

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAKİNE TASARIMINDA GÜVENLİK
PARAMETRESİNİN İNCELENMESİ**

Makine Mühendisi Serkan BIYIK

**FBE Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Konstrüksyon Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Mustafa ALIŞVERİŞÇİ

İSTANBUL, 2009

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMA LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ÖNSÖZ	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xiv
1. GİRİŞ	1
2. MAKİNE GÜVENLİĞİNİN GENEL TANIMI	3
2.1 Makinelerde Güvenlik ve Güvenlik Amaçlı Tasarım.....	3
2.2 İşlevsel Güvenlik ve Standartlaştırma Hedefleri.....	6
2.2.1 Makine Direktifi (98/37/EC).....	8
2.2.2 Birleştirilmiş Avrupa Standartları.....	9
2.2.2.1 A tipi Standartlar / Temel Standartlar.....	9
2.2.2.2 B Tipi Standartlar / Grup Standartlar.....	10
2.2.2.3 C Tipi Standartlar / Ürün Standartları.....	10
2.2.3 Ulusal Standartlar	11
2.3 Risk Oluşu ve Değerlendirmesi.....	11
2.3.1 Risk Değerlendirmesi.....	11
2.3.2 Kalan Risk (EN 1050).....	12
2.3.3 Risk Azaltma	12
2.3.4 Onaylama	13
2.4 Makineler ve Genel Tanımlar.....	15
2.4.1 Bir Makinenin Tasarımı	16
2.4.2 Güvenirlik	16
2.4.3 Bir Makinenin Sürdürülebilirliği.....	16
2.4.4 Tehlike	16
2.4.5 Tehlikeli Durum	16
2.4.6 Risk	17
2.4.7 Risk Değerlendirmesi.....	17
2.4.8 Tehlikeli Makine Fonksiyonu	17
2.4.9 Tehlike Bölgesi.....	17
2.4.10 Bir Makinenin Tasarım Aşamaları	17
2.4.11 Bir Makinenin Amaçlanan Kullanılması	18
2.5 Makinelerde Tehlike Yaratan İşler ve Hareketler	18
2.5.1 Dönme, Vargel ve Geçiş Hareketleri.....	19
2.5.2 İçeri Kapıcı Noktalar Yaratan Hareketler	20
2.5.3 Kesme Hareketleri	21
2.5.4 Makaslama, Bükme ve Delme Hareketleri	22
2.6 Güvenlik Fonksiyonları.....	23
2.6.1 Direkt (Kritik) Güvenlik Fonksiyonları.....	23
2.6.2 Endirekt (Dolaylı) Güvenlik Fonksiyonları	24

3.	TASARIMDA ALINABİLECEK GÜVENLİK ÖNLEMLERİ	25
3.1	Riskin Tasarım Yoluyla Azaltılması.....	25
3.2	Güvenlik Koruma Önlemleri.....	27
3.2.1	Koruyucular.....	27
3.3	Koruyucu Tipleri	29
3.3.1	Sabit Koruyucu	29
3.3.2	Mahfazalı Koruyucu	30
3.3.3	Mesafe Koruyucusu	31
3.3.4	Hareketli Koruyucu.....	32
3.3.5	Kendiliğinden Kapanan Koruyucular	33
3.3.6	Otomatik Koruyucular	34
3.3.7	Ara Kilitlemeli Koruyucu	35
3.4	Koruyucu Seçimi	35
3.4.1	Makineye Ait Konular	36
3.4.2	Kullanıcıya Ait (İnsani) Konular	38
3.4.3	Koruyucunun Tasarımına Ait Konular	38
3.4.4	Koruyucuların Yapısına Ait Konular.....	38
3.4.5	Koruyucu Malzemesinin Seçimi	38
3.4.6	Makine Tasarımında Koruyucu Tipi Seçim Yöntemi.....	38
3.5	Güvenlik Düzenekleri	40
3.5.1	Ara Kilitleme Düzeni (Ara Kilit).....	41
3.5.2	Takviyeli Kumanda Düzeni	41
3.5.3	Kendiliğinden Eski Konumunu Alan Kumanda Düzeni.....	41
3.5.4	İki El ile Kumanda Düzeni.....	41
3.5.5	Hassas Algılama Düzeni	41
3.5.6	Otomatik veya Yarı Otomatik Besleme	42
3.5.7	Fotoelektrik Durdurma Düzeni.....	42
3.5.8	Güvenlik Düzenlerinin Önemi	42
3.6	Caydırma Düzenleri.....	45
3.6.1	Duyulabilir Tehlike Sinyalleri.....	46
3.6.2	Görsel Tehlike Sinyalleri	47
4.	TASARIM ÖRNEKLERİ	49
4.1	Atölyelerde Kullanılan Makinelerdeki Örnekler.....	49
4.1.1	Torna Tezgahlarında Güvenlik.....	49
4.1.2	Preslerde Güvenlik.....	54
4.1.3	Şahmerdanlarda Güvenlik	57
4.1.4	Freze Tezgahlarında Güvenlik	58
4.1.5	Makaslarda Güvenlik	59
4.1.6	Matkaplarda Güvenlik	61
4.1.7	Testerelerde Güvenlik.....	65
4.1.7.1	Şerit Testerelerde Güvenlik.....	65
4.1.7.2	Daire (Tepsi) Testere Tezgahlarında Güvenlik	67
4.1.7.3	Sawstop (Testeredur) Düzeneği	69
4.1.8	Ağaç İşleme Tezgahlarında Güvenlik.....	69
4.1.9	Yüzey Temizleme Makinelerinde Güvenlik	71
4.2	Taşlama Tezgahlarında Güvenlik:.....	71
4.2.1	Tel Çekme Makinelerinde Güvenlik.....	73
4.2.2	Balya kırma (Açma), Hallaç, Tarak, Kart ve Tasarlama Tezgahları.....	75
4.2.3	Karıştırma Makinelerinde Güvenlik	76
4.3	Otomobillerde Güvenlik	77

4.3.1	Pasif Güvenlik Sistemleri.....	79
4.3.1.1	Dış Güvenlik Elemanları.....	79
4.3.1.2	İç Güvenlik Elemanları.....	81
4.3.2	Aktif Güvenlik Sistemleri.....	90
4.3.2.1	Sürüş Güvenliği.....	91
4.3.2.2	Şartlara Bağlı Güvenlik.....	91
4.3.2.3	Duyulara Bağlı Güvenlik.....	92
4.3.2.4	Kullanım Güvenliği.....	93
4.3.2.5	ABS (Anti Teker-Kilitleme Sistemi).....	94
4.3.2.6	ASR (Çekiş Kontrol Sistemi).....	95
4.3.2.7	ESP (Araç Dinamik Kontrolü).....	97
4.4	Asansörlerde Güvenlik.....	98
4.4.1	Durdurma Şalterleri ve Güvenlik Kontakları.....	102
4.4.2	Kapı Kilitleri.....	103
4.4.3	Frenleme Tertibatları.....	104
4.4.3.1	Regülatör.....	104
4.4.3.2	Elektromanyetik Fren.....	106
4.4.3.3	Paraşüt Düzeni.....	108
4.4.3.4	Sensörlü Disk Fren.....	110
4.4.4	Kabin.....	112
4.4.5	İmdat Kapakları.....	113
4.4.6	Kısmen Kapalı Asansör Kuyusunda En Az Açıklıklar.....	114
4.5	Yürüyen Merdivenlerde Güvenlik.....	114
4.6	Değirmen ve Öğütücülerde Güvenlik.....	116
4.7	Paketleme Makinelerinde Güvenlik.....	117
4.8	Konveyörlerde Güvenlik.....	119
4.9	Kren ve Vinçlerde Güvenlik.....	121
4.10	İplik Dokuma ve Örme Tezgahlarında Güvenlik.....	125
4.11	Seperatör Makineleri ve Eleklerde Güvenlik.....	127
4.12	Plastik Kırma ve Enjeksiyon Makinelerinde Güvenlik.....	129
4.13	Ev Aletlerinde Güvenlik.....	132
5.	GÜVENLİK OTOMASYON İLİŞKİSİ.....	136
5.1	Makine Güvenlik Otomasyonu Elemanları.....	136
5.1.1	Emniyet Şalterleri.....	137
5.1.2	Işın Bariyerleri.....	137
5.1.3	Dokunmatik Emniyet Halıları.....	139
5.1.4	Güvenlik Kenarlıkları.....	140
5.1.5	Emniyet Sürgüleri.....	141
5.1.6	Acil Durdurma Butonları.....	142
5.1.7	Ayak Pedalları.....	143
5.1.8	Çift El ile Kontrol Panelleri.....	143
5.2	Makinelerdeki Uygulamalar.....	144
5.2.1	Konveyörlerdeki Uygulamalar.....	145
5.2.2	Otomobillerdeki Uygulamalar.....	145
5.2.3	Plastik Enjeksiyon Makinelerindeki Uygulamalar.....	149
5.2.4	Robotlardaki Uygulamalar.....	149
SONUÇ	153
KAYNAKLAR	154

İNTERNET KAYNAKLARI.....	156
EKLER.....	157
ÖZGEÇMİŞ.....	169

KISALTMA LİSTESİ

AB	Avrupa Birliği
ABS	Antiblocking Brake System
ACC	Adaptive Cruise Control
AK	Requirement Classes
ASR	Acceleration Slip Regulation
BLIS	Blind Spot Information System
BM	Birleşmiş Milletler
CEN	European Standardization Committee
CENELEC	Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
CNC	Computerized Numerical Control
DIN	Deutsches Institut für Normung
EC	European Commision
ECE-R	Economic Commission for Europe
ECJ	European Council Journal
ECU	Electronic Control Unit
EN	European Norms
ESP	Electronic Stability System
ETC	Electronic Traction Control
EU	European Union
FDR	Araç Dinamik Kontrolü
FRP	Fiber Rainforced Plastics
HCU	Hydrolic Control Unit
HUD	Head Up Display System
IDIS	Intelligent Driver Information System
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization
LED	Light-Emitting Diode
LMPAB	Low Mounted Passenger Airbag
OEM	Original Equipment Manufacturer
PIR	Passive Infra Red
PLC	Programmable Logic Controller
PRS	Pedal Release System
ROPS	Roll Over Protection System

RREG	Route Requests Event Generator
SF	Space Frame (Uzay Kafes)
SIL	Safety Integrity Level
TS	Türk Standartları
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
WHIPS	Whiplash Protection System

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Tasarımcı tarafından alınacak güvenlik tedbirleri ve tasarımcı ile kullanıcının görevleri arasındaki ilişki.	4
Şekil 2.2 Tasarım safhasında güvenlik tedbirlerinin seçilmesi için uygulanan stratejinin şematik olarak gösterilmesi.	5
Şekil 2.3 EN 954-1 Standardına bağlı olarak uygun kategori seçimi.	14
Şekil 2.4 Atölyelerdeki makinelerde görülen dönme ve vargel hareketleri.	20
Şekil 2.5 İçeri kapıcı hareketlerin görüldüğü paketleme makineleri ve haddeler.	21
Şekil 2.6 Frezede meydana gelen kesme hareketleri.	22
Şekil 2.7 Delme ve raybalama işlemleri.	23
Şekil 2.8 Delme ve bükme hareketleri.	23
Şekil 3.1 El matkabı koruyucusu.	26
Şekil 3.2 Makinelerdeki çeşitli koruyucu uygulamaları.	28
Şekil 3.3 Cıvatarla sabitlenmiş bir sabit koruyucu.	30
Şekil 3.4 Transformator mahfazalı koruyucusu.	31
Şekil 3.5 Bir paketleme makinesi üzerindeki tünel koruyucu.	31
Şekil 3.6 Bir gıda dolun hattında uygulanan çit (paravan) koruyucular.	32
Şekil 3.7 Bir hareketli koruyucu.	33
Şekil 3.8 Testerelede kullanılan kendiliğinden kapanan bir koruyucu.	34
Şekil 3.9 Freze ve torna tezgahlarında uygulanan ara kilitlemeli koruyucular.	35
Şekil 3.10 Değişik koruyucu tiplerinin bir arada uygulanması.	43
Şekil 3.11 Değişik koruyucu tiplerinin bir arada uygulandığı bir üretim hattı.	44
Şekil 3.12 Görüş alanı (Bakış istikameti hattı dış görevler tarafından gerekli olduğu zaman)	47
Şekil 4.1 Atölyelerde kullanılan makinelerde oluşabilecek tehlikeler ve önlemleri.	49
Şekil 4.2 Torna aynasının yapısı ve ayna koruyucusu.	50
Şekil 4.3 Torna tezgahı genel yapısı ve elemanları.	51
Şekil 4.4 Bir üniversal torna ve saydam hareketi koruyucusu.	52
Şekil 4.5 Torna tezgahı ve ayarlanabilir koruyucusu.	53
Şekil 4.6 Talaş konveyörü.	53
Şekil 4.7 Torna tezgahı hareketli koruyucu ile aydınlatma elemanı.	54
Şekil 4.8 Pres ve üzerindeki koruyucular ve caydırıcı işaretler.	55
Şekil 4.9 Çeşitli pres tipleri (Eksantrik ve hidrolik).	56
Şekil 4.10 Şahmerdandaki sabit ve hareketli koruyucular ve ayak fren düzeneği.	57
Şekil 4.11 Freze İşlemi.	58
Şekil 4.12 Freze yükseltme kolu.	59

Şekil 4.13 Giyotin makas	59
Şekil 4.14 Makas tezgahı	60
Şekil 4.15 Matkaplarda görülen tehlikeli hareketler.....	61
Şekil 4.16 Matkap Tezgahlarında talaş haznesi ve hareketli koruyucu.....	61
Şekil 4.17 Matkap mengenesi.....	62
Şekil 4.18 Merdane ve hadde koruyucuları.....	63
Şekil 4.19 Kağıt kalenderlerinde koruyucular ve besleme plate'i.....	64
Şekil 4.20 Rotatif baskı makinesi	64
Şekil 4.21 Silindirik çamaşır ütöleme makinesi	65
Şekil 4.22 Şerit testere	66
Şekil 4.23 Şerit testere tezgahı koruyucuları.....	67
Şekil 4.24 Değişik daire testere tipleri	67
Şekil 4.25 Daire testerenin kestiği cismin yoğunluğunu hissederek aniden durduran Sawstop (Testeredur) adlı sistem	69
Şekil 4.26 Tomruk işleme makinesi ve frezesi.....	70
Şekil 4.27 Yüzey işleme tezgahı güvenlik düzeneği	71
Şekil 4.28 Kuyumculuk sektöründe kullanılan el taşları koruyucuları ve su haznesi	72
Şekil 4.29 Bir zımparalama taşı detayı	73
Şekil 4.30 Tel çekme tezgahı.....	74
Şekil 4.31 Çivi makinesi	75
Şekil 4.32 Taraklı kırma makineleri ve koruyucu besleme hunisi	76
Şekil 4.33 Çeşitli karıştırma tezgahları ve açılır kapanır koruyucu hazneleri.....	77
Şekil 4.34 Otomobilde kaza anı ve dummy (manken)'lerdeki etkisi	78
Şekil 4.35 Yayaların ve diğer taşıtların binek otolarda çarptıkları bölgelerin oranları	80
Şekil 4.36 Yanal koruyucu saptırma elemanları	81
Şekil 4.37 Emniyet kemeri detayları.....	83
Şekil 4.38 Ön gergili emniyet kemeri.....	83
Şekil 4.39 Ön gergili emniyet kemeri detayı.....	84
Şekil 4.40 Sürücü ve yolcu hava yastığı ile diz hava yastığı	85
Şekil 4.41 Yan hava perdesi	86
Şekil 4.42 Aktif boyunluk	87
Şekil 4.43 Aktif kafa koruyucuları	88
Şekil 4.44 Yan kapı barı.....	88
Şekil 4.45 Otomobillerdeki uzay kafes sistemi	89
Şekil 4.46 Akordeon biçimde deformasyon.....	90

Şekil 4.47 ABS sistemi elemanları	94
Şekil 4.48 ASR sistemi temel elemanları.....	96
Şekil 4.49 ESP sistemi	98
Şekil 4.50 Dörtlü, ikiz ve tekli tampon çeşitleri	100
Şekil 4.51 Asansör kuyusu kesiti ve elemanları.....	101
Şekil 4.52 Çift emniyetli bir kilit ve fiş-priz bağlantısı	103
Şekil 4.53 Regülatör.....	105
Şekil 4.54 Savrulma ağırlıklı hız regülatörü ve sarkaçlı hız regülatörü	106
Şekil 4.55 Motor makine kaplini üzerine monte edilmiş bir elektromanyetik fren.....	107
Şekil 4.56 Ani etki eden paraşüt düzenleri (a) tırtıllı tip (b) masuralı tip (c) köşeli tip	109
Şekil 4.57 Kaymalı paraşüt düzeni.....	110
Şekil 4.58 Sensörlü disk fren.....	111
Şekil 4.59 Asansör kuyusunda en az açıklıklar ile kabin-kabin girişine bakan kuyu duvarı arasındaki açıklık değerleri.....	114
Şekil 4.60 Bir Yürüyen merdivende bulunan güvenlik elemanları	115
Şekil 4.61 Yürüyen merdivenlerde güvenlik detayları	116
Şekil 4.62 Konkasörler.....	117
Şekil 4.63 Darbeli kırıcı	117
Şekil 4.64 Paket makineleri (Paket ağzı kesme ve şişe doldurma).....	118
Şekil 4.65 Bir bantlı konveyörde kapma noktaları.	120
Şekil 4.66 Bantlı konveyörün tahrik tamburunda kapma noktası.	120
Şekil 4.67 Konveyör üzerindeki statik yükleyici çubuklar	121
Şekil 4.68 Kren elemanları.....	122
Şekil 4.69 Monoray ve mıknatıslı vinçler	123
Şekil 4.70 Vinç acil durum freni.....	124
Şekil 4.71 Vinç kancası ve kanca makarası görülmektedir.....	125
Şekil 4.72 Örme ve apre tezgahları ve koruyucuları	126
Şekil 4.73 Örme tezgahı.....	127
Şekil 4.74 Santrifüj makineleri.....	128
Şekil 4.75 Seperatör makineleri (zeytinyağı ve krema).....	129
Şekil 4.76 Plastik enjeksiyon makinesindeki yarı-mekanik düzenek	130
Şekil 4.77 Plastik enjeksiyon makinesindeki caydırma ünitesi ve koruyucu kapaklar.....	130
Şekil 4.78 Plastik enjeksiyon makinesindeki caydırma ünitesi ve koruyucu kapaklar.....	131
Şekil 4.79 Bir çamaşır makinesi detayı.....	133
Şekil 4.80 Çim biçme makinesi çift el kumandası.....	134

