



SAKARYA
ÜNİVERSİTESİ

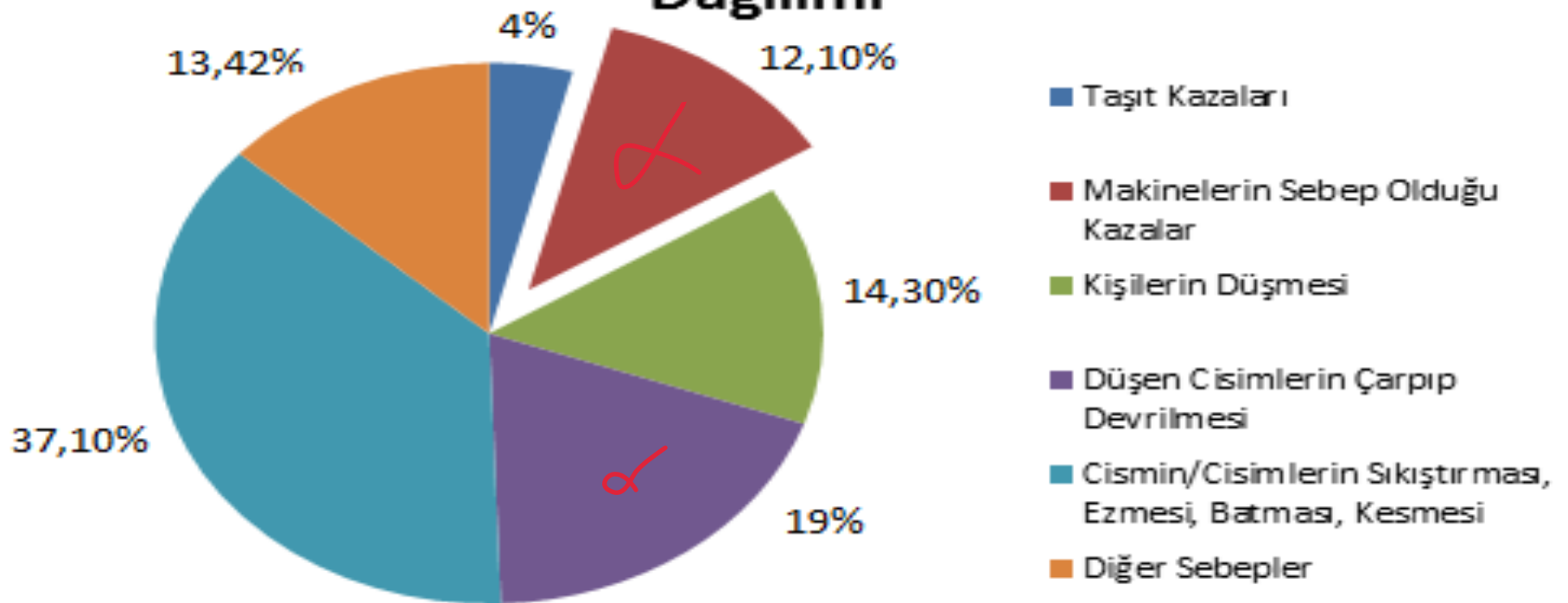
Makine koruyucusu, adından anlaşıldığının tersine makineyi korumak için kullanılan aparatlar değil, insanı makinenin tehlikelerinden korumak için kullanılan aparatları kastetmektedir. **Yani makine koruyucularının amacı makineyi değil insanı korumaktır.** İşyerlerinde makinelerin hareketli bölümleri iş kazalarına yol açmakta ve tehlike kaynağı olmaktadır. Makinelerin hareketli kısımlarının makine koruyucuları kullanılarak koruma altına alınması, başta makine operatörleri olmak üzere tüm çalışanlara güvenli bir ortam yaratacaktır.

Makine koruyucularının kullanılması, belli bir güvenlik hiyerarşisinin belli bir basamağında gerçekleşir. Eğer makine kaynaklı bir tehlike kaynağında ortadan kaldırılamıyor veya risk düzeyi kabul edilebilir bir seviyeye çekilemiyorsa makine koruyucusu kullanmak kaçınılmazdır. Bahsedilen güvenlik hiyerarşisi aşağıda gösterilmiştir



Yaklaşık 10 milyon çalışana dair verileri kapsayan SGK verilerine göre 2010 yılında 62 bin 903 iş kazası yaşandı, 533 meslek hastalığı tespit edildi. Bunların 1.444'ü ölümlle sonuçlandı. Aşağıda yer alan Grafik'de SGK verilerinden yararlanılarak hazırlanmış olan iş kazalarının sebeplerinin dağılım grafiği görülmektedir. Yaşanan iş kazalarının en önemli nedenleri; bir veya birden fazla cismin sıkıştırması, ezmesi, batması ve kesmesi, düşen cisimlerin çarpıp devirmesi, kişilerin düşmesi ve makinelerin sebep olduğu kazalar şeklinde sıralanmıştır.

