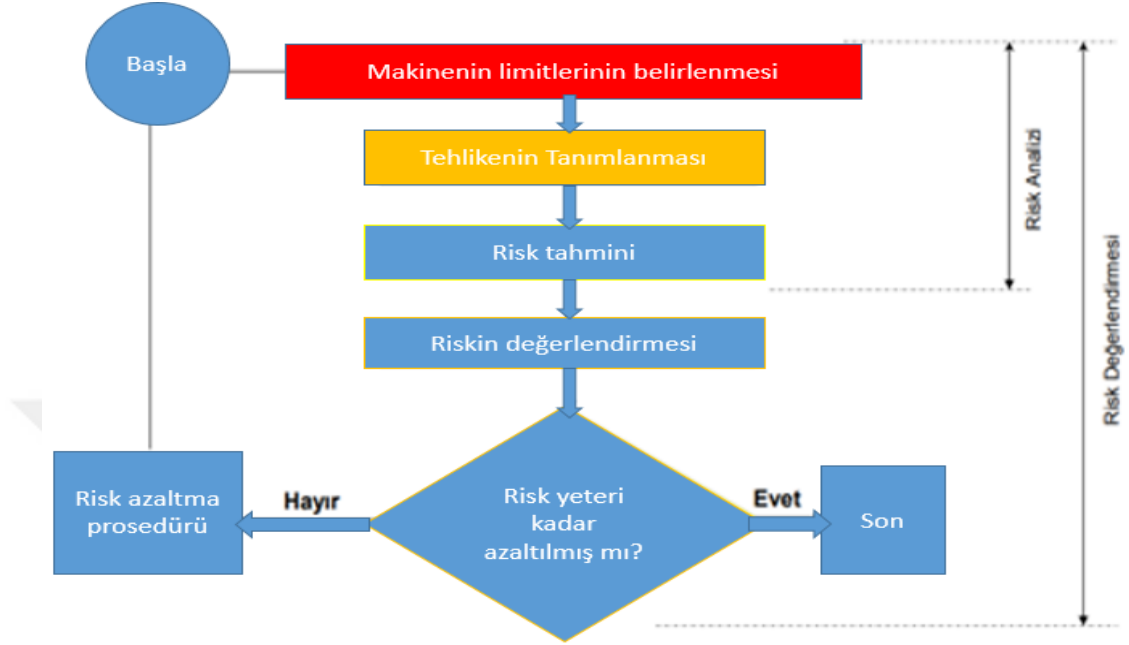
TS EN ISO 12100 Makine Emniyeti standarttı göz önünde bulundurularak tehlike değerlendirmesi yapılmıştır.