Şekil 4.81 Elektrikli su ısıtıcısı.....	134
Şekil 4.82 Mutfak robotunun kap tasarımı.....	135
Şekil 4.83 Kumaş koruma sistemli ayaklı ütü	135
Şekil 5.1 Emniyet şalteri	137
Şekil 5.2 Işın bariyerleri.....	138
Şekil 5.3 Güvenlik paspasları	140
Şekil 5.4 Güvenlik kenarlığı.....	140
Şekil 5.5 Emniyet sürgüleri ve kapı üzerine montaj edilmiş hali.....	142
Şekil 5.6 Acil durdurma butonu (emergency stop).....	143
Şekil 5.7 Ayak pedalları	143
Şekil 5.8 Çift el paneli.....	144
Şekil 5.9 Konveyörlerdeki muting sistemi	145
Şekil 5.10 Co-Driver sistem	147
Şekil 5.11 Park uyarı sistemi	148
Şekil 5.12 Kalıp mengeneleri üzerinde bulunan bağlantılar	149
Şekil 5.13 Bir robot kolu	150
Şekil 5.14 Otomotiv sektöründe üretim bandında kullanılan bir robot.....	152

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 Hareketli parçaların sebep olduğu tehlikeler gözetilerek koruyucu tipinin seçimi.	39
Çizelge 3.3 Örnek bir acil durum durdurma teçhizatının çalışma şeması.....	45
Çizelge 3.4 Standartların öngördüğü maskelenmiş ses eşiği değerleri.....	46
Çizelge 3.5 Sesli tehlike sinyali ile güvenliğe yönelik tasarımın vinçlerdeki uygulaması.....	47
Çizelge 4.1 Otomobil Güvenlik Sistemleri	79
Çizelge 4.2 Test ortamında mankenlerle belirlenmiş yolcu kinetik enerji değişimi	84
Çizelge 4.3 Kullanılacak sabit kapalı koruyucu kenarının kasnak, makara veya tamburun merkezinden asgari mesafesi (a mesafesi).....	119

ÖNSÖZ

Tez çalışmam sırasında kıymetli fikir ve önerileri ile beni yönlendiren, yardım eden ve her aşamada beni destekleyen Tez Danışmanım Sayın Prof. Mustafa ALIŞVERİŞÇİ'ye,

Çalışmalarım sırasında yol gösterici görüşlerini benden esirgemeyen değerli öğretim görevlisi Sayın Doç. Dr. Ferhat DİKMEN'e,

Lisans ve Yüksek Lisans eğitimimi yaptığım Makine Mühendisliği Bölümümüzün tüm saygıdeğer Öğretim Üyelerine,

Yüksek Lisans eğitimim sırasında bana maddi destek veren Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu TÜBİTAK'a,

Maddi ve manevi desteklerini benden esirgemedi, hayatımın her anında yanımda olan aileme ve tüm sevdiklerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Serkan BIYIK

ÖZET

MAKİNE TASARIMINDA GÜVENLİK PARAMETRESİNİN İNCELENMESİ

Serkan BIYIK

Makine Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi

Makine tasarımında göz önünde bulundurulması gereken başlıca parametreler fonksiyonellik, ucuzluk, dayanıklılık olarak sıralanabilir. Bu parametrelerin optimum koşullarda birleştirilmesi makine mühendisliğinin temel çalışma konusunu oluşturur. Ancak unutulmaması gereken bir diğer faktör de kullanıcıların güvenliğidir. Güvenli olmayan bir tasarımın fonksiyonelliğinden ya da yararlılığından bahsedilemez. Böyle bir makinenin pazarlanması da mümkün değildir. Bu açıdan bakıldığında, insan odaklı üretim sistemlerinde makine güvenliğinin önemi gittikçe daha fazla öne çıkmaktadır.

Bu çalışmada, makine güvenliğinin tanımı yapılmış, makine tasarımda güvenliğin önemi ortaya konularak bu konuda yapılan standartlaştırma çalışmalarından bahsedilmiştir. Tasarımda alınabilecek güvenlik önlemleri tanıtılmıştır. Makinelerde kullanılan koruyucuların tipleri, özellikleri ve kullanım alanları belirtilmiş, güvenlik fonksiyonlarının tanımları yapılmıştır. Ardından bahsedilen bu esasların tasarımda nasıl uygulandığı örneklerle açıklanmıştır.

Son bölümde ise gelişen güvenlik teknolojisi olan güvenlik otomasyonuna değinilmiş, güvenlik otomasyonunda kullanılan elemanlarından bahsedilmiş ve çeşitli sektörlerdeki uygulamalardan örnekler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Makine tasarımı, güvenlik sistemleri, koruyucular, tasarım örnekleri.

ABSTRACT

THE RESEARCH of SAFETY PARAMETER in MECHANICAL CONSTRUCTION

Serkan BIYIK

Mechanical Engineering, M.S. Thesis

The leading parameters which have to be considered in mechanical construction can be arranged as; functionality, cheapness, and endurance. Assembling of these parameters in optimum circumstances constitutes the principal study field of mechanical engineering. However, another factor which must not be fallen into oblivion is the safety of users. Functionality or utility of an unsafe design can not be mentioned. Also, marketing of such a machine is not feasible. From this point of view, the importance of mechanical safety comes forward with increase in human focused manufacturing systems.

In this study, mechanical safety was defined. The importance of safety in mechanical construction was set forth and, the standardization studies were mentioned. Safety precautions which can be taken in mechanical projection were defined. Types, characteristics and utilization of protectors which are used in machines were remarked and definitions of safety functions were made. Afterwards, implementations of these said foundations in design were exemplified with samples.

In last section, safety automation, which is the developing safety technology, was adverted. Components, which are used in safety automation systems were remarked and exemplified with implementations in various sectors.

Keywords: Mechanical construction, safety systems, protectors, construction samples

1. GİRİŞ

En genel anlamıyla güvenlik, tehlikesizlik durumu ve tam emniyet olarak ifade edilebilir. Her ne kadar bilgi, sağduyu ve doğru çalışma metotları, verimli ve emniyetli çalışabilmenin önemli ön koşulları olsa bile, ürünün de iyi düşünülmüş güvenlik detaylarına sahip olması bir kadar önemlidir. İnsan unsurunun gitgide önem kazandığı günümüz koşullarında da güvenlik kavramı gittikçe daha çok önem kazanmakta ve makine tasarımında önemini daha fazla hissettirmektedir.

Kazalarının oluşmasında üretim teknolojisi, üretim araçları, çevre koşullarının yanında sosyolojik, psikolojik, fizyolojik birçok etken rol oynamaktadır. Ancak, kazalarının oluşmasına neden olan etkenlerin tümü temel iki etkene indirgenebilir. Bunlar makinelerdeki güvensiz durumlar ile kişilerin yaptığı güvensiz davranışlardır. Bu etkenlerden ilki olan makinelerdeki güvensiz durumlar, çalışma sırasında makinede meydana gelen tehlikeler olup doğrudan makine mühendisliğinin çalışma alanına girmektedir.

İş kazalarının da birinci dereceden genel nedeni makinelerdeki güvensiz koşullar olarak ifade edilmektedir. Bu durumlar; üretim sürecinde kullanılan teknolojinin ve üretim araçlarının niteliğinden, iş düzensizliğine, bakım ve kontrollerin noksanlığından denetim ve yönetim hatalarına, depolama ve istifleme yanlışlıklarından sağlıksız çevre koşullarına kadar birçok etkenden dolayı ortaya çıkmaktadır. Üretim sürecinde kullanılan her türlü alet, araç ve makine çalışan insanın yeteneklerine uygun nitelikte değilse, makine ve tezgahların koruyucuları bulunmuyorsa, göstergeleri kolay okunur ve anlaşılır özellikler taşımıyorsa, kumanda mekanizmaları güvenli ve kolay kullanılamıyorsa, bakım ve kontrolleri zamanında ve gereği gibi yapılmıyorsa, amacı dışında ve kapasiteleri üzerinde kullanılıyorsa güvensiz koşulların ortaya çıkması ve iş kazalarının oluşması kaçınılmaz olmaktadır.

Makinelerdeki olumsuz fiziksel ve kimyasal etmenlerin oluşturduğu çevre koşulları çalışan insana etkileri nedeniyle güvensiz davranışların oluşmasına kaynaklık etmektedir.

Tehlikeli hareket ve işlerde tezgahları çalıştıran işçileri korumak en önemli konudur. Koruma şekillerinin belirli çalışma noktalarında birçok çeşitleri vardır. Ancak belirli yöntemlerin sürekli olarak uygulanması mümkün olamamaktadır. Buralarda iş parçasının biçimi, ebadı, cinsi ve işçilerin durumları koruyucuların seçiminde önemli roller oynar. Koruma işleminde en çok göz önünde bulundurulması gereken konu, koruyucu düzeneğin olabildiğince pratik ve kullanışlı olmasıdır. Bu amaçla pek çok makine için değişik koruyucu tipleri ve koruyucu mekanik düzenekler tasarlanmıştır. Bu düzeneklerin makinenin çalışmasını zorlaştırmayacak, üretimi aksatmayacak şekilde olması ve kompakt tasarıma sahip olması fonksiyonelliğini

arttırır. Bu çalışmada da bu koruyucuların tipleri tanıtılmış ve çeşitli sektörlerdeki uygulamalar araştırılmıştır.

Makine ve tezgahların koruyucu sistemlerinin bulunmaması yanında, amacı dışında ve kapasitelerinin üzerinde kullanılması, güvensiz koşulların oluşmasına neden olmaktadır. Makine ve tezgahların yerleşim düzeninde, hammaddelerin ve üretilen ürünlerin depolama, istifleme, yükleme ve taşınmasında yapılan yanlışlıklar ve noksanlıklar ile genelde işyeri düzensizliği güvensiz durumların oluşmasını doğurmaktadır. İş kazaları hem maddi kayıplara, hem üretimin aksamasına ve en önemlisi işgücü kayıplarına sebep olmaktadır.

Aynı zamanda bu durumun sosyal ve insani boyutu da düşünüldüğünde, kişileri sağlıksız ve güvensiz ortamlarda çalıştırmak hiç şüphesiz ahlaki bir sorun olarak da ortaya çıkmaktadır.

Önceki yıllarda makinelerde herhangi bir güvenlik ekipmanının bulundurulması yeterlidir düşüncesi hakim iken ve emniyet oranının makineden çok operatörün insiyatifine verilmişken, günümüzde Avrupa Birliği standartlarına uyum çalışmaları çerçevesinde uluslar arası kalite ve güvenlik standartlarına sahip olan ürünlerin kullanılması bir zorunluluk halini almış ve emniyet oranı operatörden makine yönüne dönmüştür.

Bu şartlar göz önüne alınıp değerlendirildiğinde, standartlara ve amacına uygun makinelerin tasarımı ve güvenlik ekipmanlarının kullanımı hem işveren, hem çalışanlar hem de ülke ekonomisi açısından büyük avantajlar sağlayacaktır.

2. MAKİNE GÜVENLİĞİNİN GENEL TANIMI

En genel anlamıyla güvenlik, tehlikesizlik durumu ve tam emniyet olarak ifade edilebilir. Bir makinenin güvenliği ise; makinenin fonksiyonunu ve kurulduğu, ayarlandığı ve idame ettirildiği şeyi yerine getirilebilme yeteneği olarak tanımlanır. Daha detaylı bir tanımı da; bir makinenin kullanım el kitabında ifade edilmiş (ve bazı durumlarda el kitabında belirtilmiş bir süre içerisinde) amaçlanan kullanma şartları altında taşınması, kurulması, ayarlanması, sürdürülebilmesi, sökülmesi ve atık hale getirilmesi gibi fonksiyonları yerine getirme yetisi olarak tanımlanır.

Her ne kadar, bilgi, sağduyu ve doğru çalışma metotları, verimli ve emniyetli çalışabilmenin önemli ön koşulları olsa bile, ürünün de iyi düşünülmüş güvenlik detaylarına sahip olması bir o kadar önemlidir. Günümüzde güvenlik kavramı gittikçe daha çok önem kazanmakta ve makine tasarımında da önemini daha fazla hissettirmektedir.

2.1 Makinelerde Güvenlik ve Güvenlik Amaçlı Tasarım

Güvenlik teknolojisinin amacı, insan ve çevre güvenliğini tehdit eden potansiyel tehlikeleri, uygun teknolojiler kullanarak ve uygulayarak minimum seviyeye indirmek ve hatta bu tehlikeleri yok etmektir. Aynı zamanda tüm bunların, işletmede üretim kaybına, makinelerin kullanımında zaman kaybına yol açmadan başarılmasıdır.

İmal edilen her makine genellikle direkt olarak insanlar tarafından kullanılır ya da bakıma sokulurlar. Bu nedenle makine konstrüksiyonlarında güvenilirlik parametresi gittikçe daha önemli bir yer kazanmaktadır.

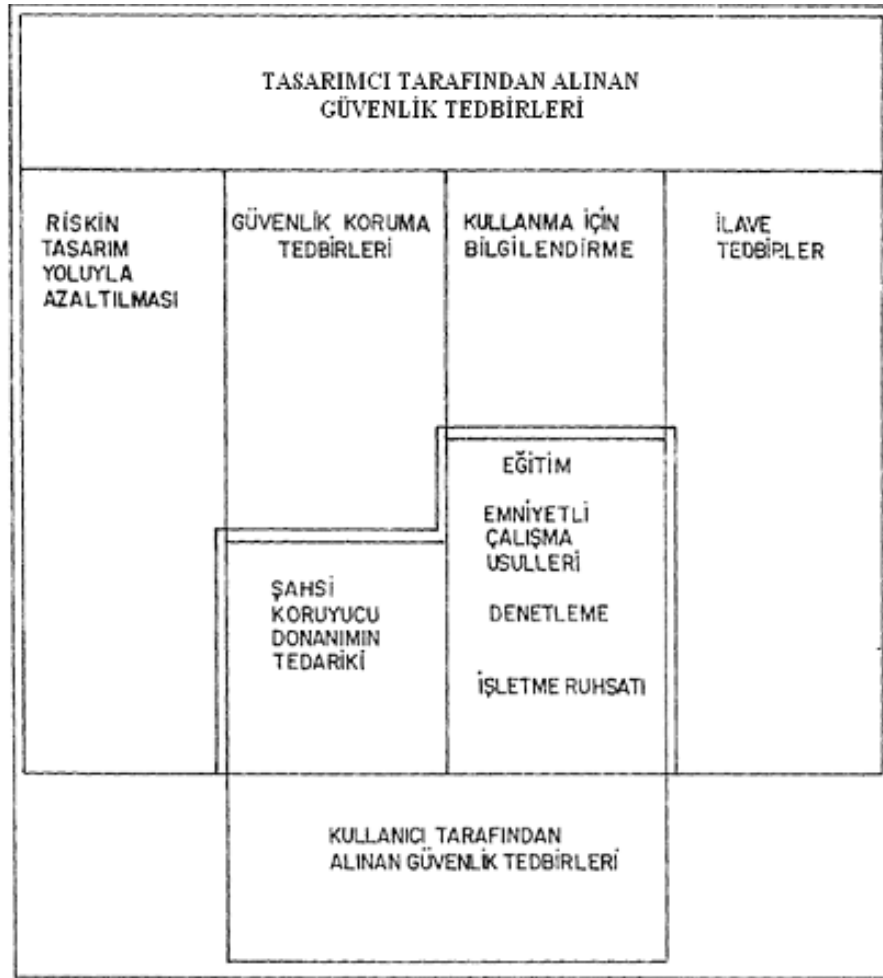
Günümüzde insan güvenliğinin önemini, çıkarılan yasalardan da anlamaktayız. Makinelerle çalışma esnasında oluşabilecek bir kazanın önüne geçebilmek için yasal zorunluluklar getirilmiştir. Makineler için genel olarak alınacak güvenlik önlemleri dışında her makine için özel güvenlik önlemleri alınabilmektedir. İş güvenliğinin yanı sıra makinelerin daha güvenli hale getirilmesi ve bu yönde çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Güvenlik önlemi bulunmayan veya eksik olan bir makinenin çalışması sırasında herhangi bir kaza olması halinde, bundan doğrudan doğruya işveren veya işveren vekili (müdür, mühendis) sorumlu olmaktadır. Bu yüzden atölyeye yeni bir makine satın alınacağı zaman, bu makinenin fonksiyonelliği ve ekonomikliği yanı sıra güvenlik önlemlerinin yeterli olup olmadığı da sorumlu kişiler tarafından göz önüne alınmalıdır.

İş güvenliğinin sağlanması konusunda üzerinde durulması gereken en önemli unsurlar makine güvenlik ekipmanlarıdır. Günümüzde hızla gelişen teknoloji ile birlikte geleneksel mekanik

tip güvenlik ekipmanları yerlerini mikroişlemci tabanlı çalışan ve bir çok fonksiyonu ile farklı modlarda çalışmaya izin veren elektriksiz koruyucu ekipmanlara bırakmaktadır. Hepimizin sanayide karşılaştığı acil stop butonları, güvenlik röleleri, güvenlik switchleri, çift el kontrol üniteleri, güvenlik halıları ve güvenlik bariyerleri gibi donanımlar günden güne daha geniş bir kullanım alanına sahip olmaktadır.

Bundan dolayı, yeni üretilecek bir makinenin müşteri bulabilmesi için, o makinenin tasarımını yapan tasarımcı mühendislerin makinenin fonksiyonelliği, üretim kapasitesi ve ilk yatırım maliyetinin yanı sıra güvenlik önlemlerini de hesaba katması, üretici firmanın da güvenlik önlemi eksik olan bir makineyi piyasaya sürmemesi gerekmektedir. Şekil 2.1'de tasarımcı tarafından alınacak güvenlik tedbirleri ve tasarımcı ile kullanıcının görevleri arasındaki ilişki görülmektedir.