İş Kazalarının Kaza Sebeplerine Göre Dağılımı



MAKİNE KAYNAKLI KAZA NEDENLERİ

Çalışanları makinelerden kaynaklanabilecek tehlikelere karşı koruyabilmek için öncelikle tehlike yaratan/yaratabilecek olan noktaların tespiti yapılması olacaktır. Çalışanlar, makinelerle çalışırken makinelere dokunma, makine ile içindeki veya üzerindeki bir malzeme veya sabit bir yapı arasına sıkışma, makinenin hareket halindeki parça veya kısımlarına çarpma veya sarılma, makineden sıçrayan malzemenin çarpması gibi nedenlerle kazaya maruz kalabilirler.

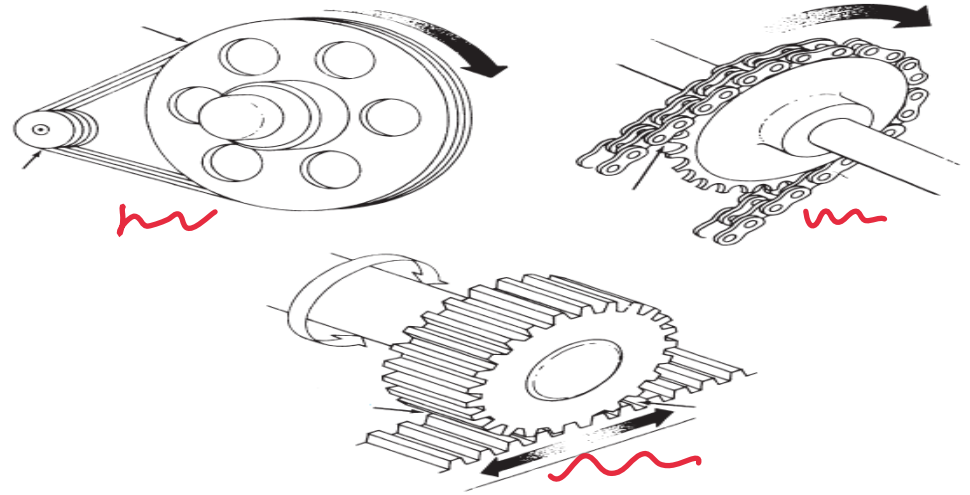
Burada bahsedilen tehlikeler mekanik kaynaklı olmasına rağmen bunların dışında hemen dikkat çekmeyebilen elektrik (statik elektrik dahil), ısı yayılması, sıcaklık, toz ve duman, gürültü ve titreşim, kimyasal maddeler, yanıcı ve parlayıcı ve patlayıcı maddeler gibi mekanik olmayan kaza nedenleri de mevcuttur.

Çok çeşitli makine söz konusu olsa bile tehlikeli hareketler neredeyse aynıdır. Makinelerin tehlikeli kısımları genellikle dönel hareketli elemanlar (dönme hareketleri), gidip-gelme veya kayma hareketli elemanlar (karşılıklı ve uzunlamasına hareketler), dönel/kayma – sürme hareketli elemanlar (kesme, ezme bükme hareketleri), salınım hareketli elemanlar (makaslama işlemleri) başlıkları altında incelenmektedir.

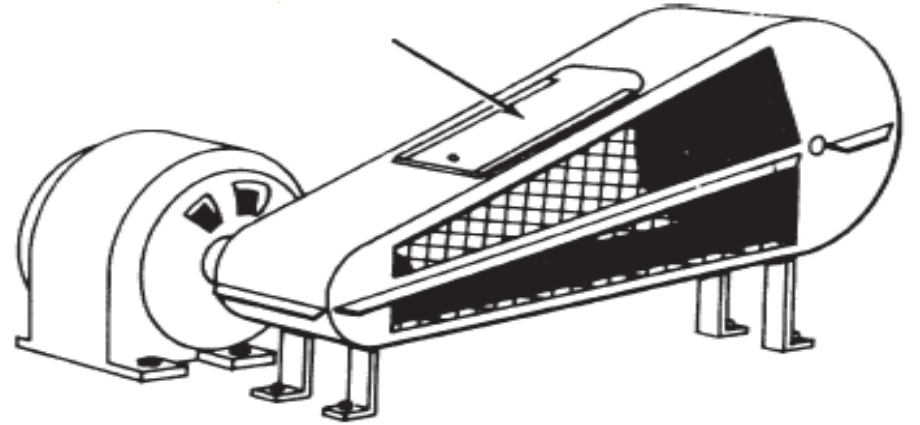
Her mekanik hareket farklı derecelerde de olsa potansiyel olarak tehlike arz etmektedir. Prensipler olarak makineler incelendiğinde ise makinelerin operasyon noktaları (delen, ezen, kesen gibi işlem yapan kısımlar), transmisyon (güç iletimi) düzenleri (kayışlar, kasnaklar, zincirler ve dişliler gibi) ve makine çalışırken hareket halinde olan diğer hareketli düzenekler insanlara zarar verebilme potansiyeline sahiptir.