Tehlike: Hareketli elemanlar

Potansiyel risk: Dolanma, sürtünme aşınma, çarpma

Tehlike: Nesnelere dönerek hareket etmesi

Potansiyel risk: Dolanma, kopma

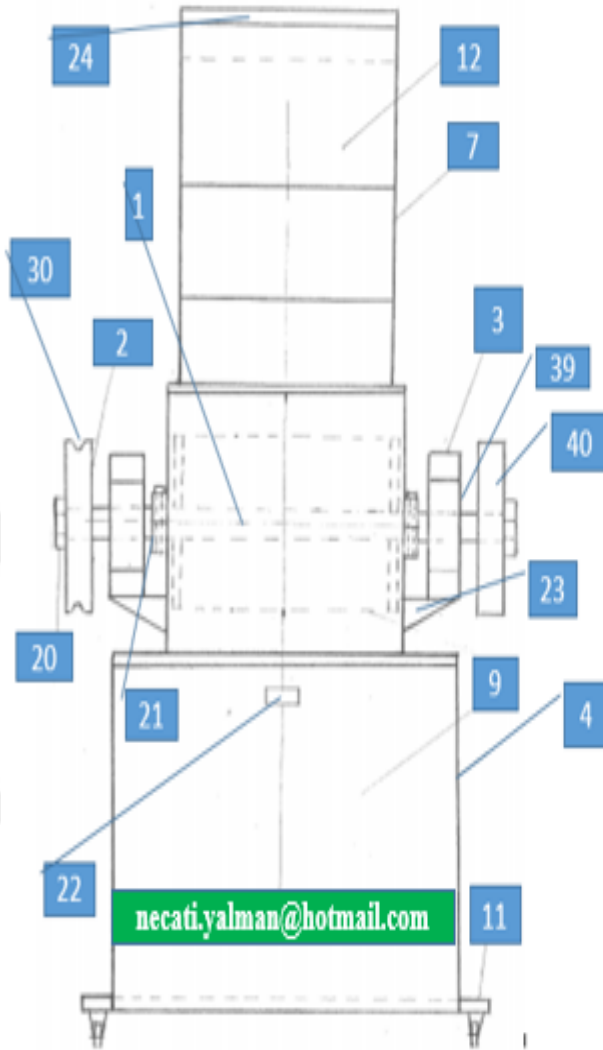


Şekil 4.1: Risk değerlendirme prosedürü

4.3.2 Kırıcı Makinesinde Limitlerinin Belirlenmesi

Plastik kablo kırıcısı geri dönüşüm prosesinin en tehlikeli makinelerinden biridir. Bu proste kullanılan kırıcı makinelerinin değişik kapasitelerde gövde genişliği (300-400-500-600-800-1000-1200-1500mm) sistemleri mevcuttur. Kırıcı makineleri depolama ve nakliye sorununu ortadan kaldıran makinelerdir. Ayrıca geri dönüşüm sektöründe geniş kullanım alanı bulmuş adeta olmazsa olmaz makine konumundadır.

TS EN ISO 12100:2010 LİMİTLERİN BELİRLENMESİ



İsim: Plastik Kırma

Hacmi: $1*1,5*2=3m^3$

Kilo: 450 kg

Tahrik Gücü: 7,5 kw

Devir sayısı: 600d/d

Kesme kuvveti: 2250 N

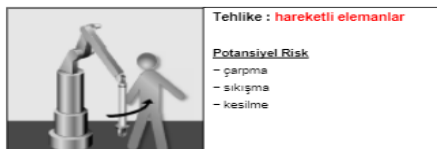
Kapasitesi: 150 kg/saat






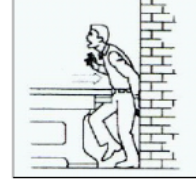
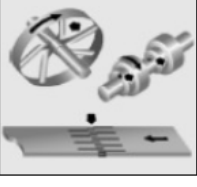


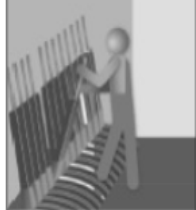


Ömür: 20 yıl

Şekil 4.2: Plastik kırma makinesi gövde genişliği (300)mm

4.3.3 TS EN ISO 12100 Makine Emniyeti Standardındaki Tehlikeler

TS EN ISO 12100 Makine Emniyeti standarttı göz önünde bulundurularak tehlike değerlendirmesi yapılmıştır.



| | |
|--|---|
|  | <p>Tehlike : açık elektrik bağlantıları</p> <p><u>Potansiyel Risk</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - çarılma - yanma - delinme |
|  | <p>Tehlike : çok düşük veya çok yüksek sıcaklıkta nesnelere veya malzemeler</p> <p><u>Potansiyel Risk</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - yanma |
|  | <p>Tehlike : vibrasyonlu ekipmanlar</p> <p><u>Potansiyel Risk</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - eklem ve kemik rahatsızlıkları - damar problemleri |
|  | <p>Tehlike : havada bekleyen katılaşmış malzemeler</p> <p><u>Potansiyel Risk</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - çökme, düşme - çarpma - kayma, eğilme - boğulma - sıkışma, mahsur kalma |
|  | <p>Tehlike : yerçekimine karşı havada tutulan ekipmanlar</p> <p><u>Potansiyel Risk</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - çarpma - altında kalma |
|  | <p>Tehlike : hareketli kısımlarla sabit kısımlar arasında kalma</p> <p><u>Potansiyel Risk</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - çarpma - sıkışma |
|  | <p>Tehlike : nesnelerin dönerek hareket etmesi</p> <p><u>Potansiyel Risk</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - dolanma - kopma |
|  | <p>Tehlike : hareketli parçalar</p> <p><u>Potansiyel Risk</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - çarpma - sürtünme, aşınma - sıkışma - kopma |
|  | <p>Tehlike : lazer ışını</p> <p><u>Potansiyel Risk</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - yanma - gözlerde hasar |
|  | <p>Tehlike : kontrol cihazlarının karmaşık yapısı</p> <p><u>Potansiyel Risk</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - insan hatasına yol açan durumlarla oluşan riskler - stres |
|  | <p>Tehlike : uygunsuz duruş pozisyonları</p> <p><u>Potansiyel Risk</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - rahatsız duruşlar - yorgunluk - kas iskelet rahatsızlıkları |
|  | <p>Tehlike : duman</p> <p><u>Potansiyel Risk</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - solunum yetersizliği - tahriş - zehirlenme |