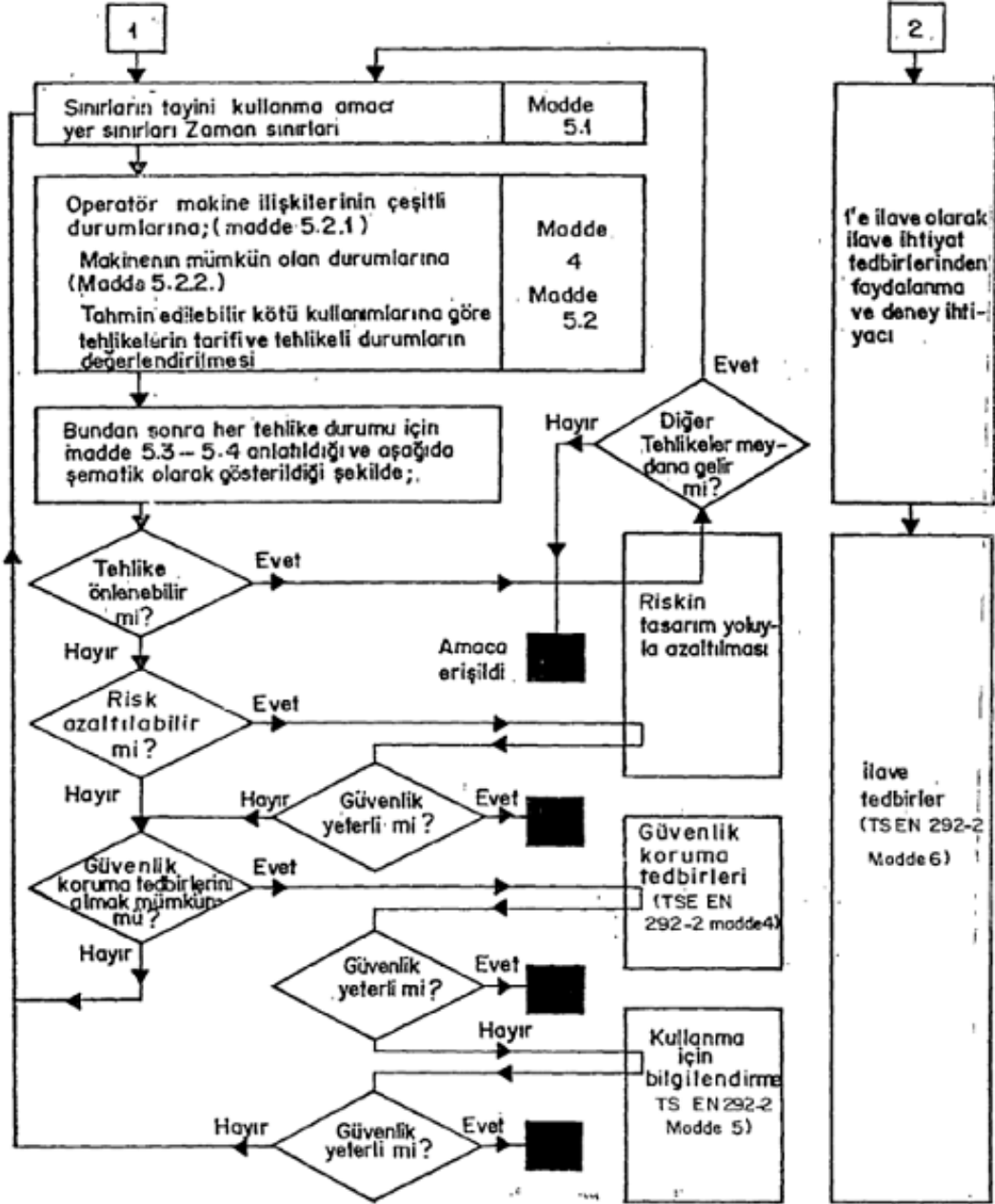


Şekil 2.1 Tasarımcı tarafından alınacak güvenlik tedbirleri ve tasarımcı ile kullanıcının görevleri arasındaki ilişki.

Bir makinenin güvenlik amaçlı tasarımı yapılırken aşağıdaki sıralama izlenmelidir.

- Tehlikeli durumlar sistematik olarak değerlendirilmelidir.

- Tehlikeler giderilmeli veya mevcut riskler tasarım yoluyla azaltılmalıdır.
- Sınırlanamayan veya kaçınılmaz tehlikeler için güvenlik önlemleri alınmalıdır.
- Kalan riskler konusunda kullanıcılar uyarılmalıdır.
- İlave güvenlik önlemleri alınmalıdır.
- Açıklamalar ve uyarılar yapılmalıdır.



Şekil 2.2 Tasarım safhasında güvenlik tedbirlerinin seçilmesi için uygulanan stratejinin şematik olarak gösterilmesi.

Tasarım aşamasında birlikte değerlendirilen bütün önlemler kullanıcı tarafından yerine getirilmesi mecbur tedbirlere tercih edilmelidir. Bakiye riskin en aza indirilmesi amacıyla alınan tedbirlerin yerine getirilmesi zorunlu olup da kullanıcının sorumluluğu altında olan tedbirler bu kapsama girmez.

Makinenin güvenlik içerisinde çalışmaya devam etmesi için makinenin kolayca kullanılmasına izin veren ve onun kullanılma amacını engellemeyen güvenlik tedbirleri önemlidir. Bu önlemlerin tasarımcı tarafından düşünülerek alınması gerekmektedir. Kullanıcının görevi ise makinenin güvenlik önlemlerine uygun biçimde kullanılmasını sağlamaktır. Makineden mümkün olduğu kadar faydalanabilmek için güvenlik tedbirlerinin devre dışı edilmesi ya da bypass edilmesi tehlikelere ve arızalara sebep olacaktır. Şekil 2.2’de tasarım safhasında güvenlik tedbirlerinin seçilmesi için uygulanan strateji şematik olarak gösterilmiştir.

Makine tasarımında alınacak güvenlik önlemleri 2 şekilde gruplanabilir. Önlemlerin bazıları genelleştirilmiş olup, her türlü makine için kullanılabilir. Bazı önlemler ise özeldir ve sadece ilgili makine için geliştirilmiştir.

2.2 İşlevsel Güvenlik ve Standartlaştırma Hedefleri

Korunacak nesne veya varlık tarafından bakıldığında, güvenlik konusunu göz ardı etmek mümkün değildir. Tehlikelerin nedenleri ve bu tehlikelerin kaçınmak için yapılan teknik ölçümler, geniş çaplı farklılıklar gösterebilir. Bunun anlamı herhangi bir farklılığın değişik güvenlik tipleri arasında oluşmasıdır. Bu durumda potansiyel tehlikelerin nedenini açıkça belirlemek gerekmektedir. Eğer güvenlik elektriksel tehlikelere karşı sağlanıyorsa “Elektriksel güvenlik“, eğer güvenlik doğru bir işleve bağlıysa “İşlevsel Güvenlik”ten söz edilebilir. Makine mühendislerinin ilgilendiği ve çözüm ürettikleri kısmı işlevsel güvenlik oluşturmaktadır.

Her ülkede, insan ve çevrenin aynı derecede korunabilmesi için uluslar arası ortak ve uyumlu kurallar uygulanmaktadır. Aynı zamanda güvenlik gerekliliklerinde bulunan, değişik çevre şartlarında bağlı farklılıklar da yok edilmeye çalışılmaktadır.

Dünyanın değişik bölgelerinde ve ülkelerinde güvenliği garanti altına almak için birbirinden farklı birçok kavram ve gereklilik oluşmuştur. Yeterli güvenliği sağlamak için, hangi işin nasıl yapılması gerektiği ile ilgili yasal kavramlar ve gereklilikler sorumluluk derecelerine göre ayrılmıştır. Örnek olarak; AB’de, uygun Avrupa standartları EN, yasaları ve yönergeleriyle denetlenen bir tesisin veya sistemin üreticisi ve işletici firması için ortak bazı yasal gereklilikler vardır. Diğer taraftan Birleşmiş Milletlerde bu gereklilikler bölgesel ve hatta yerel seviyelerde değişim göstermektedir. Fakat Birleşmiş Milletlerin tamamında temel bir ilke vardır; işveren, çalışanına güvenliğinin sağlandığı, güvenli bir çalışma ortamı sunmalıdır.

Makine üreticilerinin veya tesis kuran firmaların dikkate alması gereken en önemli konu makinenin kullanılacağı veya tesisin işletileceği bölgedeki yasalar ve kurallardır. Örneğin, BM’de kullanılacak ve işletilecek olan bir makinenin kontrol ünitesi, orijinal ekipman üreticisi OEM’i Avrupa’da olsa bile Birleşmiş Milletlerin gerekliliklerinin tümünü karşılamalıdır. Güvenliği sağlamaya yönelik teknik kavramlar açık ve net teknik ilkelere dayanmalıdır.

Makine güvenliği ile ilgili yapılan en son standartlaştırma çalışmalarında bu ayırımdan ve hatta işlevsel güvenlik ile ilgili özel standartlardan söz edilmektedir. Makine güvenliği alanı (EN 954) özellikle kontrol sistemlerinin güvenlik bölümleri ile ilgilenmekte ve böylece işlevsel güvenlik üzerinde odaklanmaktadır. Pilot standart olan IEC 61508e bağlı her hangi bir özel uygulamadan bağımsız olmak şartıyla, IEC’de elektrik-elektronik ve programlanabilir elektrik sistemlerin işlevsel güvenliğini ele almaktadır.

IEC 61508’e göre işlevsel güvenlik; kontrol altındaki ekipmanlar ve bu ekipmanlardan oluşan kontrol sistemleri ile ilgili genel güvenliğin bir parçası olarak tanımlanır. Bu kontrol sistemlerinin düzenli çalışması, elektrik –elektronik ve programlanabilir elektronik sistemlerde doğru işlevler kullanılmasına ve dışarıdan gelebilecek risklerin minimize edilmesi veya yok edilmesine bağlıdır. Bir makinenin veya tesisin işlevsel güvenliğini sağlamak için o makineyi veya tesisini koruyan ve kontrol eden cihazların güvenlik ile ilgili kısımlarının doğru işlevlerle çalışması, hata veya problem meydana geldiğinde makine veya tesisin güvenli konumda kalması veya en kısa sürede güvenli konuma geçmesi gerekmektedir. Bunu gerçekleştirebilmek için ilgili standartlarca belirtilen bütün ihtiyaçları karşılayan ispatlanmış teknolojileri kullanmak gerekir. İşlevsel güvenliği sağlamaya yönelik bütün bu gereklilikler aşağıda belirtilen temel hedefler üzerine kurulmuştur

- Sistematik hatalara engel olmak
- Sistematik hataları kontrol etmek
- Rastlantısal hataları kontrol etmek

İşlevsel güvenlik seviyesi ölçülürken üç temel öge dikkate alınır:

- Tehlikeli hataların oluşma olasılığı
- Hata toleransı
- Sistematik hatalara engel olunarak elde edilen kalite

Bu ölçüm değişik standartlarda, değişik terimler kullanılarak belirtilir. IEC 61508’de “Safety Integrity Level”(SIL), EN 954’te “Categories”, DIN V VDE 0801’de “Requirement Classes”

(AK) olarak belirtilmiştir.

Her üretici son kullanıcının güvenliğinden sorumludur. Bu sorumluluk tesisleri kuran şirketleri veya makineleri yapan üreticileri mümkün olduğu kadar güvenli işler yapmaya zorlar. Standartlarda güvenlik ile ilgili bütün önemli özellikler ve dikkat edilmesi gereken konular belirtilmiştir. Bu standartlara uyarak ve bu standartlara ulaşmak için uygun teknolojileri kullanarak tesis kuran bir şirket veya makine üreticisi sorumluluğunu tam anlamı ile yerine getirmiş ve son kullanıcılar için güvenliği garanti altına almış olur.

2.2.1 Makine Direktifi (98/37/EC)

Ortak Avrupa Pazarının kurulması ile birlikte, bütün EC'ye üye ülkeleri ulusal standartların ve yönetmeliklerin birleştirilmesine yönelik bir karar almıştır. Böylece "Makine Direktifi" dahili bir direktif olarak her üye ülkenin yerel yasalarına uyarlanarak yürürlüğe girmiştir. Almanya'da bu direktifin içeriği "Ekipman Güvenliği Kanunu"nun 9.maddesi olarak uygulanmıştır. "Makine Direktifi"nin diğer bir amacı da her ülke için ortak koruyucu önlemler almak ve ülkeler arası ticaretteki engelleri ortadan kaldırmak veya minimuma indirmektir.

Makine en az bir elemanı hareketli olan birbirine bağlı parçaların bütünüdür. Makine direktifinin uygulama alanı bu tanıma uyan çok geniş bir faaliyet alanını (temel, basit bir makineden komplike bir tesise kadar) kapsamaktadır. Değişen direktiflerle birlikte uygulama alanı bir sonraki adımlara doğru genişletilmiştir ve bu da beraberinde "Güvenlik Bileşenleri" ve "Birbirlerinin Yerlerine Kullanılabilen Ekipmanlar" konularını gündeme getirmiştir. Makine, bir bütün olarak çalışması için tasarlanmış ve kontrol altına alınmış parçaların birbirine monte edilmesi olarak da tanımlanabilir.

Makine Direktifi'nin 14 ana maddesi ve 7 ek maddesi vardır. Direktifin ek madde 1'deki temel sağlık ve güvenlik gereklilikleri makine güvenliği için zorunludur. En uygun yöntemin seçiminde, üreticinin aşağıdaki prensipleri dikkate alması ve uygulaması zorunludur.

- 1) Makinenin doğru kullanılması durumunda, makine dizaynı çalışma sırasında veya bakım sırasında hiçbir şekilde personele karşı potansiyel tehlike içermemelidir. Bütün kaza riskleri belirlenip yok edilmelidir.
- 2) Üretici uygun çözümün seçiminde sırasıyla aşağıda belirtilen düşünceleri göz önünde bulundurmalıdır.
 - Makinenin yapılışında ve geliştirilmesinde güvenlik kavramı entegre edilirken riskler mümkün olduğu kadar azaltılmalı ve hatta yok edilmelidir.
 - Yokedilemeyen risklere karşı gerekli koruyucu önlemler alınmalıdır.
 - Makinenin yok edilemeyen risklerinin bulunduğu bölümlerindeki kullanıcılar olası tehlikelere karşı uyarılmalıdır.

- Direktifte belirtilen maddelere uyumu sağlamak için alınan koruyucu önlemler gerekli sorumluluk bilinci ile uygulanmalıdır.
- Bir makine üreticisi ürettiği makinelerinde temel gerekliliklerin sağlandığını kanıtlamalıdır. (Bu işlem EC üye ülkeler tarafından birleştirilen standartların uygulanması ile kolaylıkla yapılabilir.)

Makine direktifinin 6.ek maddesinde listelenen makineler için çok ciddi tehlike potansiyelini belirten bir sertifika tekniği gereklidir. Bu maddede belirtilmeyen makinelerin de yüksek tehlike potansiyeli içeriyormuş gibi denetlenmesi tavsiye edilir.

Alınan koruyucu önlemler ile tam ve kesin güvenliğin sağlanıp sağlanmadığı konusu da söz konusu direktifin 2. Bölümü'nde tanımlanmıştır.

2.2.2 Birleştirilmiş Avrupa Standartları

EC komisyonunun kararı ile Birleştirilmiş Avrupa Standartlar, organizasyonları olan CEN ve CENELEC tarafından hazırlanır. Bu standartların amacı belirli bir ürün için EU direktiflerinde belirtilen gereklilikleri sağlamaktır. Bu standartlar Avrupa toplumlarının resmi yayınlarında yayınlanır ve daha sonra ulusal standartlara değiştirilmeden aynı şekilde aktarılır.

Bu standartlar Makine Direktifinin 1.ek maddesinde belirtilen koruyucu önlemleri ve temel sağlık ve güvenlik gerekliliklerini sağlamak için kullanılır.

DIN ve DKE, CEN / CENELEC organizasyonlarının anlaşmalı partnerleridir.

Belirli bir birleştirilmiş standart altında tüm güvenlik önlemleri ele alındığında direktifte belirtilen güvenlik her yönüyle sağlanmış olur. Bu şekilde çalışan bir üreticiye %100 güvenilirlik sertifikası verilmektedir. Fakat bazı Avrupa standartları aynı anlayış içerisinde birleştirilememiştir.

Makine güvenliği ile ilgili Avrupa standartları aşağıdaki hiyerarşi düzenine göre yapılandırılmıştır:

- Temel standartlar olarak bilinen A tipi standartlar.
- Grup standartlar olarak bilinen B tipi standartlar.
- Ürün standartları olarak bilinen C tipi standartlar.

2.2.2.1 A tipi Standartlar / Temel Standartlar

A tipi standartlar bütün makineler ile ilgili temel terimlerden ve tanımlamalardan oluşur ve EN 292 “Makine güvenliği-Temel kavramlar, makine dizaynının temel prensipleri” standardını içerir. A tipi standartlar, B ve C tipi standartlara temel oluşturur. C tipi standartlarda ilgili standartlar mevcut değil ise A tipi standartlarda belirtilen riskleri minimuma indirme teknikleri üreticilere çok yardımcı olur.

2.2.2.2 B Tipi Standartlar / Grup Standartlar

B Tipi standartlar güvenlik ile ilgili ifadelerin bulunduğu bütün standartları içerir. Bu ifadeler yalnızca birkaç tip makine ile ilgili olabilir. B tipi standartlar C tipi standartlara temel oluşturur. C tipi standartlarda ilgili standartlar mevcut değil ise B tipi standartlarda belirtilen makine dizaynı ve yapımı konuları üreticilere çok yardımcı olur.