Makinenin yapısı itibariyle bazı makine parçalarının çalışma yapıları tehlike barındırmaktadır. Makinenin dönen kısımları, sağa ve sola, ileri ve geri giden bölümleri, hareketi veya malzemeyi nakleden aparatları çalışmaları sırasında insana zarar verme potansiyeli taşımaktadır. Bir dikkatsizlik anında ya da istem dışı bir şekilde bu parçaların çalıştığı sırada temas edilmesi çoğunluğu uzuv kaybı bir kısmı ise ölüm ile sonuçlanan iş kazalarını doğurmaktadır.

Resim -1 'de dönen bir mil, bir dişli ve bir zincir de dönme esnasında oluşabilecek kaptırma veya sıkışma noktaları görülmektedir.



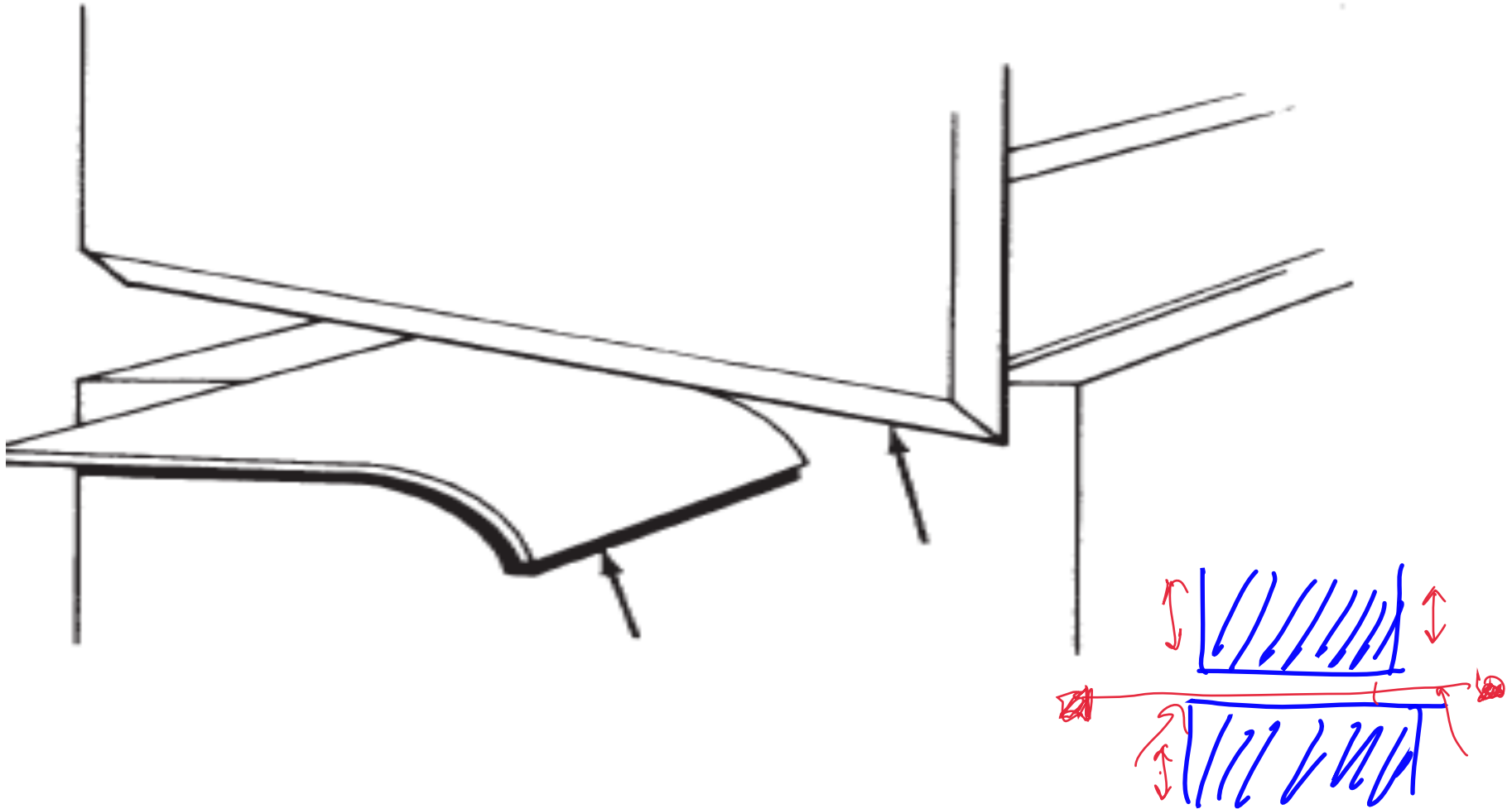
Resim.2 de ise örneklenen güç transmisyon makinesinin koruyucu panel içine alınarak nasıl tehlikesiz hale getirildiği gösterilmektedir.