Şekil 4.3: TS EN ISO 12100 Makine emniyeti standarttı

Kaynak: Türk Standartları Enstitüsü:2019

4.3.4 Kırıcı Makinesinde Risk Azaltma Hiyerarşisi

Plastik kırma makinesinde plastik malzemenin küçültülmesi şöyle meydana gelir. Rotor milinin bir ucuna volan kasnak ve diğer ucuna volan top yerleştirilmiştir. Volan kasnak ve volan top rotor mili üzerine somun kullanılarak sabitlenmiştir. Uzun süreli çalışma koşullarında enerji sarfiyatını azaltmak üzere volan kasnağın dönme atalet momentinden yararlanılmaktadır. Volan kasnağın dairesel hareketi 600 d/d ve elektrik motoru ile bağlantısı, volan kasnağın üzerindeki v kayış yerinden üç adet v kayış ile sağlanmıştır. Şekil 4.4’de kırıcının koruyucusuz, gürültü yaratması ve tozlu çalışma ortamının yaratacağı tehlikeli durumun çözüm hiyerarşisi verilmiştir.



Şekil 4.4: Korumasız kırıcının risk azaltma hiyerarşisi

Korumalar kandırma amaçlı olmamalı, söküldüğünde tahrik motoru harekete geçmemeli ve yapılan koruma ayrıca tehlikeye meydan vermeyecek şekilde tasarlanmalıdır. Kırılan atık kablonun cinsine bağlı değişik büyüklükte toz partikülleri meydana gelmektedir. Kırıcı üzerinde ekipman olarak emici fan ve toz toplama silosu kullanılabilir. Kırıcı işyeri ortamına 95- 110 db. sınırında gürültüye karşı ses yalıtımı yapılmalı bu yapılamıyorsa manşon tipi 32-35 db.

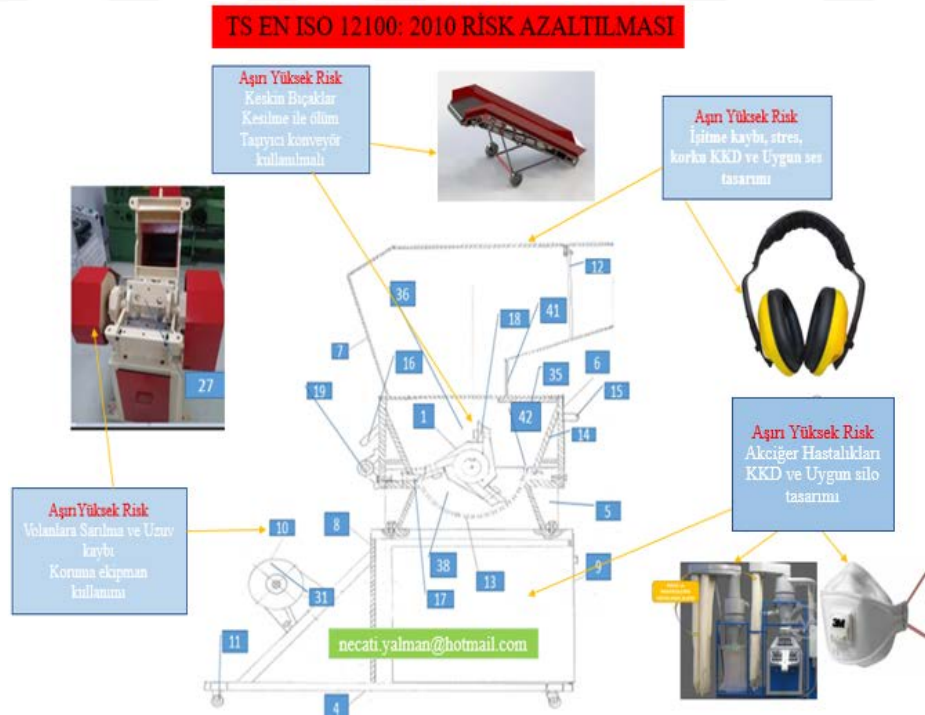
kulaklık kişisel koruyucu kullanılmalıdır. EN 352-1,EN 352-2,EN 352-3 Standart manşon kulaklık ve EN 149 standarttı uygun FFP1,FFP2 toz maskesi örneği Şekil 4.4’de verilmektedir.