B tipi standartlar B1 ve B2 tipi standartlar olmak üzere ikiye ayrılır:

B1 tipi standartlar yüksek seviye güvenlik konularını içerir (ergonomik dizayn prensipleri, potansiyel tehlike kaynaklarının bulunduğu yerden güvenli bölgelere minimum mesafeler, kullanıcıların herhangi bir yerinin yaralanmasını önlemek amacıyla tehlikeye açık bölgelerin minimuma indirilmesi vb.)

B2 tipi standartlar ise çeşitli makine tipleri için belirlenen güvenlik ekipmanlarını içerir (acil durdurma ekipmanları, çift el kontrol üniteleri, makine kontrolünün güvenlik ile ilgili parçaları vb.)

2.2.2.3 C Tipi Standartlar / Ürün Standartları

C tipi standartlar belirli tip makineler için gerekli standartlardır. (ahşap işleme makineleri, asansörler ,paketleme makineleri vb.)

A tipi ve B tipi standartlarda bulunan genel ifadelerin tekrarlanmaması için Avrupa standartları oluşturulmuştur. C tipi standartlar bu standartlar için referans oluşturmaktadır.

Ürün standartları makineye özel gereksinimleri içermektedir. Bu gereksinimler bazı durumlarda temel ve grup standartlarından farklılık gösterir. Makine tasarımı için en çok önemi C tipi standartlar / ürün standartları taşır. Bu durumda makine direktifleri için Ek madde 1'in temel gereksinimlerini karşıladığı kabul edilir. Eğer üretilen ürün için belirli bir ürün standardı yoksa B tipi ürün standartlarına dikkat edilir.

Direktiflerin temel gereksinimlerini birleştirmede temel bir metot oluşturmak için CEN ve CENELEC'in teknik komiteleri tarafından bütün alanlardaki makine ve makine gruplarına Birleştirilmiş Standartlar oluşturmuştur. Standartları iyi bir şekilde belirlemek için belirli makine üretici temsilcilerinin ve kullanıcıların kadar satış firmalarının da görüşleri alınmıştır.

Teknoloji, makine konseptlerine de yansyarak uzun bir yolda hızlı bir şekilde ilerlemektedir. Bu yüzden C tipi standartlar kullanılırken sürekli olarak kullanılan standartların güncel olduğuna dikkat edilmesi önerilmektedir. Ayrıca standartların uygulanmasından çok güvenlik hedeflerine ulaşılması gerekmektedir.

2.2.3 Ulusal Standartlar

Eğer birleştirilmiş Avrupa standartları uygun değil ise veya bu standartlar bazı nedenlerden dolayı uygulanamıyorsa üretici “Ulusal standartları” uygular. Kaza önleme kuralları ve standartları gibi ECJ (European Council Journal)’de ve EN tarafından onaylı IEC ve ISO standartlarında bulunmayan bütün ifadeler ulusal standartlara girer. Onaylanmış standartları uygulayarak üretici gelişen teknolojiyi kullandığını kanıtlar. Bu standartların uygulanmasıyla daha alt düzey işlevi görüldüğü için otomatik uygunluk tahmini yapılamaz.

2.3 Risk Oluşu ve Değerlendirmesi

Genel dizaynı ve çalışma şeklinden dolayı makineler potansiyel risk taşımaktadır. Bu yüzden makine direktifleri bütün makineler için risk değerlendirme gerektirir ve bu değerlendirmenin sonucu olumsuz çıkarsa makine kullanım güvenliği artırılır ve tekrar değerlendirilir. Böylece kalan risk tolere edilebilir seviyenin altına düşürülmeye çalışılır. Bu riskleri değerlendirme tekniğinde şu standartlar kullanılmaktadır:

- EN 292 “Makine güvenliği-Temel Konseptler, Genel Dizayn Prensipleri.”ni kontrol eder.
- EN 1050 “Makine Güvenliği-Risk Değerlendirmesi Prensipleri.”ni kontrol eder.
- EN 292 “Temel Olarak Riskin Belirlenmesini ve Riski Azaltan Dizayn Prensipleri”ni kontrol eder.
- EN 1050 ise güvenliği sağlamak için risk değerlendirme ve risk azaltması uygulamalarını kontrol eder.

2.3.1 Risk Değerlendirmesi

Risk değerlendirme makineden kaynaklanan kazalara izin veren ve sistematik olarak tespit edilmesini sağlayan bir dizi işlem sırasındır. Uygun yerlerde risk değerlendirmesini risk azaltma işlemi takip eder. İnteraktif süreç bu prosedürün tekrarlanması ile oluşur. Bu süreç potansiyel kazaları olabildiğince azaltmayı ve korunma ölçülerini yerine getirmeyi sağlar.

Risk değerlendirme şunları içerir:

- Risk analizi
- Makinenin sınırlarının değerlendirilmesi (EN 292, EN 1050 paragraf 5)
- Kazaların tespiti (EN 292, EN 1050 paragraf 6)
- Risk hesabı teknikleri (EN 1050 paragraf 7)
- Risk değeri (EN 1050 paragraf 8)

Riskler tespit edildikten sonra interaktif sürecin parçası olarak ve güvenliği sağlamak için risk değeri bulunur. Bu noktada riski azaltmak için bir şey yapıp yapılmayacağı düşünülür. Eğer risk azaltılabilecekse uygun koruma ölçütleri seçilip uygulanmalıdır. Daha sonra risk değerlendirme tekrarlanmalıdır.

Eğer gereken güvenlik seviyesine gelinmemiş ise risk daha da azaltılır. Risk makine dizaynı ve oluşumu ile azaltılır. Örneğin uygun kontroller veya koruma seviyeleri kullanılarak (Aynı zamanda makine direktiflerinin gereksinimleri bölümüne göre). Eğer koruma gereksinimleri kontrol fonksiyonlarını gerektiriyorsa bu EN 954 ile bağlantılı olarak uygulanır. Elektronik sistemler uygulanırken bu koruma seviyelerine ulaşmak için IEC/EN 61508'de göz önünde bulundurulur.

2.3.2 Kalan Risk (EN 1050)

Güvenlik teknik olarak göreceli bir kavramdır. Her durum için oluşabilecek hiçbir kaza olmadığı sürece sıfır risk garantisi vermek imkansızdır. Kalan risk, koruyucu ölçüler uygulandıktan sonra geri kalan risk olarak tanımlanır. Bu durumda koruyucu önlemler riski azaltma önlemlerinin tamamı olarak ifade edilmektedir.

2.3.3 Risk Azaltma

Yapısal önlemlerin yanında güvenlik kontrol sistemleri ile de risk azaltılması yapılabilir. Bu kontrol sistemleri için risk seviyesine göre özel gereksinimler uygulanmalıdır. Bu gereksinimler EN 954-1'de ve programlanabilir kompleks elektronik kontrol sistemleri içinse IEC 61508'de açıklanmaktadır.

Kontrol sistemlerinin güvenlikle ilgili parçalarının gereksinimleri risk seviyesine göre sınıflandırılmaktadır. Kontrol sistemlerini değişik güvenlik bileşenlerini referans alarak uygun sınıflandırma tekniği EN 954-1 in B ek maddesinde tanımlanmıştır. Risk tespiti için ayrıntılı bir konsept ve kontrol sisteminin üstünde bulunan uygun gereksinimler IEC 62061 formlarına göre çizilir. Güvenlik fonksiyonu ile ilgili olan tüm parçalar ve kontrol bileşenlerinin bu gereksinimleri tamamlaması önemlidir.

Kontrol uygulandıktan sonra seçilmiş kategori için gereksinimlerin tamamlanıp tamamlanmadığı kontrol edilir. Kontrol onaylanmalıdır. EN 954-2 standartlarında taslak olarak hazırlanmıştır.

Makineler için gereksinimlerin tamamı EN 954-1 "kontrol sistemlerinin güvenlikle ilgili parçaları" Bölüm 6 "kategoriler"de bulunmaktadır. Kontrol sistemlerinin yapılandırılması için temel gereksinimler değişik kategorilerde tanımlanmıştır. Bunlar sistemlerin mekanik kazaları tolere etmesi için yapılmıştır.

Ekstra beklentiler tümleşik kontrol sistemleri ve özellikle programlanabilir elektronik sistemler için hesaba katılmaktadır. Böylece:

- Gelişi güzel mekanik hatalar kontrol edilebilir.
- Mekanik ve yazılımdan kaynaklanan hatalardan sakınılır.
- Mekanik ve yazılımdan kaynaklanan hatalar kontrol edilir.

Ve işlevsel güvenlik kriterlerine ulaşır. Uygun gereksinimler evrensel IEC 61508 standartları (DIN V, VDE 0801 2004 ağustosunda EN61508 in bir parçası haline gelmiştir.) ve ışık yolları veya lazer tarayıcıları gibi teması olmayan koruma cihazları içinse IEC/EN 61496-1’de tanımlanmıştır. Güvenli ölçütlerin çalışma alanları risk azaltma işlemine göre derecelendirilir. Tamamlamayı desteklemek ve bu sistemlerin uygulamaları için IEC 62061 “makine güvenliği-güvenlikle ilgili elektriksel, elektronik ve programlanabilir elektronik kontrol sistemlerinin işlevsel güvenlik” ve “IEC 61800-5-2” harici hız, elektriksel güç sürüm sistemleri-işlevsel güvenlik gereksinimleri çerçevesinde yeni standartlar geliştirilmektedir.

2.3.4 Onaylama

Onaylamanın konusu EN 954-2 “makine güvenliği-kontrol sistemlerinin güvenlikle ilgili parçaları” tasarı standartlarında ele alınmıştır. Bu yüzden onaylama işlevsel güvenliğe ulaşıldığı kontrol edildi anlamına gelmektedir. Bu standartlar B1 grubu güvenlik standartları (genel güvenlik beklentileri) statüsüne uymaktadır. Onay işleminin görevi; tanımı ve makinedeki güvenlik sistemlerinin bütün tanımı içindeki kontrol sistemlerinin güvenlikle ilgili parçalarının uygunluk seviyesini teyit etmektir.

Onay bütün güvenlikle ilgili parça veya bileşenlerin EN 954-1 de belirtilen gereksinimleri tamamladığını göstermesi gerekir. Şu beklentiler belirtilmiştir:

- Analiz ederek onaylama
- Test ederek onaylama
- Hata listesi
- Güvenlik fonksiyonlarının onaylanması
- Kategori onaylanması
- Çevresel gereksinimlerin onaylanması
- Servis ve bakım gereksinimlerin onaylanması

Onaylama planı tanımlanmış güvenlik fonksiyonları ve kategorileri için onaylama tekniğini sağlayan gereksinimleri tanımlamalıdır. Uygun olduğu yerlerde bunları belgelemelidir.

EN 954-1 de tanımlanan gereksinimler programlanabilir elektronik sistemlerden yararlanan sistemler için uygun değildir. Bunun sonucu olarak EN 954-2 ek standartlar belirlenmiştir.

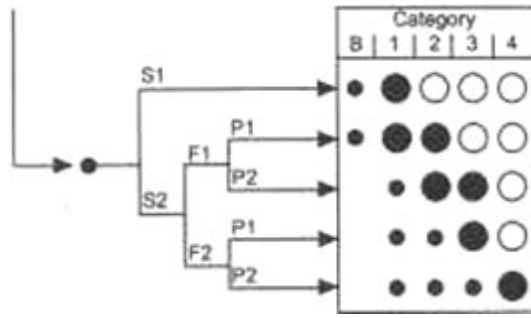
Bir makinede tehlike anı için uygun koruyucu seçilirken, koruyucunun en yüksek korumayı sağlayan, en pratik ve uluslararası standartlara en uygun koruyucu olması gerektiği unutulmamalıdır. Bu kriterler dikkate alındığında elektriksel kumandalı koruyucu güvenlik

ekipmanları en etkili yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kumandalı koruyucular giriş işaretine cevap veren ve güvenlik ile ilgili çıkış sinyali üreten cihazlardır. Kumanda sistemleri tek bir üniteden meydana gelebileceği gibi birbirini tamamlayan birkaç üniteden de oluşabilmektedir.

Kumanda sistemlerinin arızalara karşı dayanıklılığı, yapısal tertibatı ve güvenilirliğinin sağlanmasında TS EN 954-1 standardında belirtilen kategorilerden yararlanılmaktadır. TS EN 954-1 standardına göre Kategori B, Kategori 1, Kategori 2, Kategori 3 ve Kategori 4 olmak üzere 5 kategori mevcuttur. Bu kategoriler sırası ile birbirini kapsamakta olup uygulanması en zor ve en kapsamlı olanı kategori 4 tür. Şekil 2.3'te EN 954-1 standardına bağlı olarak uygun kategori seçimi görülebilir.

(Örneğin IEC 61508 veya temassız koruma cihazları, IEC 61496 onay için kullanılır.)



Şekil 2.3 EN 954-1 Standardına bağlı olarak uygun kategori seçimi

Güvenliğe ilişkin kontrol edilecek bölümlerinin, risk değerlendirmesinin sıralanması;

S kazanın sonucu

S1 hafif yaralanma

S2 ciddi yaralanma (düzeltilemeyecek yaralanma ve muhtemel ölüm içerebilir.)

F Tehlike bölgesinde bulunma süresi veya sıklığı

F1 Kısa bulunma ve /veya nadiren sürekli bulunma süresi

F2 Uzun bulunma ve /veya sabit sıklıkla bulunma süresi

P Kazalardan kaçınma olanağı

P1 Belirli durumlarda mümkün

P2 Mümkün değil

Olarak sıralanabilir.

Kategori B: Kumanda sisteminin güvenlik ile ilgili kısımlarının, temel güvenlik prensipleri

kullanılarak ve diğer dış etkenler göz önünde bulundurularak tasarlanmalıdır. Bir arızanın meydana gelmesi güvenlik fonksiyonlarının kaybına neden olabilir.

Kategori 1: Kategori B'yi kapsamaktadır. Kumanda sisteminin güvenlik ile ilgili kısımlarının, geçmişte denemiş ve iyi bir şekilde çalıştığı kanıtlanmış cihazlar kullanılarak tasarlanması istenmektedir. Bir arızanın meydana gelmesi, güvenlik fonksiyonlarının kaybına sebep olabilir, ancak meydana gelme ihtimali Kategori B den daha azdır.

Kategori 2: Kategori B, Kategori 1 ve bu madde de verilen kuralları kapsamaktadır. Makinenin güvenlik ile ilgili kısımları makine çalışmaya başlamadan önce yada makine çalışırken, otomatik yada manüel olarak sürekli kontrol edilmelidir. Bu kontrol işleminden elde edilen sonuca göre makinenin çalışmasına izin verilir ya da makine çalışırken stop için gerekli çıkış üretilir. Kontroller arasında bir arızanın meydana gelmesi güvenlik fonksiyonlarının kaybına neden olabilir. Güvenlik fonksiyonlarının kaybı kontrol ile tespit edilebilir.

Kategori 3: Kategori B, Kategori 1 ve bu madde de verilen kuralları kapsamaktadır. Kategori 3'e göre makine kumanda sistemlerinin güvenlik ile ilgili kısımlarında meydana gelebilecek tek bir arıza güvenlik fonksiyonlarının kaybına yol açmamalıdır. Tek arıza meydana geldiğinde güvenlik fonksiyonları daima yerine getirilir. Bütün arızalar değilse bile bazıları tespit edilir. Tespit edilmemiş arızaların birikimi güvenlik fonksiyonlarının kaybına yol açabilir.

Kategori 4: Kategori B, Kategori 1 ve bu madde de verilen kuralları kapsamaktadır. Cihaz kendi içerisinde meydana gelebilecek hataları da kontrol etmeli algılama yeteneğinin kaybını meydana getiren tek bir arıza cihazın tepki süresi içerisinde kilitleme durumuna geçmesine neden olmalıdır. Arızalar meydana geldiğinde güvenlik fonksiyonları daima faal olmalıdır. Güvenlik fonksiyonlarının kaybının önlemek amacıyla arızalar daima zamanında tespit edilmelidir.

2.4 Makineler ve Genel Tanımlar

Özellikle bir işlemi, bir davranışı, gerçekleştirmek, örneğin bir malzemeyi taşımak veya paketlemek amacıyla belli bir uygulamayı gerçekleştirmek için uygun tahrik mekanizması, kumanda ve güç devresi vb.leri bir araya getirilmiş, en azından biri hareketli olan, birbirine bağlı parça veya eleman topluluğu **makine** olarak tanımlanır. Makineler terimi, bir ve aynı sonuca varmak amacıyla, birçok fonksiyonları birleşmiş bir bütün olarak çalışmak üzere düzenlenen ve kumanda edilen bir makineler topluluğunu da kapsar.

2.4.1 Bir Makinenin Tasarımı

Bir makinenin tasarımı makineye ait mukavemet hesaplarının yapılması, çeşitli boyut, ölçü ve hacimlerin belirlenmesi olarak tanımlanmaktadır. Ancak bunun yanı sıra makine tasarımı; makinenin yapımı, taşınması, montajı, işletmeye alınması, ayarlanması, arıza araması, bakımı, hatta işletme dışı bırakılması, sökülmesi ve atık (hurda) hale getirilmesi gibi durumları da gözeten ve tüm bunlarla ilgili katalogların hazırlanması ve kullanıcının bilgilendirilmesi sürecini de içeren bir seri çalışmadır.

Makinelerin insanlara hizmet ettiği düşünülecek olursa, bu görevi yerine getirirken insan hayatını tehlikeye sokacak, kazalara sebebiyet verecek durumların meydana gelmemesi istenir. Bu amaç gözetilerek bir makine üzerinde yapılan tasarım çalışmalarına “güvenlik amaçlı tasarım” denir. Makinelerin tasarımında yer alması istenen güvenlik önlemleri genellikle makinenin tipine göre standartlarca belirlenmiş ve yasal zorunluluk kapsamına sokulmuştur.

2.4.2 Güvenirlilik

Bir makine veya elemanın veya donanımın belirli şartlar altında ve verilen bir zaman süresi içerisinde arızalanmaksızın istenen bir fonksiyonu yerine getirebilme kabiliyetidir. Bu açıdan bakıldığında güvenilirliğin de güvenlikle yakın ilişki halinde olan bir kavram olduğu görülmektedir.