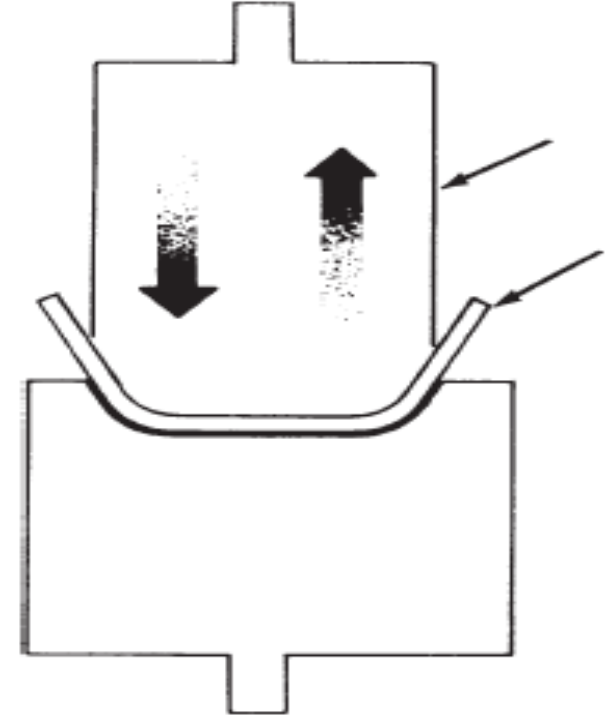
İşin yapılması ve yapısı itibariyle tehlikeli potansiyeline sahip işlerde mevcuttur. Bu işlere örnek olarak kesme, delme, ayırma ve eğme işleri verilebilir. Bu işlerin yapılmasına ilişkin örnekler çok sık olarak rastlanmaktadır çünkü bu tarz işlerin büyük bir kısmı en küçük atölyelerde bile yapılabilmektedir.

Bu işlerin yapılması sırasında makinelerin barındırdığı tehlike noktaları aşağıdaki örneklerde gösterilmiştir. Resim.3 de ise bir giyotinin çalışması sırasında hem makine hem de işlem

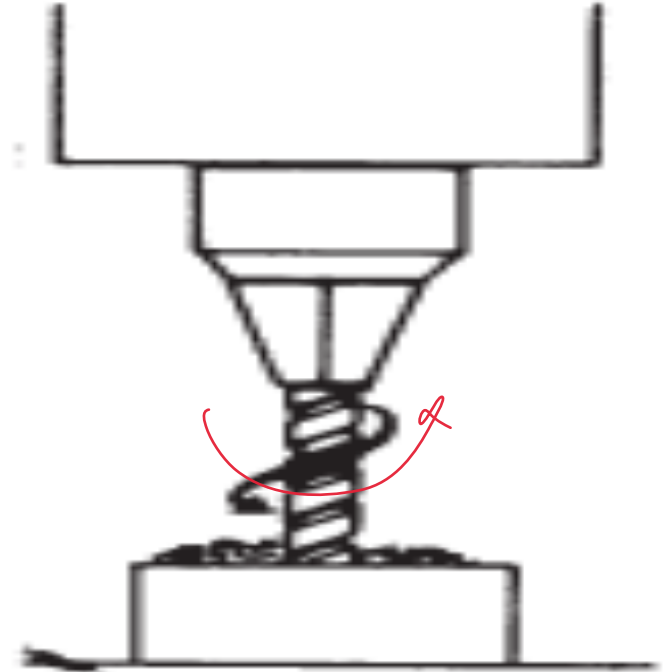
Resim.1 Dönen Parçalarda Tehlike Noktalar [3] Resim.2 Güç Transmisyon Makinesi için Koruyucu Panel [3] gören parça kaynaklı tehlikeli kesme noktaları gösterilmiştir. İşlem gören parçanın eğilmesi sırasında çevresinin açıkta bulunması da makinenin ucunun açıkta bulunması kadar risk teşkil etmektedir



Resim.4 de parçaya şekil veren bir punch makinesi gösterilmekte ve bu makinenin çalışması esnasında var olan sıkışma noktaları oklarla gösterilmektedir. Resim.5 de ise matkapla çalışma sırasında çok hızlı bir şekilde dönen ucuna takılma ve sarılmalara sebep olacağı için matkap ucunun çevresi işaretlenmiştir.