4.3.5 Kırıcı Makinesinde Risk Azaltılması

Kırıcı makinesinde elle besleme çalışması yapıldığında karşılaşılan tehlikeler;

- Kırılan malzemeye sarılma sonucunda çalışanın gövde içinde çalışan rotor üzerine çekilmesi
- Rotor üzerinde bağlı dönen kesici bıçakların içine yabancı sert büyük metal kaçırılması sonucunda kırılması
- Kırıcı kesim sırasında ortama 95- 110 db. gürültü yayması
- Kırılan atık kabloların kompozit yapıda olması değişik büyüklükte toz partiküllerinin meydana çıkmasına sebep olmakta

Yukarıda bahsedilen tehlikeler taşıyıcı bant, ses yalıtımı, toz toplama silosu ve kişisel koruyucu donanın kullanılarak risk azatlımı şekil 4.5 görsel olarak verilmiştir.



Şekil 4.5: Plastik kırma makinesi risk azaltma

4.3.6 Kırıcı Makinesinde Risk Değerlendirmesi

Kırıcılarda hareket başlatma elemanı elektrik motorudur. Rotorun her iki tarafında volan mevcuttur. Kablo kırım işlemi rotor üzerinde bulunan kesici bıçaklar vasıtasıyla meydana gelmiştir. Elektrik motoru üzerinden kasnak vasıtasıyla rotor üzerindeki volan kasnağa üç adet kayış ile rotorun dairesel hareketi sağlanır. Volanlarda çalışma sırasında oluşturulan tork ile enerji absorbe ederek kırım sırasında elektrik sarfiyatı azaltılır. Volanlara iş güvenliği açısından bakıldığında korumasız çalıştırmaları sarılma, kesilme el ve uzuv kopması meydana gelmektedir.

TS EN ISO 12100:2010 Makine üzerinde risk değerlendirmesi



Şekil 4.6: Plastik kırma makinesi korumalı ve korumasız hali

Korumalar kandırma amaçlı olmamalı, söküldüğünde tahrik motoru harekete geçmemeli ve yapılan koruma ayrıca tehlikeye meydan vermeyecek şekilde tasarlanmalıdır. Şekil 4.6'da kırıcı volanın muhafazasız olarak çalıştırılma riski uygulamalı olarak değerlendirilmesi yapılmıştır.

5. SONUÇ

Türkiye’de “Atık Bakır Kablo Geri Dönüşüm Sektörü” çevreye, istihdama ve ekonomiye pozitif katkı sağlar durumdadır. Kullanım ömrünü tamamlamış kompozit yapılu kablolar geri dönüştürülme maliyetinin üzerinde ekonomik değere sahiptir. Ülkemizde yaklaşık 50 yıllık hızlı gelişim süreci olan atık plastik bakır kablo sektörü her geçen yıl büyümeye ve gelişmeye devam etmektedir.

Bu tür malzemelerin çevreye genel de “negatif” olarak kabul edilen etkilerinin kontrol altında tutulabilmesi amacıyla, yasa koyucu tarafından ilk yasal zorunluklar (4/3/1991 20814 sayılı “Katı Atık Kontrolü Yönetmeliği”; Daha sonra 14/3/2005 25755 sayılı “Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği” ve 5/7/2008 26927 sayılı “Atık Yönetimi Genel Esasları ile İlgili Yönetmelik”) getirilmiştir. Ayrıca 2/4/2015 29314 sayılı “Atık Yönetim Yönetmeliği” bu yönetmeliklerin yerini almıştır. Bu gelişmeler çerçevesinde “Atık Bakır Kablo Geri Dönüşüm sektörü” olumlu etkilenmiş ve bu konuda yeni sorumluluklar üstlenmiştir.

Günümüzde elektrikli aletlerin ve elektronik cihazların bilinçsiz tüketimi çevre kirliliğini arttıran etkenlerin başındadır. Diğer taraftan otomotiv, bilişim, inşaat ve elektrik iletim hatlarında kullanılan kabloların kullanım ömürleri sonunda polimer kısmının tam olarak geri dönüştürme oranlarının düşüklüğü diğer sorun olarak görünmektedir. **Türkiye’de Plastik Geri Dönüşüm Sektöründe lisanslı işletme sayısı 1039 bu işletmelerde azami 350 bin kişi istihdam edilmektedir (Pagev,2019).** Ülkemizde her geçen yıl “Atık Bakır Kablo Geri Dönüşüm” tesisi sayısı artmasına rağmen verimli atık dönüşüme ulaşamamıştır. Ayrıca “Kablo” olarak adlandırdığımız mamulde kullanılan polimer malzemesinin geri dönüştürme oranı düşük kalmıştır.