2.4.3 Bir Makinenin Sürdürülebilirliği

Bir makinenin sürdürülebilirliği, amaçlanan kullanım şartları altında fonksiyonunu yerine getirme, erkli tutulabilme veya belirli uygulamalara ve belirli vasıtalar kullanarak yürütülen gerekli işlemlerle yeniden eski durumuna getirme yeteneği olarak tanımlanır.

2.4.4 Tehlike

Olası olabilen bir yaralanma veya sağlığa zarar verme kaynağıdır.

Tehlike sözcüğü, genel olarak aslından kaynaklanan elektrik çarpma tehlikesi, ezilme tehlikesi, kesme tehlikesi, zehirlenme tehlikesi vb. sağlığa zararlı olan veya bir yaralanma kaynağını veya türünü tarif eden diğer kelimelerle birleşik olarak kullanılan bir kavramdır.

2.4.5 Tehlikeli Durum

Bir kişinin tehlikeye veya tehlikelere maruz kaldığı herhangi bir durumdur.

İş kazalarının önemli bir kısmı makine koruyucuların olmamasından veya makine ve

tezgahlarda çalışırken gerekli güvenlik önlemleri alınmamasından kaynaklanmaktadır. Yapılan işin niteliğine ve makine tezgahın özelliklerine göre alınacak önlemler de büyük değişkenlik gösterebilmektedir.

2.4.6 Risk

Tehlikeli bir durumda olası yaralanma ve sağlığa zarar verme derecesinin ihtimalinin bir birleşimidir. Risklerin sebep olduğu tehlikeler genel olarak ikiye ayrılabilir:

- 1- Makinenin amaçlanan kullanma şartları sırasında sürekli olarak mevcut olacak (Hareket eden parçaların tehlikeli hareketi, bir kaynak işlemi sırasında elektrik arkı vb...) tehlikeler,
- 2- Beklenilmeyen şekilde –ani- ortaya çıkan tehlikeler.

2.4.7 Risk Değerlendirmesi

Uygun bir güvenlik tedbirini almak için tehlikeli bir durumda, olası yaralanma ve sağlığa zarar verme derecesinin ve olasılığının geniş olarak tahmin edilmesidir.

2.4.8 Tehlikeli Makine Fonksiyonu

Bir makinenin çalışması sırasında bir tehlike meydana getiren herhangi bir fonksiyonudur.

2.4.9 Tehlike Bölgesi

Bir kişinin sağlığına zararlı olma veya yaralanma riskine maruz kaldığı makine içinde veya civarındaki herhangi bir alandır.

Bu tarifi amaç bakımından riskin sebep olduğu tehlikeler şunlardır.

- Makinenin amaçlanan kullanma şartları sırasında sürekli olarak mevcut olması. (Hareket eden parçaların tehlikeli hareketi, bir kaynak işlemi sırasında elektrik arkı vb.) .
- Beklenilmeyen şekilde ortaya çıkma (kasıt olmadan/beklenilmeyen çalışmaya başlama vb.)

2.4.10 Bir Makinenin Tasarım Aşamaları

Bir makinenin tasarımı aşağıdakileri içeren bir seri çalışmadır.

Ömrünün bütün devreleri göz önüne alınarak özünden makinenin kendisi üzerinde yapılan çalışmalar:

- Yapım
- Nakliye ve işletmeye alma
- Montaj, Kurulum
- Ayar
- Kullanma
- Kurma, eğitme, programlama veya işlem aktarılması
- İşletme

- Temizleme
- Arıza arama
- Sürdürülebilirlik (bakım)
- İşletme dışı bırakma, sökme ve güvenlikle ilgili olarak etüt edildiği oranla atık (hurda) hale getirme.
- Makine ömrünün yukarıda bahsedilen bütün devreleri (yapım hariç) ile ilgili yönergelerin yazılması.

Tasarımcı her durumda aşağıdaki sırayı izlemelidir.

- Makinenin sınırları belirlenmelidir.
- Tehlikeler tarif edilmeli ve risk değerlendirilmesi yapılmalıdır.
- Tehlikeler bertaraf edilmeli veya riski mümkün olduğu kadar azaltmalı
- Herhangi bir bakiye tehlikeye karşı koruyucuları ve/veya güvenlik teknik koruma düzenlerini tasarlamalıdır.
- Bakiye risklerle ilgili olarak kullanıcıyı ikaz etmeli ve bilgilendirmelidir.
- Ayrıca gereken ilave önleyici önlemleri göz önüne almalıdır.

2.4.11 Bir Makinenin Amaçlanan Kullanılması

Makinenin imalatçısı tarafından verilen bilgiye göre veya genel tasarımına, yapımına ve fonksiyonlarına uygun olarak kullanılmasıdır. Amaçlanan kullanılması, olası muhtemel, mantıklı yanlış kullanılmaları göz önüne alarak, el kitabında özellikle yer alan teknik talimatlara uygunlukla da ilgilidir.

Muhtemel yanlış kullanılmalarla ilgili olarak, aşağıdaki davranışlar özellikle risk değerlendirilmesinde göz önüne alınmalıdır.

Makinenin kasıtlı olarak yanlış kullanılması sonucunda olmayan, ancak normal dikkatsizliğin neticesi olarak meydana gelmesi olası yanlış çalışmasıdır.

Makinenin kullanılması sırasında düzensiz çalışma, kaza, hata, vb. durumlarda bir kişinin refleks davranışıdır.

Bir görevi yerine getirmede “en az direnç hattının (line of least resistance)” ele alınarak sonuçlanan davranışlar.

Bazı makinelerde (özellikle mesleki olmayan kullanmalar için yapılan makinelerde) belirli kişilerin, mesela çocuk veya sakatların olası davranışları.

2.5 Makinelerde Tehlike Yaratan İşler ve Hareketler

Bütün mekanik işler ve hareketler çeşitli derecede tehlikelidirler. Dönen parçalar, hareketli çubuklar, transmisyon kayışları, dişli çarklar, dişliler, bıçaklar, makaslar, korunması gereken hareketlerin tipik örnekleridir. Bunlar özel bir makine ve endüstriye ait olmayıp makinelerin

mekanik kısmını oluştururlar.

Her türlü tehlikelerden korunmayı sağlayacak emniyet standartları yapılamayacağından özellik gösteren tehlikelerden korunmak için inisiyatif ve yeteneklerden yararlanmak gerekir. Ancak iş ve hareketlerden meydana gelen kazaların sebepleri belirlendiği takdirde, her makinede teknik emniyet tedbirleri almak mümkün olabilmektedir.

Tehlikeli hareket ve işleri şu şekilde gruplandırılırlar.

- Dönme, vargel ve geçiş hareketleri
- İçeri kapıcı noktalar yaratan hareketler
- Kesme hareketleri
- Delme, makaslama ve bükme hareketleri

Bu tehlikeli hareketlerden aşağıda detaylı olarak bahsedilmiştir.

2.5.1 Dönme, Vargel ve Geçiş Hareketleri

Dönen bütün parçalar tehlikelidir. Hatta en tehlikelisi görünen yavaş dönen parlatılmış miller dahi saç, kol, elbise kapabilir veya sadece cilde temas etmekle kol veya eli tehlikeli bir duruma zorlayabilir. Bu tip kazaların tekrarı sık olmamakla beraber tehlikesi daha yüksektir. Ayrıca dönen miller ve parçalar üzerindeki uçlar, vidalar ve bağlama somunlarındaki çentikler bu tehlikeleri daha da arttırırlar. Çamaşır makineleri, santrifüjler, karıştırıcılar ve helezonik elevatörler, dönen silindirler, kanat ve milleri ile bu tip tehlikelere tipik örnek oluştururlar. Bu makineler önleyici önlem olarak, tasarım sırasında mutlaka sabit bir kılıf veya koruyucu ile korumalıdır.

Dönme, vargel ve geçiş gibi hareketlerin tehlikeleri özellikle iki noktada kendini göstermektedir.

- 1 İşin yapıldığı noktada.
- 2 Hareket veya kuvvetin mekanizmanın bir parçasından diğerine geçiş noktalarında.

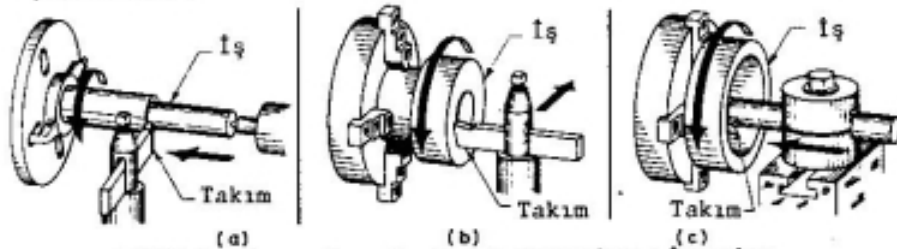
İşin yapıldığı noktalardaki korunma önlemleri, hareketlerin diğer bir sınıflandırılmasında açıklanabileceğinden, burada özellikle hareket nakilleri ile açıkça görülmeyen (santrifüj çamaşır makineleri gibi) işleme noktalarına değinilecektir.

Dönme, vargel ve geçiş hareketleri birçok hareketlerin şekil ve yönünü ifade eder. Bu hareketler miller, kasnaklar, piston veya transmisyonlar ile kuvvetlerin iletimlerinde görülebilirler. Ayrıca hareketler bir diske veya kesici bıçağa iletimle, kesme ve şekil verme işlerine de yararlar. Nitekim bir tepsi testere veya freze makinesinin bıçağının dönmesi dikey

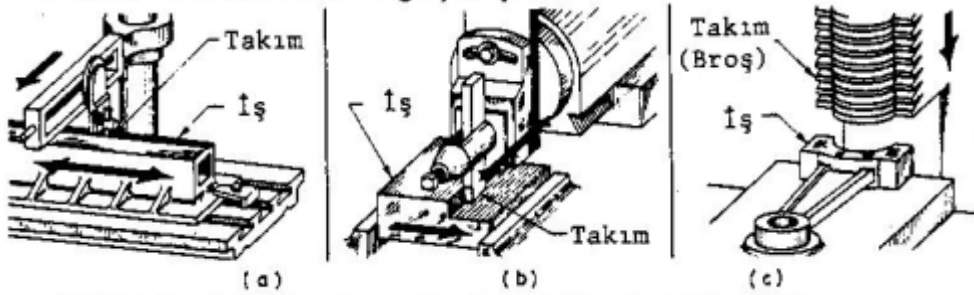
veya yatay bir vargel tezgahının vargel hareketi, bir şerit testeresi şeridinin geçiş hareketi, bunların en iyi örnekleridir.

Bu hareketler, kesici bir bıçağa uygulamadan da iş görebilir. Örneğin, bir santrifüj kurutucusu (döner), bir mekanik elek (vargel), bir kovalı veya bantlı konveyör (geçiş) hareket enerjisinin verimli iş görme yöntemlerine birkaç örnek oluştururlar. Şekil 2.4'te atölyelerdeki makinelerde görülen dönme ve vargel hareketleri belirtilmiştir.

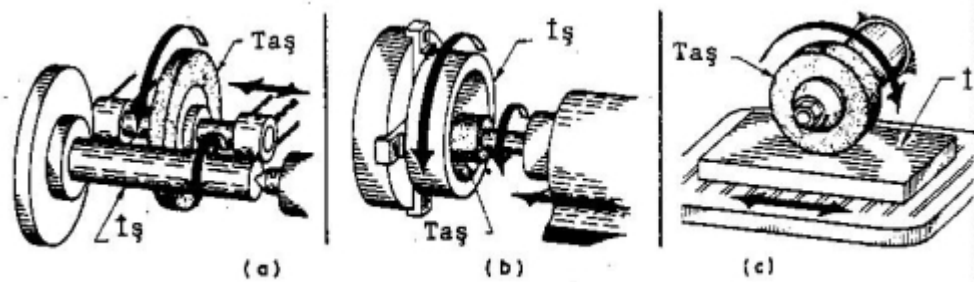
Boyunduruklar, kavramalar, kamlar, sürtünmeli irtibatlar, volanlar, mil uçları, dönerek işlenen çubuklar, sevk vidaları, yatay ve düşey miller tehlikeli olan döner mekanizmalara örnektirler. Dönen parça üzerindeki cıvata, yağ kutuları, çentikler, aşınmış bölgeler, çıkıntılı kama ve vida dişlerinin açıkta bulunması halinde tehlike daha da artmaktadır.



Şekil 2.1 Tornalama: a. Boyuna tornalama, b. Alın tornalama, c. İç tornalama



Şekil 2.4 Vargelleme-Planyalama: a. Vargelleme, b. Planyalama, c. Broşlama



Şekil 2.5 Taşlama yöntemleri : a. Silindirik taşlama b. İç taşlama, c. Sath çevresel taşlama

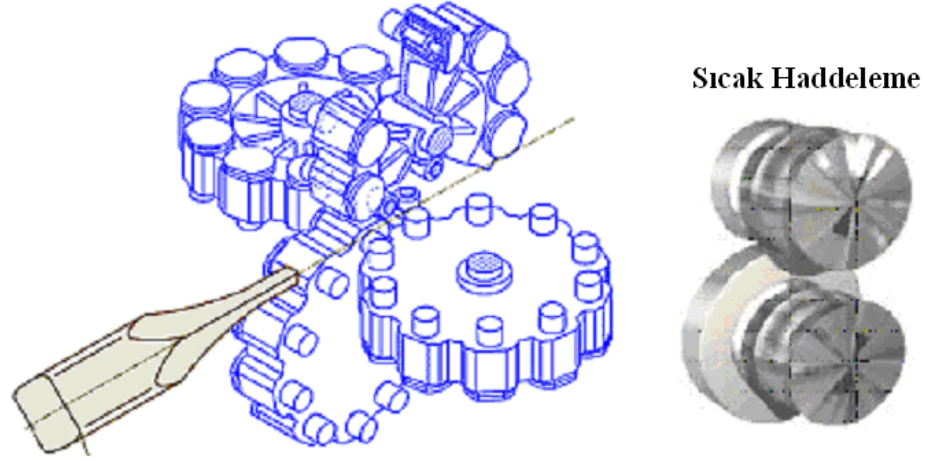
Şekil 2.4 Atölyelerdeki makinelerde görülen dönme ve vargel hareketleri

2.5.2 İçeri Kapıcı Noktalar Yaratan Hareketler

Bu hareketler sadece kendi eksenini etrafında dönen yapan parçaların meydana getirdiği bir hareket olup, birbirine doğru dönen parçalar veya sabit bir cisme doğru dönen bir parça,

tehlikeli içeri kapıcı noktalar meydana getirirler. Bu noktalara temas halinde organların zedelenmesi, ezilmesi veya kopması gibi kazalar ortaya çıkmaktadır.

Dönen silindirler, içeri doğru dönen yüzleri, matbaacılıkta ve oluklu sac imalinde kullanılan besleyici rulolar, konveyörler, hadde silindirleri veya kalenderleri örnek verilebilir. Eğme, baskı yapma, dalgalandırma, kabartma yapma, besleme veya iletim düzenlerinin içeri giren tarafları, zincir çarkları, transmisyon kasnak ve kayışları, dişli çark, kremayer ve pinyonlar ve bant götürücüler de içeri kapıcı noktaların tehlikelerine ait tipik örneklerdir. Şekil 2,5'te içeri kapıcı hareketlerin görüldüğü paketlenme makineleri ve haddeler görülmektedir. Bu yüzden makinelerde merdanelerin olduğu bölümler koruyucular ile kapatılmıştır. İş akışının görülebilmesi için koruyucuların orta kısımları saydam malzemeden yapılmıştır.



Şekil 2.5 İçeri kapıcı hareketlerin görüldüğü paketlenme makineleri ve haddeler.

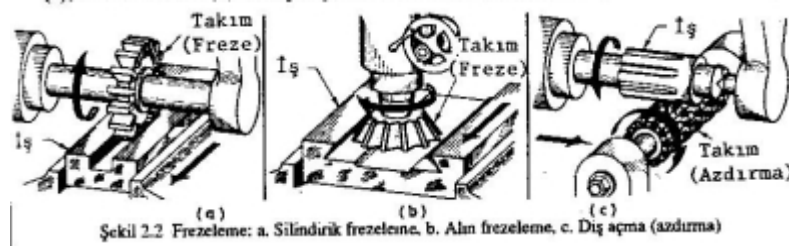
İş amacıyla önlem alınan, içeri kapıcı noktaları kapsayan hareketlere kağıt kalenderleri ile kauçuk veya mürekkep endüstrisinde kullanılan, şekillendirmeye yarayan merdaneler gösterilebilir. İş maksadıyla kullanılmayıp da transmisyonun çalışması sonucu doğan, dönen kapma noktaları ise; kayışla kasnak, bantla konveyör arasında meydana gelen noktalardır. Ayrıca yararlı bir işte kullanılmayıp hareket sırasında ortaya çıkan bir vargel makinesinin hareketi, tablası ile sabit gövdesi veya duvar arasında meydana gelen kapma ve sıkıştırma noktaları mevcuttur.

2.5.3 Kesme Hareketleri

Kesme hareketi, dönme, vargel vs. gibi hareketlerin bir bıçağa geçmesi ile yapılan, talaş kaldıran işlemlerdir. Bu hareketlerin tehlikeleri önlem kesici kısımlarda görülür. Dolayısıyla kazalar, kesici bıçak ve aletlere temas halinde ortaya çıkar. Bu hareketler özellikle ağaç ve sac

imalat işlerinde, malzemelerin kesilmesi, delinmesi, bükülmesi veya preslerde şekil verilmesi işlemlerinde görülürler.

Ağaç ve metal endüstrinde kullanılan bütün kesme tezgahlarının hareketleri kesme hareketidir. Bunların karakteristik özellikleri talaş kaldırmalarıdır. Bu özellik ağaç endüstri tezgahlarında da bulunmakla beraber, ağaç tezgahlarını metal endüstrisinde talaş kaldıran tezgahlar sınıfında düşünmemek gerekir. Gıda, plastik, kağıt veya tekstil endüstrinde olduğu gibi endüstri kollarına kullanılan birçok makinelerde de kesme hareketinden yararlanılmaktadır. Bu hareketlerde en büyük tehlike kesme noktalarıdır.