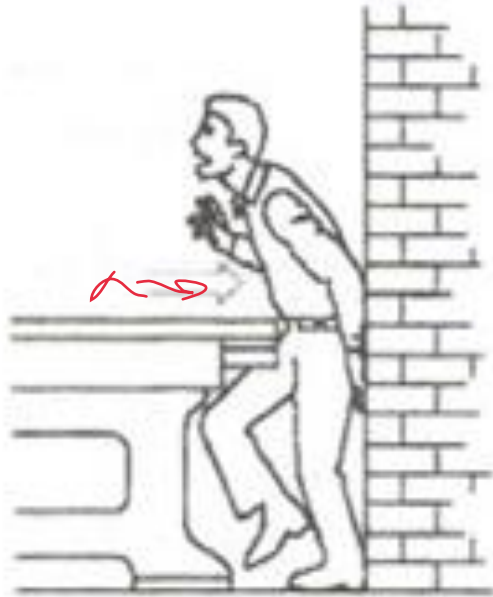


Resim.6 da bir matkabın ayarlanabilir yüksekliğe sahip kilitlenebilir anahtarı olan koruyucusu görülmektedir. Bu tip koruyucular kesinlikle tehlikeyi azaltmaktadır, makinaya sabitlenmeleri ve takılmaları ile kullanımları çok kolaydır. Ancak bir çok makine koruyucusu tehlikeyi her ne kadar azaltıyor olsalar da sıfır düzeyine indirgeyemez ve operasyon noktasını koruyamazlar.

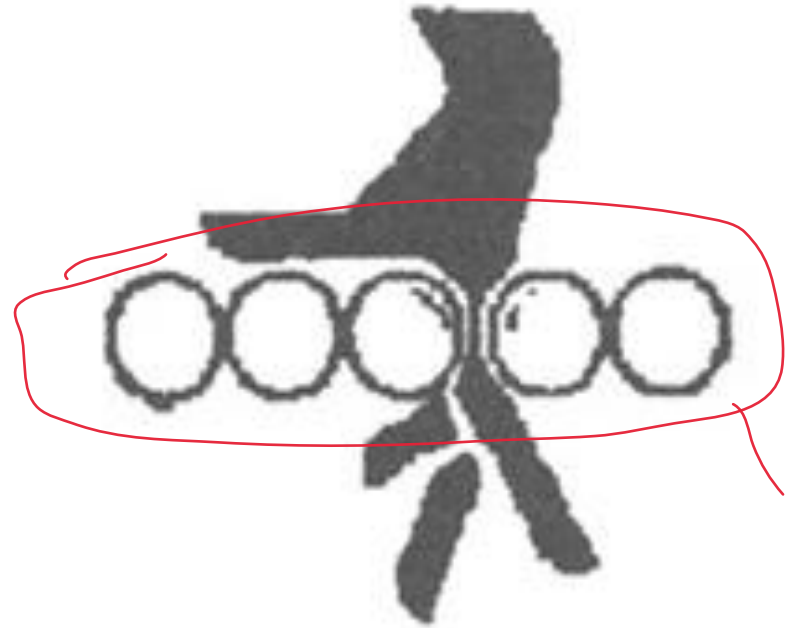


Ayrıca makineye genellikle sonradan monte edilen ve makinenin çalışması açısından olmazsa olmaz bir yapıya sahip olmadıklarından dolayı ayarları ihmal edilebilir bir yapıdadırlar.

Makinenin dönen kısımları ve motordan aldığı hareketi diğer birimlere ileten kayış, zincir gibi malzemeler, özellikle eller ve kolların sıkışmasına, iş elbiselerinin takılmasına ve cilt ile temas sonucunda yaralanmalara ve hatta takılan parçanın vücut ile bağlantısına dayalı olarak ölümlere neden olabilir. Bunun yanı sıra bu bölümlerden parça fırlaması söz konusudur.