Kompozit yapılu elektrik iletken kabloların geri kazanılması, farklı tür makinelerin bir proses içinde kullanılmasıyla mümkün olmaktadır. Doğru risk değerlendirmesi yapılabilmesi; kullanılan makinelerinin teknik bilgilerinin,

çalıştırılma koşullarının, bakım ve kullanım şartlarının bilinmesi ile mümkün olmaktadır. Bu nedenle risk değerlendirmesi yapılan “Atık Plastik Bakır Kablo Geri Dönüşüm” sektöründe kullanılan makinelerin teknik özelliklerinin bilinmesi büyük önem arz etmektedir. Geri Dönüşüm Sektöründe kullanılan makine prosesinde; (Giyotin Kablo Kesici, Silindirik Kablo Soyma Makinesi, Atık Taşıyıcı Konveyör-Kırıcı makine- Emici Fan-Taşıyıcı Helezon-Seperatör Elek-Sarsak Elek-Ayırıcı Manyetik Bant- Plazma Elektrostatik Metal Ayırıştırma Ayırıcı-Depolama Silosu ve Ekipmanları) bakım, tasarım ve kullanım kaynaklı yirmi yedi tehlikenin risk değerlendirmesi yapılmıştır.

Plastik kırma, Giyotin kesme ve Plastik soyma makineleri geri dönüşüm prosesinin en tehlikeli makineleridir. Bu proste kullanılan kırma makinelerinin değişik kapasitelerde gövde genişliği (500-600-800-1000-1200-1500mm) sistemleri mevcuttur. Kırma, giyotin ve soyma makineleri depolama ve nakliye sorununu ortadan kaldıran makinelerdir. Ayrıca; Kırma makinesi, plastiğin üretiminin yapıldığı her işyerinde olması zorunlu bir makinedir. İşletmelerde depolama alanlarının verimli kullanılmasında önemli rol oynamaktadır.

Taşıyıcı sistemi olmayan kırmalar, koruma plakasız silindirik kablo soyucular ve ağız korumasız giyotin kablo kesme makinelerinde; uzuv kayıplı ve ölümlü kazaları olma olası mevcuttur. Yapılan iki farklı risk değerlendirmesinde, olayın meydana gelme sıklığının düşük olması nedeniyle “olasılık faktörünün” düşük tutulması objektif bir yaklaşım olmayacaktır. Şiddet faktörünün yüksek olacağı bilinen tehlikeli bir olayın olasılık skalasının en yüksekten alınmaması risk sonucunu önemsiz hale getireceği açıktır. Proaktif yaklaşıma müsait HRN metodu kullanılarak olasılık skalası değeri inisiyatif kullanılarak yüksek alınmış ve şiddeti yüksek olan riskler minimize edilmiştir.

Bu çalışma, “Atık Bakır Kablo Geri Dönüşüm” işi yapan işyerlerinde kullanılmakta olan makinelerde tasarım, kullanım ve bakımdan kaynaklı tespit edilen yirmi yedi tehlike ile sınırlandırılmıştır. Ayrıca işlediğimiz yirmi yedi tehlikenin içinde en önemli üç tehlike “Giyotin, Kırma ve Soyma Makinelerinde” elle besleme tehlikesi özel olarak incelenmiş çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Risk değerlendirmeleri proaktif yaklaşımla Ön Tehlike Analizi (PHA) ve Tehlike Derecelendirme Numarası Sistemi (HRN)

risk analizi metotlarıyla karşılaştırmalı olarak yapılmıştır. Tespit edilen riskler; “Makine Emniyeti Yönetmeliği” ve “İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları yönetmeliği”, Emniyet Standardı TS EN ISO 12100:2010, Elektriksel tedbirlerle ilgili TS EN 13849, kapsamında analiz edilmiştir.