Şekil 2.6 Frezede meydana gelen kesme hareketleri

Kesme hareketlerinin birçok şekli vardır. Fakat bunlar iyi emniyet önleminin seçilmesinde hareket şekli esas faktörünü teşkil etmez. Dolayısıyla çeşitli şekillerde seçilebilecek koruyucular mevcuttur.

Bunlara ait tipik örnekler olarak, tepsi ve şerit testerelerle freze, planya, matkap, torna, delik işleme sistemleri ve zımpara taşlarını gösterilebilir. Şekil 2,6'da frezede meydana gelen kesme hareketleri görülmektedir.

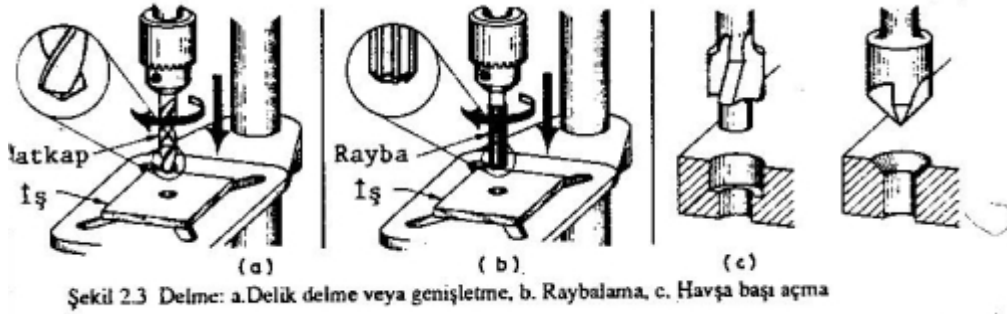
2.5.4 Makaslama, Bükme ve Delme Hareketleri

Bunlar talaş kaldıran hareketlerden farklı olarak malzeme düzleme, çekme, delme, makaslama vs. gibi soğuk şekil verme hareketleridir. Bu tip hareketlerde kazalar, malzemenin tezgaha verilmesi, işlenmesi ve işlemlerin bitimiyle beraber alınması sırasında çalışma noktalarında meydana gelmektedir.

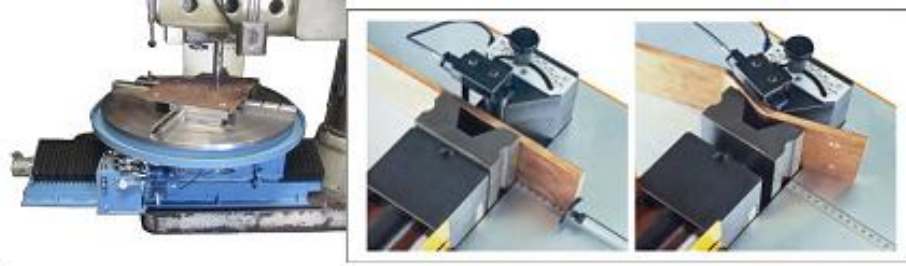
Delme, eğme ve makaslama hareketleri talaş kaldırılmaması bakımından kesme hareketlerinden farklıdır. Bu tür hareketler metallere şekil verme işlemi için kullanılır. Ancak, metallere başka, plastik, kumaş ve kağıt gibi maddeler için de bu işlemler kullanılmaktadır.

Bu hareketleri yapan tezgahlara tipik örnek olarak mekanik presler, pedalları, makasları, giyotin tezgahlarını sayılabilir. Delme ve raybalama işlemlerinin en çok görüldüğü tezgahlar matkaplardır. Şekil 2.8 ve Şekil 2,7'de de Delme, raybalama ve bükme işlemleri görülebilir.

Genel bir kural olarak hareketleri ileten kısımlar (transmisyonlar, kavramalar, kayış ve kasnaklar, dişliler, vs.) kapalı koruyucularda güvenli hale getirilmelidirler. Diğer taraftan işin yapıldığı operasyon noktalarının da en etkili ve çeşitli imkanlara sahip koruyucular tarafından korunması gerekmektedir.



Şekil 2.7 Delme ve raybalama işlemleri



Şekil 2.8 Delme ve bükme hareketleri

2.6 Güvenlik Fonksiyonları

Makinelere, oluşması ile tehlike yaratan eylemlere karşı önlem sağlamak güvenlik fonksiyonları olarak adlandırılır.

Makinelere güvenlik fonksiyonları temelde ikiye ayrılırlar. Ortaya çıkmasıyla beraber ani tehlikeye sebep olan durumların önlenmesine yönelik fonksiyonlar (direkt) ve oluşabilecek durumun izlenmesiyle oluşabilecek durumun belirlendiği (endirekt) fonksiyonlar olarak sıralanabilirler.

2.6.1 Direkt (Kritik) Güvenlik Fonksiyonları

Bir makinenin, yanlış çalıştığında sağlığa zararlı olma veya yaralanma riskinin derhal artışına yol açan fonksiyonlardır. Direkt güvenlik fonksiyonları iki gruba ayrılır:

Özel Güvenlik Direkt Fonksiyonları: Güvenliği sağlamak amacıyla önlem olarak tasarlanan direkt güvenlik fonksiyonlarıdır. Örneğin beklenilmeyen durumlarda çalışmaya başlamayı

önleyen fonksiyonlar (bir koruyucu ile birlikte ara kilitleme düzeni). Bir çalışma çevriminin tekrarını önleyen fonksiyon. Ya da iki el kumandası fonksiyonu vb.

Güvenlik Direkt Kritik Fonksiyonları: Özel güvenlik fonksiyonları haricinde olan kritik güvenlik fonksiyonlarıdır. Örneğin kurma devresi sırasında, bypass (durdurulmuş) güvenlik düzeni, yardımıyla tehlikeli bir mekanizmanın elle kumandası ya da makinenin emin işletme sınırları içinde tutulmasını temin eden hız ve sıcaklık kumandaları.

2.6.2 Endirekt (Dolaylı) Güvenlik Fonksiyonları

Bir makinenin arızalandığında derhal tehlike meydana getirmeyen, ancak güvenlik seviyesini düşüren fonksiyonlardır. Bu fonksiyon endirekt güvenlik fonksiyonlarından sadece otomatik izleme fonksiyonunu kapsar. (örneğin bir kilitleme düzenine ait olan bir konum anahtarının doğru çalışıp çalışmadığını izleme)

Otomatik İzleme: Bir elemanın ya da parçanın fonksiyonunu yerine getirebilme yeteneği azaldığında ve işlem, şartlar tehlike meydana getirecek şekilde değiştiğinde, bir güvenlik önleminin başlamasını temin eden bir endirekt güvenlik fonksiyonudur.

Otomatik izleme fonksiyonu iki gruba ayrılır. Bunlar; Sürekli otomatik izleme (bununla bir arıza meydana geldiğinde, bir güvenlik önlemi derhal işlemeye başlar) ve kesikli otomatik izleme (bu fonksiyonla bir arıza meydana geldiğinde, takip eden makine çevrimi sırasında bir güvenlik önlemi işlemeye başlar). Bunların dışında otomatik izleme fonksiyonu tarafından takip edilmesi gereken diğer durumlar aşağıdaki gibi sıralanır;

- Beklenilmeyen çalışmaya başlama: Beklenilmeden olması sebebiyle kişilere bir risk meydana getiren herhangi bir çalışmaya başlamadır.
- Tehlikeye yol açan arıza: Bir makinedeki veya güç beslemesindeki tehlikeli bir durum meydana getiren arızadır.

Arızada güvenli durum: (Tehlikeye yol açan arızanın minimuma indirilmesi) “Güç beslemesinde veya güvenliğe ulaşmaya katkıda bulunan bir elemanda meydana gelen arıza halinde, güvenlik fonksiyonu değişmeden kaldığında ulaşılan teorik bir durumdur.”

3. TASARIMDA ALINABİLECEK GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Makinelerde işlem sırasında, makine fonksiyonundaki arızaların ve tehlikelerin etkisi azaltıldığında, makinede güvenlik şartının gerçekleşmesi kolaylaşmaktadır. Güvenlik fonksiyonundaki arızaların ve oluşabilecek tehlikelerin azaltılmasında uygulanan yöntemler; riskin tasarım yoluyla azaltılması, güvenlik koruma önlemleri ve kullanma için bilgilendirme (caydırma) olarak sıralanabilir.

Riskin tasarım yoluyla azaltılmasına ait güvenlik önlemleri, aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Uygun tasarım önlemlerinin seçimi ile mümkün olduğu kadar çok tehlikenin azaltılması veya kaçınılması.
- Yeterli olarak azaltılamayan veya kaçınılamayan tehlikelere maruz kalınmanın sınırlanması.

Bu gayeye tehlikeli bölgelerde operatörün müdahalesine olan ihtiyacın azaltılması suretiyle erişilebilir.

Güvenlik Koruma Önlemleri: Tasarım yoluyla yeterli olarak sınırlanamayan veya gereğince giderilemeyen tehlikelerden kişileri korumak amacıyla, güvenlik koruma önlemleri (koruyucular, güvenlik düzenleri) denilen belli teknik araçlardan ibaret olan güvenlik önlemleridir.

Kullanma için bilgilendirme: Kullanıcıya bilgi ulaştırmak için beraber veya ayrı olarak kullanılan, yazılı metinler, kelimeler, işaretler, semboller veya şemalar gibi iletişim araçlarından ibaret olan güvenlik önlemleridir. Bunlar meslekten olan veya olmayan kullanıcılara hitap edebilir. Uyarı amaçlı olanları caydırma düzeneği olarak da adlandırılabilirler.

3.1 Riskin Tasarım Yoluyla Azaltılması

Bir makinenin tasarımı sadece makineye ait mukavemet hesaplarının yapılması, çeşitli boyut, ölçü ve hacimlerin belirlenmesi olarak düşünülemez. Tasarım; makinenin yapımı, taşınması, montajı, işletmeye alınması, ayarlanması, arıza araması, bakımı, hatta işletme dışı bırakılması, sökülmesi ve atık (hurda) hale getirilmesi gibi durumları da gözeten ve tüm bunlarla ilgili katalogların hazırlanması ve kullanıcının bilgilendirilmesi sürecini de içeren bir seri çalışmadır.

Makinelerin insanlara hizmet ettiği düşünülecek olursa, bu görevi yerine getirirken insan hayatını tehlikeye sokacak, kazalara sebebiyet verecek durumların meydana gelmemesi istenir. Bu amaç gözetilerek bir makine üzerinde yapılan tasarım çalışmalarına “güvenlik

amaçlı tasarım” denir. Genellikle makinelerin tasarımında yer alması istenen güvenlik önlemleri makinenin tipine göre standartlarca belirlenmiş ve yasal zorunluluk kapsamına sokulmuştur.

Buradaki amaç, uygun tasarım önlemlerinin seçimi ile tehlikenin mümkün olduğu kadar azaltılmasıdır. Yeteri kadar azaltılamayan veya kaçınılamayan tehlike hallerinde ise, tehlikenin sınırlandırılmasına yönelik tasarım çalışmaları yapılır.

Bu amaca, tehlikeli bölgelerde makine operatörünün müdahalesini en aza indirecek tasarımların geliştirilmesi veya daha az riskle yine aynı işlevi yerine getirecek fonksiyonların seçimi ile ulaşılabilir.

Makine tasarımında önemli bir kıstas haline gelen, makinelerin güvenli olarak, yani bir kaza veya hayati tehlike oluşturmadan çalıştırılması ve ona uygun tasarımı konusu gittikçe önem kazanmakta ve araştırma geliştirme birimlerinde bu konu üzerinde daha fazla çalışmalar yapılmaktadır. Makine konstrüksiyonunda optimal tasarımın yanında makinenin güvenle çalıştırılabilir olması da önemlidir. Çünkü makineler insanlara hizmet etmektedir. Bu hizmet sırasında insan hayatını tehlikeye atacak durumların meydana gelmemesi gerekir. Hatta bundan dolayı, tasarıma eklenebilecek güvenlik önlemlerinin bazıları yasal zorunluluk haline getirilmiştir.



Şekil 3.1 El matkabı koruyucusu

Tasarımda göz önünde bulundurulması gereken dizayn edilen makinelerin pek çok insan profili tarafından kullanılacak olmasıdır. Örneğin evlerde kullanılan el matkaplarında duvar delerken matkap ucunun kullanıcıların ellerini kesmesi ya da giysilerini kapması mümkündür. Bu amaçla Şekil 3,1’de görüldüğü gibi plastikten hareketli saydam bir koruyucu tasarlanmıştır. Kullanıcı bu koruyucunun ucunu deleceği nesneye sabitledikten sonra delmeye başlayabilir. Matkap ucu derine indikçe koruyucu kendi içine kapanarak rahat ve güvenli bir çalışma sağlar. Matkabın aniden kayması, matkap ucunun kırılması ya da delinen malzemeden çıkan parçaların etrafa fırlaması önlenir.

Bu konu ile ilgili detaylı örneklere “Tasarım Örnekleri” kısmında da değinilecektir.

3.2 Güvenlik Koruma Önlemleri

Bu önlemler, tasarım yoluyla yeterince sınırlanamayan veya giderilemeyen tehlikelerden korunmak amacıyla yapılmış, belli teknik araçlardan oluşur. Güvenlik koruma önlemleri, üç ana başlık altında incelenebilir.

- Koruyucular
- Güvenlik Düzenekleri
- Caydırma Düzenekleri

3.2.1 Koruyucular

Üretimin ana unsurları arasında yer alan makine ve tezgahlar; üzerlerinde bulunan çıkıntılar, dönen miller, merdaneler, kayış kaynaklar, dişliler, kavramalar, şaftlar, tamburlar, kesici kalemler, mafsallar gibi makine elemanları nedeniyle kesici, kapıcı, koparıcı, delici bir çok mekanik tehlikeye kaynaklık etmektedir. Ayrıca, elektrik akımı, gürültü, titreşim, ışın, toz, duman, buhar, ısı gibi bir çok mekanik olmayan tehlikelere de neden olmaktadır.

Makine ve tezgahların neden olduğu bu tehlikeleri kaynağında yok etmek veya tehlike kaynağını kapatmak ve böylece iş kazalarının oluşmasını önlemek amacıyla makine koruyucuları kullanılmaktadır.

Koruyucular, makinede çalışan veya çevresinde bulunan kişileri tehlikeden korumak için tasarlanmış bir kapak ya da düzendir. Makine ve tezgahların neden olduğu tehlikeleri makine koruyucuları ile etkisiz hale getirmek mümkündür. Makine koruyucusunun etkinliği oranında iş kazalarının oluşması da önlenmektedir.

Makine koruyucusu ile korunmada temel ilke; tehlike noktası veya alanı kendiliğinden güvenli olmadıkça, makinenin tehlike noktasına veya alanına giriş oluşmadan önce tehlikeyi gideren veya azaltan uygun bir koruyucuyla donatılmasıdır.

Gerekli koruyuculardan yoksun makinelerde bir süre iş kazası görülmeysi makinenin hareketli bölümlerinin tehlikeli olmadığı anlamına gelmez. Operatör (işçi) tarafından iyi bir denetleme, işbirliği, eğitim ve sürekli dikkatin önemli bir rolü olmakla birlikte, bunlar etkili ve yeterli korunma ölçüleri ve yöntemleri değildir. Bu nedenle olabildiğince, başlangıç tasarımında makine ve tezgahların tehlikeli kısımları ya giderilmeli ya da etkili şekilde makine koruyucuları ile kapatılmalıdır. Koruyucular makineye özel olarak tasarlanırlar ve çok değişik tiplerde olabilirler. Şekil 3,2’de çeşitli makinelerdeki koruyucu uygulamaları görülmektedir.



Şekil 3.2 Makinelerdeki çeşitli koruyucu uygulamaları

Makine ve tezgahlarla farklı işlemler yapılacağından koruyucu her işe uygun koruma önlemlerini öngörmelidir. Koruyucunun her mekanizması ve kumanda kısımları olabildiği ölçüde kullanışlı ve güvenli olmalıdır. Hareket edebilen koruyucu, kapak vb. elemanların koruyucu olarak kullanıldığı her durumda kilitlenmeli ve bakım işleri sırasında makineler güç kaynağından tam olarak ayrılmalıdır.

Yağlama ve olağan bakım işleri, olabildiğince tehlike alanının dışında yapılmalıdır. İşlem sırasında yeterli aydınlatma sağlanmalı, taşınabilir aydınlatma düzeni veya elle yapılan işlerde küçük gerilimde güvenli bir aydınlatma sistemi kurulmalıdır.

Bir makine koruyucularında genel olarak bulunması gereken özellikler aşağıda belirtilmiştir.

- Etkin olmalıdır.
- Tehlike alanına girmeyi kesin olarak önlemelidir.
- Çalışmayı zorlaştırmamalıdır.
- Üretimi engellememelidir.
- Kullanışlı olmalıdır.
- İşe uygun olmalıdır.
- Tezgahın bir parçası olmalıdır.
- Fazla bakım istememelidir.
- Bakımı güçleştirmemelidir.
- Karmaşık olmamalı, az parçalı olmalıdır.
- Koruyucu, kendi tehlike oluşturmamalıdır.

Koruyucular makinenin fiziki bir engel vasıtasıyla korumayı temin etmek için kullanılan bir parçasıdır. Bir koruyucu yapısına bağlı olarak, kasa, kapak, perde, kafes, mahfazalı koruyucu vb. adlar alabilir. Makine koruyucuları, etkisiz hale getirecekleri tehlike kaynağının niteliğine

göre değişik işlevler üstlenirler ve buna uygun şekilde yapılırlar. Bu nedenle belirlenen amaçlar doğrultusunda tasarımılanan makine koruyucularının birçok çeşidi bulunmaktadır.

Bir koruyucu:

- Tek başına olduğunda sadece kapatıldığında etkili olur.
- Koruyucu (kilitli veya kilitsiz) bir ara kilitleme düzeni ile beraber çalıştığında (bu durumda koruyucunun her pozisyonda koruma sağlar) görev yapabilir.

Kapalı Konumda Koruyucu: Tehlikeli bölgeye ulaşmayı önlemek, engellemek veya gürültü, radyasyon gibi tehlikelere maruz kalmayı azaltmak amacıyla tasarımılandığı fonksiyonunu yerine getirdiği sırada kapalı konumda olan koruyucudur.