Sağa sola hareket eden makineler ve
tehlikeler



Ellerin dönen merdanelere sıkışması

Tehlikeli işlemlerde makinelerden parça fırlama tehlikesi yanında işlem gören malzemelerin fırlaması ve çarpması da söz konusudur. Bu tarz olaylar çalışma ortamındaki bir çok risk faktöründen kaynaklanıp zincirleme olarak diğer kazalara yol açabilmektedir.



El veya parmakların kesilmesi



Parmakların dönen dişlilerin arasına sıkışması

Resimlerde de ilk olarak sağa sola hareket eden makinelerin sabit yerlere yakın olması durumunda arada sıkışma tehlikesine dikkat çekilmek istenmiştir. Ayrıca makinadan çıkan işlenmiş ürünün de çalışanı sıkıştırma riski olabileceği unutulmamalıdır. Resim.7 içerisinde bulunan diğer küçük resimlerde hareketli ve dönen parçaların arasına ve çevresine uzuvların sıkışabileceği ya da keskin parçalar tarafından uzuv kayıplarına yol açılabileceği gösterilmek istenmiştir.

Yukarıdaki resimlerin içerisinde bulunan diğer küçük resimlerde hareketli ve dönen parçaların arasına ve çevresine uzuvların sıkışabileceği ya da keskin parçalar tarafından uzuv kayıplarına yol açılabileceği gösterilmek istenmiştir. Bu tarz kazalara anlık dikkatsizlik ya da hatalar yol açmakta olduğu için bu gibi makine ve parçalara karşı önlem almak öncelikli olmalıdır. Ayrıca bu önceliği bu gibi durumlara alınabilecek önlemlerin hem düşük maliyetli hem de kolay uygulanabilir olması nedeniyle tercih etmek gerekmektedir.

Makinelerden çapak, parça yada malzeme fırlaması gibi riskleri teşkil eden makinelerde sadece makine operatörünü koruyacak şekilde önlem **(Kaza Örnekleri [5])** almak her zaman yeterli olmayabilir. Makinenin çevresinde bulunan yollar ya da işlem yapılan parçanın çıktığı yer geçiş yollarına yakın olduğu zaman geçen insanlar içinde tehlike oluşturacaktır.

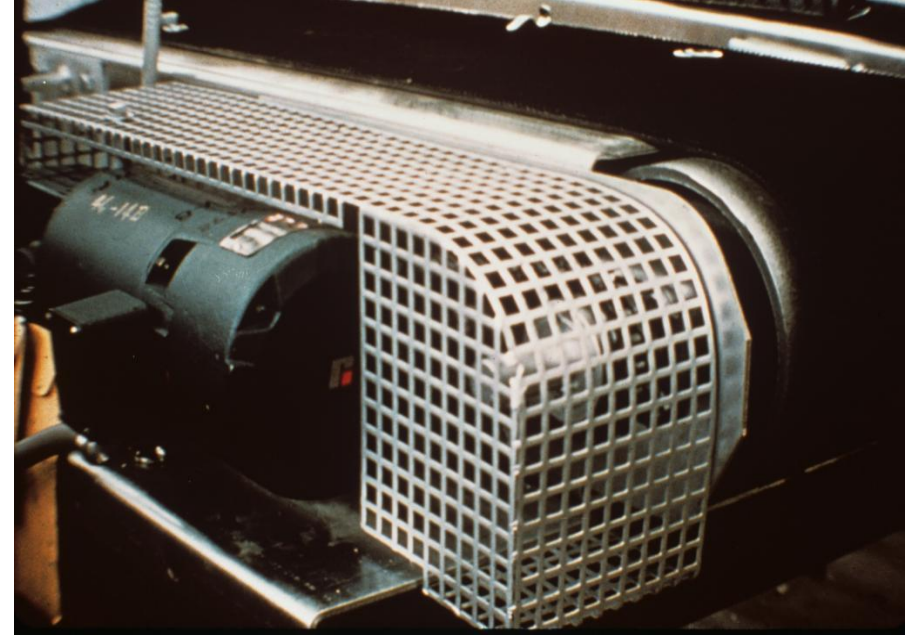
Aşağıdaki resimde dönen parçalar için uygulanan koruyucular yer almaktadır. Bu resimdeki dört parçanın arasından görüldüğü gibi en bilinen örnek vantilatörlerin dışındaki metal koruyucu aksamdır. Bu tarz basit uygulamaların pratik olarak uygulanması hem çok az maliyetli hem de kolaylıkla uygulanabilir.



Yandaki Resimde ise, dönen başka bir parça için koruyucu uygulamasına yer verilmiştir. Bu makine üzerindeki çalışma “torna, çelik çerçeve ve güvenlik anahtarı için bikarbonat ekranı” olarak tanımlanmıştır.