KAYNAKÇA

- Alam, O., Billah, M., & Yajje, D.** (2018). Characteristics of plastic bags and their potential environmental hazards. *Resources, Conservation and Recycling*, 132, 121-129.
- Brydson, J. A.** (1999). *Plastics materials*. Elsevier.
- Ceylan, H.** (2011). Türkiye'deki İş Kazalarının Genel Görünümü. *International Journal of Engineering Research and Development*.
- Crawford, R. J.** (1998). *Plastics engineering*. Elsevier.
- Çakır, A.K.**(2018), "Makine Bazlı Risk Değerlendirmesi" Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknoloji Gelişmeler Dergisi, c.1 s.1, 1-10
- Ercan, M.**(2016) "Tehlikeli Atık Bertaraf Tesislerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden İncelenmesi" İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi Ankara 1-97
- Hacıbebekoğlu, A Hacıbebekoğlu, M., Yiğit O G., Çetinel, S.,** (2011-2012) Plastik Geri Dönüşüm Ürünleri Tesisi Yatırım Fizibilitesi. Progem Danışmanlık Ltd. Şti. tarafından Muş Ticaret ve Sanayi Odası adına "Öncelik Yatırım Alanlarının Tespiti ve Fizibilite Projesi" Kitabı, s,28-29
- Hacıfazlıoğlu , H** "Elektrostatik ayırma" 2015-ppt İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fak. Maden Mühendisliği Ders notları 2016-2017
- Kahraman Ö, Demirer A** (2019) "OHSAS 18001 Kapsamında FMEA Uygulaması" Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 7, No: 1, 2010 (53-68)
- Law, K. L.** (2017). Plastics in the marine environment. *Annual review of marine science*, 9, 205-229.
- Machinery Directive.** 2006/42/EC. Guide to Application of The Machinery Directive 2006/42/ EC, 2nd Edition, June 2010.
- Mustafa AKKURT,** "Makina Elemanları Cilt:1-2", Birsen Yayınevi, İstanbul 2005 Milli Eğitim Bakanlığı Plastik Teknolojileri Yardımcı Ekipmanlarla Üretim-1 (543M00001), 2011 Ankara/Türkiye 1-42
- Özkılıç, Ö** (2005)"İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi ve Risk Değerlendirme Metodolojileri", Tisk Yayınları, İstanbul 21-24, 48-58, 6176, 117-136
- Özkılıç, Ö,**(2007) İş Sağlığı, Güvenliği ve Etki Risk Değerlendirmesi; MESS, İstanbul,
- Özkılıç, Ö.** (2003). İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ,
- Özkılıç, Ö.** (2008). İş Sağlığı ve Güvenliğinde Risk Değerlendirmesi, 5. İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, (40).
- Özkılıç, Ö.**(2016) "Makine Risk Değerlendirmesi", Önder Akademi, <http://www.onderakademi.com/blog/isg-dergi-makaleler/makine-risk-degerlendirmesi>; s,20-24