Açık Koruyucu: Kapatılmadığı zaman açık olan koruyucudur. Bu durumda tehlikeye oluşabilir.

3.3 Koruyucu Tipleri

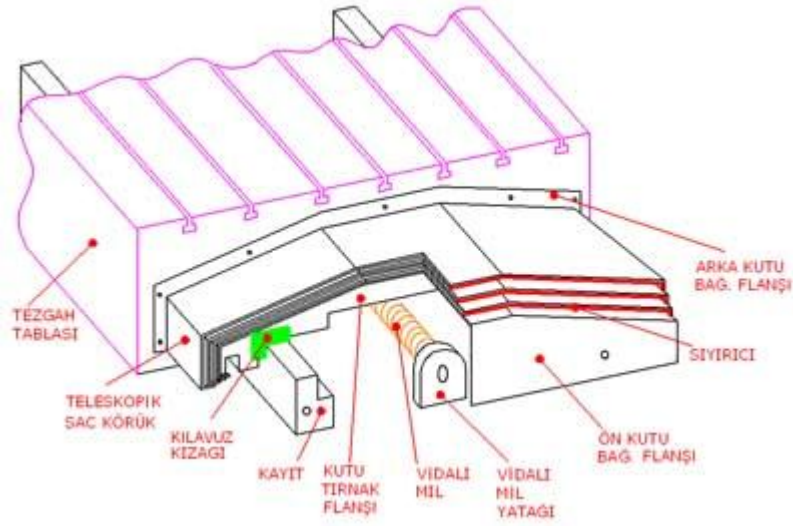
3.3.1 Sabit Koruyucu

Sabit bir koruyucu, ya kalıcı olarak (örneğin kaynak vb. yapılarak) ya da bağlama elemanları ile (örneğin vidalar, somunlar vb.) açılması bir alet yardımı olmaksızın mümkün olmayacak şekilde yerinde tutulan (yani kapalı) koruyuculardır.

Bu yüzden sabit koruyucu için “kapalı” kelimesi yerinde tutulan manasını ifade eder.

Diğer koruyuculara göre, tehlikeli hareket sahalarını devamlı korudukları için daima tercih edilirler. Ayrıca bunlar, hareketli parçalar koptuğu veya parçalandığı zaman, etrafa fırlamasına engel oldukları için avantajlıdır. Çok değişik şekilleri bulunmaktadır. Bazı alet ve kalıplara göre ayarlanabilirler. Ancak bunlar bir defa ayarlandıktan sonra sabit olmalı ve içine iş parçasının girmesine izin vermesine rağmen elin girmesine engel olmalıdırlar. Şekil 3.3’te civatalarla sabitlenmiş bir koruyucu görülmektedir.

Sabit koruyucular, iş parçasının çalışıldığı kesici, bükücü, delici, makaslayıcı ve şekil verici tehlikeli alanları koruyacak şekilde yerleştirilmelidir. Ayrıca bunlar döner, vargel vs. hareketleri yapan tezgah kısımları ile temasları önlemek için de kullanılmaktadırlar.



Şekil 3.3 Cıvatalarla sabitlenmiş bir sabit koruyucu

Sabit koruyucular, operatörün (işçinin) hareket eden makine parçaları, çalışma noktaları ve güç aktarma kısmı ile istenmeyen temasını önleyen makine koruyucularıdır. Makinelerin tehlikeli kısımlarına dokunmayı önleyecek şekilde tasarımlanan sabit koruyucular, işin ağırlığına ve çevre koşullarına dayanıklı olması için yeterli sağlamlıkta yapılırlar. Sabit koruyucu, makine hareket halinde iken ya da hareket haline geçerken sürekli olarak yerleştirilmiş durumdadır ve bu bağlantı ancak ya alet yardımı ile ya da tahrip edilerek (kaynaklı ise) sökülebilmektedir. Sabit koruyucuların maliyeti ucuz, yapılması ve kullanılması kolay, etkinliği oldukça yüksektir.

3.3.2 Mahfazalı Koruyucu

Her taraftan tehlike bölgesine ulaşmayı önleyen koruyucudur. Makineyi çepeçevre sararlar. Bunlar tehlikeli işlemlerin etrafını çevirerek tehlikeli kısımlara yaklaşılmasını daimi olarak önlerler. Aynı zamanda elektriksel tehlikelerin yoğun olduğu makinelerde de mahfazalı koruyucular tercih edilmektedir. Elektriksel bölgeyi çepeçevre sararak teması tamamen önler. Şekil 3,4'te bir transformatör ve mahfazalı koruyucusu görülmektedir.



Şekil 3.4 Transformatör mahfazalı koruyucusu

3.3.3 Mesafe Koruyucusu

Bir tehlikeli bölgeyi tam olarak kapatmayan, ancak fiziki boyutları veya tehlike bölgesinden olan mesafesi vasıtasıyla ulaşmayı engelleyen veya azaltan koruyuculardır. Çepeçevre çit veya tünel koruyucular bu türe örnek olarak verilebilirler. Şekil 3.5'te bir paketleme makinesi üzerindeki tünel koruyucu görülmüştür.

Sabit paravanlar diğer bütün tiplere tercihen kullanılmaktadır. Bunlar tehlikeli işlemlerin etrafını çevirerek tehlikeli kısımlara yaklaşılmasını daimi olarak önlerler. Aynı zamanda bunlar parçalanan makine parçalarının etrafa uçmasına da engel olurlar. Besleme deliği boyutları sınırlı seçileceği için ancak iş parçasının tehlikeli bölgeye girmesine izin verecek şekilde yapılırlar. Ancak elin girmesine izin vermeyecek şekildedirler. Çeşitli takım veya kalıp serilerine göre ayarlanabilir tarzda üretilebilirler. Ancak bu koruyucular da ayarlama bir defa yapıldıktan sonra sabittirler. Eğer sabit bir paravanın kullanılması pratik değil ise, akla ilk gelecek diğer koruma usulü kilitleyici bir paravandır



Şekil 3.5 Bir paketleme makinesi üzerindeki tünel koruyucu

Kilitleyici paravan sabit olmayıp işlemin icaplarına göre açılabilir veya nakledilebilir. Ancak

çalıştırma tertibatı ile arasındaki elektriksel veya mekanik kilitleyici bir irtibat dolayısı ile, koruyucu yerine tekrar konulup işçinin tehlikeli noktaya erişmesi imkanı ortadan kalkıncaya kadar makine çalışmaz. Bu amaçla kapı sürgüleri kullanılmaktadır. Otomasyon güvenlik ilişkisinden söz edilen 3. bölümde bu elemanlardan bahsedilecektir.

Kilitleyici paravanın üç ödevi vardır:

1-Paravana açık iken elektriği keserek veya gücü avaraya alarak makinenin çalışmasına engel olmak.

2-Makine harekete geçirilmeden önce de tehlikeli noktayı emniyete almak.

3-Hareketli parça tamamıyla duruncaya kadar paravanı kapalı tutmak veya kapı açıldığında hemen makineyi durdurmak.

Paravanlar, işlenen parça üzerinde kesme, eğme, zımbalama veya makaslama işlemlerinin olduğu noktalara veya işlenen parçayı makineye veren ve hareket ettiren işçi için tehlikenin mevcut olduğu yerlere konur. Bunlar işlem noktasından uzaktaki döner, gidip-gelme veya tek yönlü hareketli makine elemanlarına teması önlemek üzere de kullanılabilir. Şekil 3,6'da bir gıda dolum hattında uygulanan çit (paravan) koruyucular görülmektedir.



Şekil 3.6 Bir gıda dolum hattında uygulanan çit (paravan) koruyucular

3.3.4 Hareketli Koruyucu

Genel olarak mekanik vasıtalarla makinenin şasisine veya bitişik sabit bir elemanına bağlanmış olan ve alet kullanmaksızın açılabilen koruyuculardır. Şekil 3,7'de iki yanındaki tutaçları yardımıyla açılıp kapatılabilen bir hareketli koruyucu görülmektedir. Hareketli koruyucular kendi aralarında çalışma düzeneklerine göre; güçle çalışan koruyucular, kendiliğinden kapanan koruyucular ve kumandalı koruyucular olmak üzere üçe ayrılırlar.



Şekil 3.7 Bir hareketli koruyucu.

Güçle Çalışan Koruyucular: Kişilerden veya yer çekiminden başka bir kaynakla sağlanan koruyucudur. Örneğin bir motor tarafından açılıp kapatılacak şekilde.

Kumandalı Koruyucular: Bir ara kilitleme düzeni (koruyucu kilitlemeli veya koruyucu kilitlemesiz) ile birleştirilmiş koruyuculardır. Bu koruyuculardan beklenenler şu şekilde sıralanabilir;

- Koruyucu tarafından güvenliği sağlanan tehlikeli makine fonksiyonlarının, koruyucu açık olduğu sürece çalışmamasını sağlamaktır.
- Koruyucunun kapanmasının tehlikeli makine fonksiyonunun veya fonksiyonlarının çalışmaya başlatmasını sağlamaktır.

Hareketli koruyucular, işlemin tehlike bölgesine dokunmayı gerektirdiği ve sabit koruyucunun elverişli olmadığı durumlarda kullanılmaktadırlar. Kilitlenmeli koruyucularda, koruyucu kapanana kadar makine çalışmamakta ve tehlikeli hareket bitinceye kadar koruyucu kapalı olarak kilitlenmektedir. Bu koruyucularda koruyucu yerine oturmadan makine ve tezgah çalışmaz. Koruyucu tam yerine oturup, işçinin eli ve parmağı tehlike alanına girmeyecek şekilde koruma sağlandıktan sonra makine-tezgah çalışmaya başlar. Kilitleme sistemi mekanik, elektrik, hidrolik, pnömatik ya da bunların bir bileşkesi şeklinde olabilir. Kilitleme sisteminin çeşidi kullanılacağı işleme göre seçilir. Koruyucu yeterli dayanıklılıkta malzemeden yapılır ve bir aletin yardımı olmaksızın çıkarılamayacak durumda, güvenli bir şekilde makineye ya da yere yerleştirilir.

3.3.5 Kendiliğinden Kapanan Koruyucular

Bir makine elemanı tarafından çalıştırılarak (örneğin hareketli tabla) veya iş bağlama düzeninin bir parçası ya da iş parçası tarafından çalıştırılarak, iş parçasının geçmesine izin veren ve iş parçası çekilir çekilmez otomatik olarak kapalı konumuna dönen koruyucudur.

Şekil 3,8’de testerelerde kullanılan kendiliğinden kapanan koruyucular görülmektedir.



Şekil 3.8 Testerelerde kullanılan kendiliğinden kapanan bir koruyucu

Ayarlanabilen Koruyucu

Bir bütün olarak ayarlanabilen veya ayarlanabilen parçalardan oluşan sabit veya hareketli koruyuculardır. Bu ayar konumu belirli işletme sırasında sabit kalır.

3.3.6 Otomatik Koruyucular

Ne paravan ve ne de kilitleyici koruyucuların kullanılmasının uygun olmadığı hallerde genellikle otomatik koruyucular devreye girmektedir. Otomatik koruyucular işçinin yönetmesini beklemeden, makinenin hareket halinde olduğu sürece çalışır. Bu tip koruyucular; zımba, koç veya diğer takımlar, iş parçasına yaklaştığında; işçinin el, kol ve gövdesini tehlikeli bölgeden uzak tutmaktadır. Bu koruyucular hareket mekanizmasına bağlı bir mafsal sistemi yardımı ile hareket ettirilir.

Otomatik koruyucuların en çok kullanılan tipi, makine harekete geçtiğinde tehlikeli bölgeyi bir baştan diğerine kat eden süpürme ve itme düzeni ile ya da el veya kola bağlanarak işçiyi tehlikeli bölgeden uzaklaştıran çekme düzenidir.

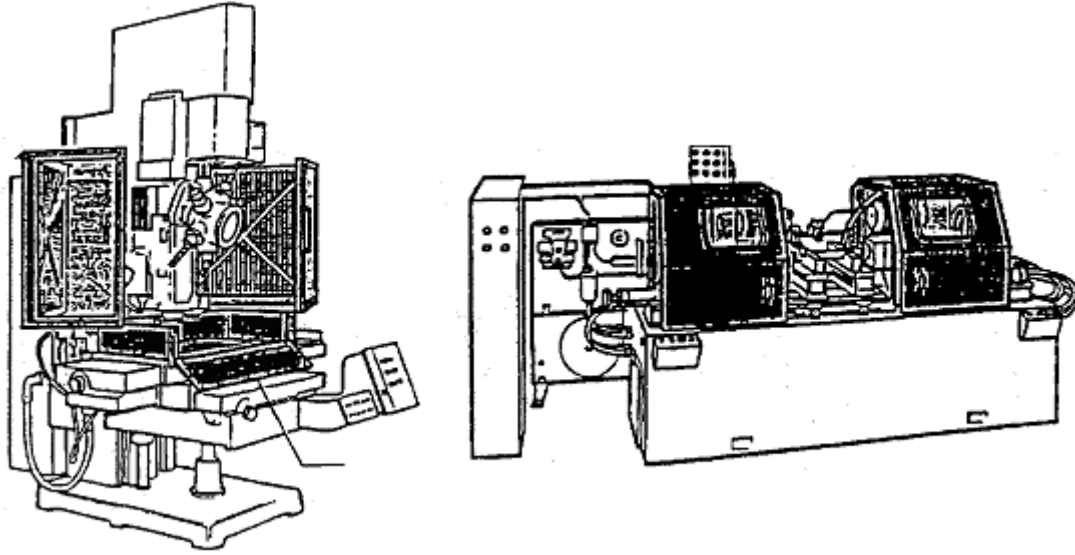
Otomatik koruyucu süpürme ve itme düzeni makine tamamı ile durmadan evvel işçinin uzanarak koruyucu düzeneğin ötesindeki tehlikeli bölgeye erişmesine engel olacak tarzda kurulmaktadır. Düzenin kendisi de, hareketli koruyucu ile makinenin sabit veya hareketli bir kesme noktası meydana getirerek, tehlike yaratmamalıdır.

Otomatik koruyucular işçiyi ya da işçinin tehlikeyle karşılaşabilecek organlarını tehlike bölgesinden fiziksel olarak uzaklaştırır. Koruyucunun hareketli parçası, makinenin tehlikeli parçalarının hareketi ile yani, makinenin hareketine uyarak senkronize bir şekilde çalışır. Ancak, bu düzenek böyle bir uzaklaştırmayı sağlayacak kadar zaman olduğu durumlarda kullanılabilir. Otomatik koruyucuların kendiliğinden sökülmemesi yalnızca aletler yardımıyla sökülebilir olması önemlidir. Bunun için güvenli ve sağlam bir şekilde makineye

monte edilmesi gerekir.

3.3.7 Ara Kilitlemeli Koruyucu

Ara kilitlemeli koruyucular tehlikeli parçalara yaklaşmak gerektiği zaman, sağlam yapı, iyi aydınlatma ve operatörün yeterli eğitim görmüş olması gibi birçok koşullara bağlı olarak kullanılmaktadır. Ayarlanabilir koruyucuda makineye malzeme beslemek için bir açıklık bulunur. Koruyucunun tamamı ya da bir kısmı bu açıklığın boyutlarını düzenleyecek şekilde yapılmaktadır. Bu koruyucuların bir türü olan; kendi kendine ayarlanan koruyucu, tehlikeli parçalara dokunmayı önlemek üzere tasarlanmıştır olup makineye verilen malzeme ile açılmakta ve işlemin sonunda kapanmaktadır. Şekil 3,9'da freze ve torna tezgahlarında uygulanan ara kilitlemeli koruyucular görülmektedir.



Şekil 3.9 Freze ve torna tezgahlarında uygulanan ara kilitlemeli koruyucular..

Ara kilitlemeli koruyucular aşağıda belirtilen amaçları sağlamak için bir ara kilitleme düzeni ile birlikte çalışan düzenlerdir.

- Koruyucu tarafından emniyeti sağlanan tehlikeli makine fonksiyonlarının koruyucu kapanıncaya ve kilitli olduğu süre kadar sürece çalışmasını temin etmek.
- Tehlikeli makine fonksiyonlarının çalışması sırasında, koruyucunun açılması ile durdurma talimatının verilmesini temin etmektir. Fonksiyonundan kaynaklanan yaralanma riskinin olduğu sürece koruyucunun kapalı ve kilitli kalmasını temin etmek.
- Koruyucu kapalı olduğunda koruyucu tarafından emniyeti sağlanan tehlikeli makine fonksiyonlarının çalışabilmesini, ancak koruyucunun kapanmasının çalışmayı başlatmamasını temin etmektir.

3.4 Koruyucu Seçimi

Tasarımı yapılan bir makine için öncelikle yapılması gereken risk değerlendirmesidir. Bunun

sonucunda bir koruyucu kullanılması gerektiği ortaya çıkmışsa uygun koruyucunun veya koruyucuların seçimine geçilir. Koruyucu seçimi sırasında aşağıdaki konuların belirlenmesi ve bu konulara dikkat edilmesi gereklidir:

- Risk değerlendirmesinde ortaya çıkan yaralanma ihtimali,
- Makinede mevcut olan tehlikeler,
- Ulaşmanın şekli ve sıklığı.

Makine ve tezgah koruyucularının hazırlanması, üretimi ve kullanılmasında aşağıdaki önlemlerin göz önünde tutulması gereklidir.

- Koruyucular, çalışmalarda her türlü teması kesecek şekilde tehlikeli kısmı örtmüş olmalıdırlar.
- Koruyucular, işçinin ve makinenin çalışmasına, yağlama, kontrol ve onarımına engel olmayacak, üretimi zorlaştırmayacak şekilde yapılmalı ve mümkünse makinenin sabit bir parçasına bağlanmalıdır.
- Koruyucuların hareketli olanları, el ile kolayca veya otomatik olarak çalışır bir şekilde yapılmalıdır.
- Koruyucular, çalışan işçilerin çarpma ve düşmelerine, taşınan malzemelerin darbelerine dayanacak sağlamlıkta yapılmış olmalıdır.
- Koruyucular, fazla bakıma ihtiyaç göstermeyecek tarzda uzun ömürlü, yangına ve pasa dayanıklı maddeden yapılmış olmalıdır.
- Koruyucular, döküm, sac, boru veya profil demir, tel kafes, ahşap, plastik veya yerine göre uygun sağlamlıkta başka malzemeden yapılabilir ve kendileri bir tehlike yaratmamalıdırlar.