Yandaki Resimde ise, bir makinanın açık tarafında bulunan ve dönen milinin sağlıklı biçimde kapatılmasına ilişkin başarılı bir örnek yer almaktadır.



MAKNE KORUYUCULARININ ÖZELLİKLERİ VE ÇEŞİTLERİ

Makineye koruyucu planlarken uyulması gerekli temel ilkeler mevcuttur ve bu ilkelere uyulmadan tam anlamıyla iyi bir koruyucu tasarlamak mümkün değildir. Bunun nedeni de koruyucu tasarlanırken hem koruma görevi yerine getirmesi hem de makineden beklenen işlevi aksatmaması konularına dikkat edilmemesidir yada bu iki konuyu bir arada ele almamaktır.

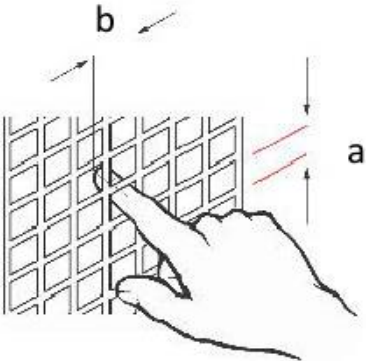
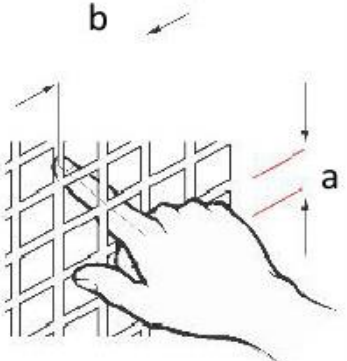
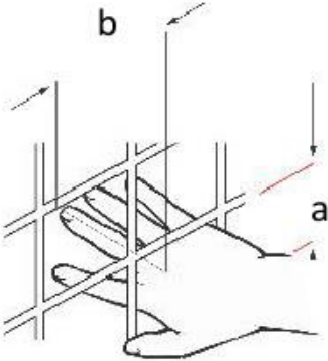
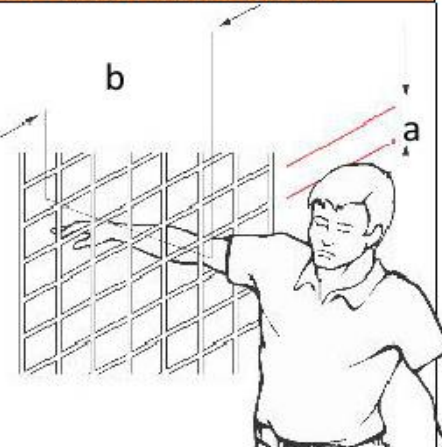
Koruyucu tasarımında temel bakış açısı bir taraftan makineyi çalıştıran operatörün hareketlerini engellemek iken diğer taraftan da makinenin üretim kapasitesini düşürmemek olmalıdır. Koruyucu tasarımında yukarıda açıklanan bakış açısı ele alındığında uyulması gereken bazı noktalar aşağıdaki gibi olabilmektedir:

- 1-Tasarlanan koruyucu, işlem noktasına (tehlikeli noktalara) makine ile çalışan veya diğer bir kişinin ulaşmasını engellemelidir.
- 2- Koruyucu makineden çıkartıldığı zaman makine çalışmamalıdır.
- 3-Uzun ömürlü maddeden yapılmalı ve dayanıklı olmalıdır.
- 4-Çalışanlar koruyucuları kolayca çıkaramamalıdır. Ancak bakım, onarım tarzı işler yapılacağı zaman kolayca açılabilmelidir.

- 5- Makineden herhangi bir parça fırlamasını önlemelidir.
- 6-Mevcut tehlike kaynağını kontrol altına almaya yararken kendisi yeni bir tehlike kaynağı olmamalıdır.
- 8-Çalışanı geciktirmemeli, işini zorlaştırmamalı ve işin yapılmasını engellememelidir.
- 9- Mümkünse makinenin bakımının yapılacağı zamanlarda koruyucunun çıkmamasına özen gösterilerek tasarım yapılmalıdır.
- 10- Ayrıca bakım gerektirmemelidir. [1]

Makine koruyucularının yapısal özellikleri ele alındığında tasarımında uzun süreli ergonomik çalışmaların rolü büyüktür. Tasarım ölçüleri, bu çalışmalar sonucunda ortaya çıkmış, birçoğu da standart ve mevzuatlarda yerini almıştır.