- Özkılıç, Ö.**, 2016. Makine Risk Değerlendirmesi, Önder Akademi, <http://www.onderakademi.com/blog/isg-dergi-makaleler/makine-risk-degerlendirmesi.pdf>, (Erişme Tarihi: 22.12.2017)
- PAGEV**, (2018). Türkiye Plastik Sektör İzleme Raporu
- PAGEV**, (2019). Türkiye Plastik Sektör İzleme Raporu
- Pierson, L. A., Davis, S. A., & Van Vickle, R.** (1990). Rockfall Hazard rating system: implementation manual (No. FHWA-OR-EG-90-01).
- Rausand, M.** (2005). Preliminary hazard analysis. Norwegian University of Science and Technology.
- Songur, L & Songur, G.** (2018) “Ekonomik Büyüme İş Kazaları ve Meslek Hastalıklarının Önemi ve Sosyal Tarafların Sorumlulukları” Akademik Bakış Dergisi Sayı: 68 Sosyal Bilimler E-Dergisi ISSN:1694-528X
- Thompson, R. C., Moore, C. J., Vom Saal, F. S., & Swan, S. H.** (2009). Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364(1526), 2153-2166.
- Toptancı, Ş N. E.** (2017). Hata türü ve etkileri analizi ve kalite fonksiyon yayılımı ile bir inşaat firması için risk değerlendirme.
- Türer, N.**(2013) “CE, Makine Emniyeti ve Risk Değerlendirmesi” İSG Haftası Seminerleri, MESS Metal Sanayicileri Sendikası 1-94
- Türer, N.,** (2013). “Ce, Makine Emniyeti ve Risk Değerlendirmesi” İSG Haftası Seminerleri, MESS Metal Sanayicileri Sendikası 1-94
- Ulusal Meslek Standartı** Plastik geri Dönüşüm Türk Plastik Sanayicileri Araştırma Geliştirme ve Eğitim Vakfı (PAGEV)2013
- Yalman N, Akata H.E,** (2019) “Çevre ve Ekonomiye Pozitif Etki Sağlayan Atık Plastiklerin Geri Dönüşüm Proseslerinde Yaşanan Tehlikelerin azaltılması üzerine öneriler” (12-13 Nisan 2019) 4. Uluslararası İş Güvenliği ve Çalışan Sağlığı Kongresi. Ankara/ Türkiye Yayıncı Sertifika No: 36934 E-ISBN: 978-605-7594-13-6 s,410-419
- Yalman N, Akata, H.E;** (2018) “Plastik Geri Dönüşüm Sektöründe Kullanılan Makinelerde Karşılaşılan Risklerin İncelenmesi” IOHS EXPO Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Kongresi ve Fuarı, İstanbul / Türkiye ISBN: 978-975-18-0269-9 s,492-499
- YALMAN, M. M. N., & AKATA, H. E.** (2019). Atık Plastiklerin Geri Dönüşümüyle Sanayiye Kazandırılmasında Kullanılan Plastik Kırma Makinelerinde Karşılaşılan Riskler ve Çözüm Önerileri. Cataloging-In-Publication Data, ISBN: 978-605-67815-2-0 s,586-596
- Yalman, N., Erdim, K., Akata, E.H.,** (2018). “Polimer Malzemelerin Geri Dönüşümüne Kazandırılması İçin Plastik Kırma Makinesi Tasarımı ve İmalatı” ENAR 2018 Proceedings Book International Congress on Engineering and Architecture 237-243.
- Yalman.N.,** (2019) “Plastik Geri Dönüşüm Sektöründe Kullanılan Makinelerde Karşılaşılan Risklerin İncelenmesi”, İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tez Çalışması, İstanbul.
- Yetim, A.** (2014) “Geri Dönüşüm Sektöründe Dünyadaki Genel Görünümü ve Türkiye’deki Durumu”, İzto Ar-Ge Bülteni, 11-15
- Yetim, A.,** (2014). “Geri Dönüşüm Sektöründe Dünyadaki Genel Görünümü ve Türkiye’deki Durumu”, İzto Ar-Ge Bülteni, 11-1.

İnternet Kaynakları

- https://hipsanpres.com/uploads/images/image_750x422_5d769f1b87994.jpg10/12/2019
- https://s.makinaturkiye.com/Product/152272/thumbs/platform_konveyoru_safak_makina-306-x980.jpg18.12.2019
- http://www.kensan.com.tr/urunler/bant_konveyor_bk/teknik_cizim.jpg21.12.2019
- http://ibaness.org/conferences/tekirdag_2019/ibaness_tekirdag_proceedings_draft_4.pdf 21.12.2019
- Makine Mühendisi Necati YALMAN (BTKM) Yan Görünüm çizimi (Yalman Torna)necati.yalman@hotmail.com21.12.2019
- <https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSMAyc9xQLCaDLyTmphRzML0GxfPx0z8wVBPzVwKCyLWPbK-u4hzg> 21.12.2019
- https://www.akyol.net/uploads/EditorResim/cekme_helezon_imalati/dokuz.jpg
- <http://www.erfgroup.com/urun/aluminyum-dokum-govdeli-fanlar.html> 6.12.2019
- <http://www.erfgroup.com/urun/metal-govdeli-orta-basincli-radyal-salyangozlar-fanlar.html> 2.12.2019
- https://cdn.machineseeker.com/data/listing/img_1366x768/1204888.1547472344_.jpg 2.12.2019
- https://www.miknatisteknik.com/images/miknatislar/silindirik_tambur_miknatislar.jpg2.12.2019
- https://www.miknatisteknik.com/images/miknatislar/donel_bantli_daimi_miknatisli_seperator.jpg2.12.2019
- http://www.plazma.com.tr/image/medium/elektrostatik-seperator_resmi_ai7RZ.jpg2.12.2019
- <http://www.rustempolat.com/files/elektrostatik%20ay%C4%B1rma%20y%C3%B6ntemleri/Electrostatic%20Article%20Photos/E-1YEN%C4%B0.png>2.12.2019
- <http://www.kirmabicaklari.com/images/urunler/kirma-bicaklari-imalati.jpg>2.12.2019
- <https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSMAyc9xQLCaDLyTmphRzML0GxfPx0z8wVBPzVwKCyLWPbK-u4hzg> 2/12/2019
- http://www.lebibyalkin.com.tr/mevzuat/makaleler/lebib-yalkin-mevzuat-dergisi_mdergi_/2015-eylul-sayi-141_mdergi_8788a-00_/isvereninin-risk-degerlendirmesi-yapma-yukumtulugu.html#2.12.2019
- file:///C:/Users/TOSHIBA/Desktop/bsh_necmi_turer-sunum_20130506.pdf2.12.2019