Örnek olarak değerlendirecek olursak **bir koruma bariyerinin** tasarımında 2 parametre söz konusudur. Bunlardan **birincisi izin verilen aralık olup, geometriye bağlı** olarak 9 mm lik aralık bir parmağın tamamen girmesini, 6 mm aralık ise parmak ucunun girmesini sağlar. Bu değerler Resim.11 de olması gereken aralık değerleriyle birlikte gösterilmiştir. Burada koruyucu açıklığıyla beraber dikkate alınması gerekli **ikinci değişken ise koruyucunun operasyon noktasına (tehlikeli bölgeye) uzaklığıdır.**

Parmak ucu	Parmak	El ayasına kadar	Koltuk altına kadar
 <p>$4 < a < 8$ mm ise b nin en az 15 mm olması gerekir.</p>	 <p>$8 < a < 12$ mm ise b nin en az 80 mm olması gerekir.</p> <p>$12 < a < 20$ mm ise b nin en az 120 mm olması gerekir.</p>	 <p>$20 < a < 30$ mm ise b nin en az 200 mm olması gerekir.</p>	 <p>$30 < a < 120$ mm ise b nin en az 850 mm olması gerekir.</p>
<p>a:Koruyucu açıklığı b:En yakın operasyon noktasının koruyucunun iç yüzeyine uzaklığı</p>			

Genellikle kayış-kasnak, zincir-dişli, konveyör vb gibi transmisyon manikalarının hareketli elemanları iç kısımların görünebilmesi veya yağlama gibi amaçlarla perfore saçlar, tel örgüler gibi malzemelerle korunur. Aşağıda, bu amaçla en sık kullanılan tel örgüler için, uzuv boylar dikkate alınarak, izin verilen koruyucu açıklık ve uzaklıkları gösterilmiştir.

İyi bir makine koruyucusu amacına uygun olarak farklı özelliklere sahip olacak olsa bile her şeyden önce teması engellemeli (vücut kısımları, el, kol...), çalışana güvenli bir çalışma sunmalı ve ilave bir tehlike oluşturmamalıdır. Tabi birde kullanılacak olan makine koruyucusunun 3840 sayılı Türk Standardı olan **“Makinalarda İş Kazalarına Karşı Genel Güvenlik Kuralları”na** uygun olması gerekmektedir.

Bu standart, iş kazalarına karşı makine koruyucularının proje, yapım ve uygulamaları sırasındaki kriterleri ve Madde 1.3'de belirtilen makinaların tehlikeli kısımlarına karşı alınabilecek önlemleri kapsar. Madde 1.4 de açıklanan ve mekanik olmayan tehlikeleri kapsamamaktadır.

Makine koruyucuları, makinelerde yapılacak her işe uygun olmalıdır. Hareket edebilen veya kapak şeklindeki koruyucuların kilit mekanizması bulunmalı ve bu koruyucular her kullanımdan önce kilitlenmelidir.

Ayak pedalı ile çalışabilen makinelerde yalnızca bir ayağın girebileceği şekilde koruyucular olmalıdır. Bu koruyucuların bilinçli olarak çıkarılmaması veya kullanışsız hale getirilmemesine dikkat edilmesi gerekmektedir.

Çalışanın makine veya tezgâhın çeşitli kısımlarında çalışmasını gerektiren durumlarda, bu tezgâh veya makinenin bir tane çalıştırma düğmesi ve birden fazla durdurma düğmesinin olması gerekmektedir. Tezgâh ya da makinenin birden fazla tarafında aynı anda çalışma gerekmede ise her çalışanın yakınında bir adet çalıştırma ve en az bir adet durdurma düğmesi bulunmalıdır.

Çalıştırma düğmeleri senkronize olarak basılmadığı takdirde makinenin çalışmaması gerekmektedir. Makine koruyucuları özelliklerine ve yapılan işin niteliğine göre çok çeşitlenmektedir.

- Sabit koruyucular
- Kilitlemeli koruyucular
- Kumanda tipi koruyucular
- Otomatik koruyucular
- Yaklaşma koruyucular
- Ayarlanabilir koruyucular
- Kendi kendine ayarlanabilen koruyucular

- Durdurma veya Ters Döndürme Sistemi
 - - Mekanik durdurma sistemi
 - - Foto – Elektrik durdurma sistemi
 - - Basınca duyarlı taban
 - - Kapasitif ve Ultrasonik aygıtlar
- İki Elle Kumanda Sistemi
- Koruyucu Tabla
- Besleme ve Çıkarma Aygırları

- Mekanik Engelleme Aygıtları
 - Yatay hareketli tabla
 - Düşey hareketli tabla
- Eylemsizlik Koruyucu Sistemi
 - Dönmeyi (rotasyonu) algılayan aletler
 - Zamanlama aygıtları
- Gecikmeli anahtarlar
- Otomatik geciktirme cıvatası
- Elle çalışan geciktirme cıvatası