<http://onurgeridonusum.com/wp-content/uploads/2016/09/kablo-soyma-orange-5.jpg>
5.12.2019

<http://zgrmakina.com/wp-content/uploads/2016/11/helezon-vidali-tasiyici-makinasi-teknik-resim.jpg> 2.12.2019

<http://onurgeridonusum.com/wp-content/uploads/2017/06/kablo-kirma-tesisi-2.jpg>11.12.2019

<http://onurgeridonusum.com/wp-content/uploads/2017/06/manyetik-konveyor.jpg>2.12.2019

<http://saatmakina.com/wp-content/uploads/2018/11/9-BANT-KONVEY%C3%96R-TB.jpg>17.12.2019

<http://www.safakmak.com/> 23/Kasım2018

<http://www.barankablo.com.tr/> 10.11.2019

<http://www.frsmakina.com/makina/urun.asp?u=12> 2.12.2019

<http://www.frsmakina.com/makina/prod/2014723134938.jpg> 2.12.2019

www.konmaksanankara.com 2.12.2019

<http://www.uslumakina.com.tr/Bileme/04.jpg>2.12.2019

Türk Standartları Enstitüsü 2.12.2019
2/12/2019

<https://meliksahmakina.com/files/meliksah-logo.png>5.12.2019

<http://www.frsmakina.com/makina/prod/2014721162419.jpg>5.12.2019

<http://www.frsmakina.com/makina/prod/2014723134938.jpg>10.12.2019

<https://www.borsan.com.tr/> 11.12.2019

<http://frsmakina.com/makina/default.asp> 11.12.2019

<https://meliksahmakina.com/files/meliksah-logo.png> 12.12.2019

http://www.tursanmakina.com/index_tr.html21.12.2019

<http://yolbirmakina.com/Urunler/30/helezon-tasiyici#> 21.12.2019

https://www.akyol.net/_fm/7-201703141623201.jpg 21.12.2019

<http://www.hamitarслан.com/uploads/images/alet-bileme-web1.jpg>2.12.2019

<https://html2-f.scribdassets.com/2de3wty70g5ox2tj/images/18-5bb5004831.png>2.12.2019

http://www.kalendermakina.com/pictures/resim/3_29__bileme.jpg2.12.2019

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER:

- 1 **Adı Soyadı** : Özcan DİKME
- 2 **Doğum Yeri/ Tarihi** : Pülümür/ 28.05.1986
- 3 **Medeni Hali** : Bekar
- 4 **Cinsiyeti** : Erkek
- 5 **Uyruğu** : T.C
- 6 **Adres** : Ferhatpaşa Mah. Çağlayan Ege Sok.
1. Etap B124/7 Çatalca/ İstanbul
- 7 **Tel** : 0505 931 80 61
- 8 **E-mail** : dkmozcmail.com



EĞİTİM BİLGİLERİ

- 1 **İlkokul** : Şehit Ethem İlkokulu
- 2 **Ortaokul** : Şehit Ethem Ortaokulu
- 3 **Lise** : Gemlik Lisesi
- 4 **Ön Lisans** : Dumlupınar Üniversitesi İşletme Bölümü
- 5 **Ön Lisans** : Anadolu Üniversitesi Adalet Bölümü
- 6 **Ön Lisans** : Atatürk Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü
- 7 **Lisans** : Anadolu Üniversitesi İşletme Bölümü
- 8 **Lisans** : Cumhuriyet Üniversitesi Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Bölümü
- 9 **Yüksek Lisans** : İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Programı (Devam)

MESLEKİ TECRÜBESİ

Ticaret Bakanlığı İstanbul Gümrük ve Dış Ticaret Bölge Müdürlüğü (2011 – 2020)