Koruyucu seçiminde göz önüne alınması gereken başlıca konular şu şekilde sıralanabilir: Makineye bağlı konular, kullanıcıya bağlı (insani) konular, koruyucunun tasarımına ait konular, koruyucunun yapısına ait konular ve koruyucu malzemesi.

3.4.1 Makineye Ait Konular

Tehlike bölgelerine ulaşma, fırlayan parçaların tutulması, tehlikeli maddelerin tutulması, gürültü, radyasyon, patlama gibi konuları içerir. Koruyucuların tasarlanması ve uygulanmasında makinenin tahmini ömrü boyunca çevresi ve çalışmasına ait tahmin edilebilir bütün durumların uygun şekilde düşünülmesi gerekir. Bu durumun göz ardı edilmesi emniyetsiz makinelere ve çalıştırılmayan makinelere yol açabilir. Bunun sonucu olarak kişilerin sağlanmış koruyucuları devre dışı etmesine ve böylece kendilerini daha büyük riske atmalarına sebep olur.

Tehlike bölgelerine ulaşmayı en aza indirmek amacıyla uygun olan yerlerde koruyucular ve makineler koruyucular açılmadan veya sökülmeden rutin ayarlama yağlama ve bakım işlerinin yapılabilmesini sağlayacak şekilde tasarlanmış koruyucu ve makineler

kullanılmalıdır.

Korunmuş alanlara ulaşmanın gerekli olduğu durumlarda bu ulaşma uygulanabilir olduğu kadar serbest ve engelsiz olmalıdır.

Ulaşmanın gerekli olduğu durumlara ait bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

- Yükleme ve boşaltma
- Takım değiştirme ve kurma
- Ölçme mastarlama ve numune alma
- Gözle muayene
- Bakım
- Yağlama
- Atık malzemelerin uzaklaştırılması (talaş, damlama vb.)
- Engellerin giderilmesi
- Temizlik ve hijyen

Fırlayan Parçaların Tutulması: Kırılan alet ve iş parçası gibi makineden fırlayan parçaların tahmin edilebilir riskinin olduğu yerlerde koruyucuların bunları tutmak için mümkün olduğunca kullanışlı olarak tasarlanması gereklidir. Ayrıca tasarım sırasında uygun malzemenin seçilmesine dikkat edilmelidir.

Tehlikeli Maddelerin Tutulması: Makinelere yayılan madde (mesela soğutucu, buhar, gaz, kıvılcım, kızgın veya erimiş malzeme, toz gibi) emisyonlarının tahmin edilebilir riskinin olduğu yerlerde koruyucular bunları tutacak ve yakalayacak şekilde tasarlanmalıdır. Bir koruyucu dışarı atma (tahliye) sisteminin bir parçasını teşkil ediyorsa bu fonksiyon koruyucunun tasarımında malzemesinin seçiminde yapımında ve konumlandırılmasında göz önüne alınmalıdır.

Gürültü: Makine gürültüsünün azaltılması için bir kural mevcutsa koruyucular makinede mevcut olan diğer tehlikelere karşı koruma sağlamış olmakla birlikte istenen gürültü azaltmasını da sağlayacak şekilde tasarlanmalı ve imal edilmiş olmalıdır. Akustik mahfaza olarak çalışan koruyucular gürültü yayılmasını azaltmak için yeterli bir şekilde sızdırmazlığı sağlanmış eklere sahip olmalıdır.

Radyasyon: Önceden tahmin edilebilir tehlikeli radyasyona maruz kalma riskinin olduğu yerlerde kişileri tehlikelerden korumak için koruyucular tasarlanmalı ve uygun malzeme seçilmelidir. Örneklere kaynak ışığını engelleyen sırlanmış cam veya lazer etrafındaki koruyucudaki açıklıkların giderilmesi dahildir.

Patlama: Koruyucular tahmin edilebilir patlama riskinin olduğu yerlerde açığa çıkan enerjiyi emniyeti bir şekilde ve yönde dağıtacak ve tahliye edecek şekilde tasarlanmalıdır. (Örnek

olarak “patlama tahliye” panellerinin kullanılması.).

3.4.2 Kullanıcıya Ait (İnsani) Konular

Güvenlik mesafeleri, tehlike bölgesine ulaşmanın kontrolü, görebilme ve ergonomik konuları içerir.

3.4.3 Koruyucunun Tasarımına Ait Konular

Ezilme ve yakalama noktaları, dayanıklılık, hijyen, temizleme, kirleticilerin uzak tutulması gibi konuları içerir.

3.4.4 Koruyucuların Yapısına Ait Konular

Keskin kenarlar, tırtıklı ve çentikli yüzey vb, bağlantıların tamlığı, sadece alet yardımıyla sökülebilmeye, kolay ayarlanabilme, tırmanmanın engellenmesi, düşmeyen bağlantı elemanları, ikaz işaretleri, renk, estetik gibi konuları içerir.

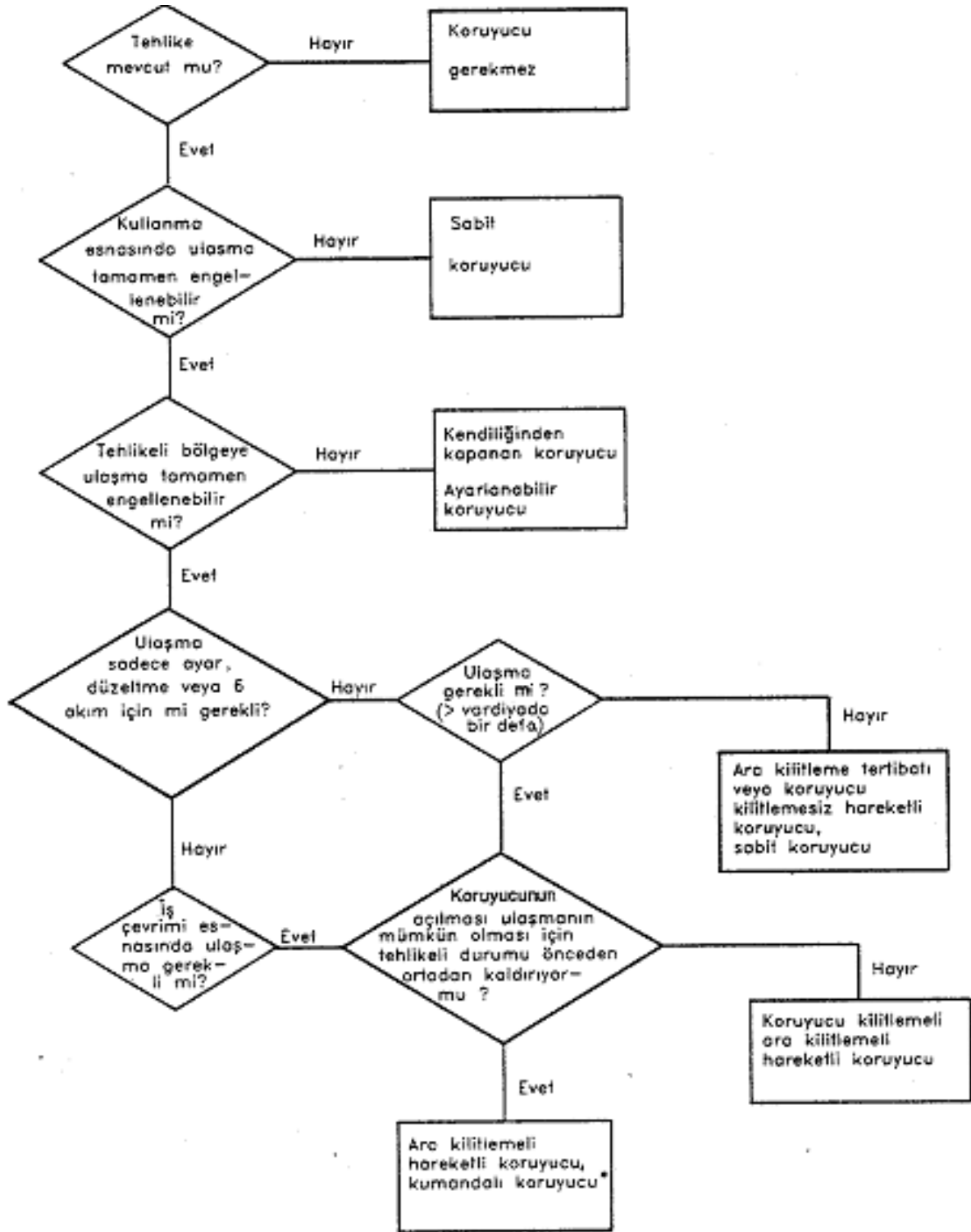
3.4.5 Koruyucu Malzemesinin Seçimi

Koruyucu malzemesi seçilirken şu konulara dikkat edilmelidir; darbeye direnç, rijitlik, emniyetli sabitlenebilme, hareketli parçaların güvenilirliği, tutma ve yakalama, korozyona direnç, mikroorganizmalara dayanıklılık ve mikroorganizmaların yaşamasına uygun ortam oluşturmama, zehirli olmama, makinenin görülmesini sağlama, şeffaflık, elektrostatik önlemler, ısı kararlılık, alev alabilirlik – yanmazlık-, gürültü ve titreşimi azaltma, radyasyondan koruma gibi.

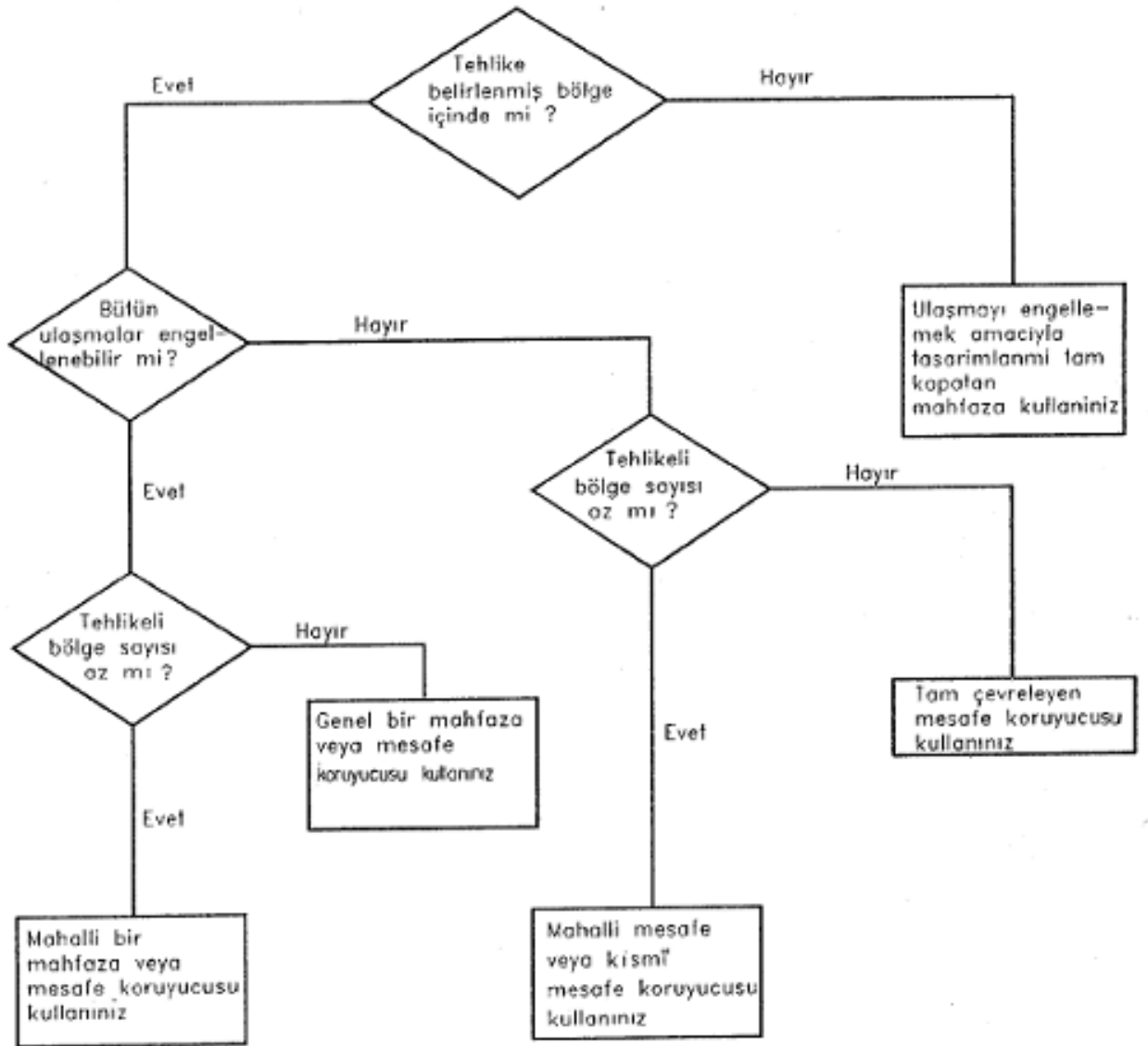
3.4.6 Makine Tasarımında Koruyucu Tipi Seçim Yöntemi

Makine tasarımı yaparken hangi durumda nasıl bir koruyucu kullanılması gerektiği ile ilgili standartlarca verilen basit şemaların incelenmesi de tasarımı yapacak mühendise yol göstermektedir. Bu amaçla Çizelge 3,1 ve Çizelge 3.2'deki yönlendirmelerin izlenmesi uygun olacaktır.

Çizelge 3.1 Hareketli parçaların sebep olduğu tehlikeler gözetilerek koruyucu tipinin seçimi.



Çizelge 3.2 Tehlikelerin yeri ve sayısına göre koruyucu tipinin seçimi.



3.5 Güvenlik Düzenekleri

Güvenlik düzenekleri (ya da düzenleri); tek başına veya bir koruyucu ile beraber, riski gideren veya azaltan (koruyucudan başka) düzenekler olarak tanımlanırlar.

Güvenlik düzenekleri, sınırlama, algılama, kilitleme, kumanda etme vb. işlemlerini yapan, makineye eklenmiş sistemlerdir. Koruyucular ile beraber veya ayrı olarak da kullanılabilirler.

Güvenlik düzeneği tipleri: Ara kilitleme düzeni, takviyeli kumanda düzeni, kendiliğinden eski konumunu alan kumanda düzeni, iki el ile kumanda düzeni, hassas algılama düzenleri (mekanik alıkoyma düzeni, fotoelektrik durdurma düzeni) olarak sıralanmaktadır.

3.5.1 Ara Kilitleme Düzeni (Ara Kilit)

Belirli şartlar altında (genelde bir koruyucunun kapalı olmadığı sürece) makine elemanlarının çalışmasını önlemeyi amaçlayan mekanik, elektrikli veya diğer tiplerdeki düzeneklerdir.

3.5.2 Takviyeli Kumanda Düzeni

Bir başlatma kumandası ile beraber kullanılan ve bir makinenin fonksiyonunu gerçekleştirmesine, sürekli tahrik edildiği sürece izin veren elle çalıştırılan ilave kumanda düzenleridir.

3.5.3 Kendiliğinden Eski Konumunu Alan Kumanda Düzeni

Bir makine elemanın çalışmasını başlatan ve çalışır durumda tutmayı, ancak elle yapılan tahrik devam ettiği sürece, sağlayan kumanda düzeneğidir. El ile yapılan kumanda (tahrik) bırakıldığında düzen otomatik olarak durdurma konumuna geri dönmektedir.

3.5.4 İki El ile Kumanda Düzeni

Makine veya makine elemanının tetiklemesini ve çalışmaya devamını sağlamak amacıyla, iki elle kumandanın (tahrik mekanizmasının) en azından eş zamanlı olarak tahrikini gerekli kılan düzendir. Bu yüzden elle kumandayı, makineyi işleten kişiyi koruma önlemini sağlayan, kendiliğinden eski konumunu alan kumanda düzenidir.

İki elle kumanda sistemi, koruyucu kullanımının (yapımının) olanaksız olduğu durumlarda makine operatörünün elleri için iyi bir koruma sağlamaktadır. İşlemin yürütülebilmesi için kesinlikle iki elin kullanılması koşulu zorunlu olup, el kontrolleri bir elle ya da bir el ve vücudun bir başka parçası veya bir alet ile çalışmayı önleyecek şekildedir. İki elin kumandaları arasındaki fark en fazla 1 saniye olduğundan, makinenin çalıştırılması için iki elin aynı anda kullanılması gerekir ve bu da ellerin tehlikeli hareket başlamadan tehlike bölgesinden çıkmasını sağlamaktadır.

3.5.5 Hassas Algılama Düzeni

Makineyi kullanan kişinin veya vücudunun bir kısmı güvenlik sınırını aştığında, bir makine veya makine elemanının durmasını sağlayan düzenidir. Bu düzenler:

Mekanik tahrikli olabilir: örneğin, duyarlı kablo (tel), teleskopik problemler, basınca hassas düzenler vb.

Mekanik olmayan tahrikli olabilir: örneğin foto-elektrik düzeni, kondansatör kullanılan düzenler, ultrason düzenleri vs. gibi yollarla algılamayı temin ederler.

3.5.6 Otomatik veya Yarı Otomatik Besleme

İşlenecek parça düşme kanalı, besleme çanı, konveyör, hareketli kalıplar, döner diskler veya silindirelerle makineye sürülür. Koruyucu vücudun herhangi bir kısmının işlem noktasına sokulmasına izin vermez. Ancak bu sistemin dezavantajı kısa süreli işler için dahi pahalı tesisat gerektirmesi, kalifiye bakım istemesi, iş parçası cinsindeki değişikliklere müsait olmamasıdır.

3.5.7 Fotoelektrik Durdurma Düzeni

Bu sistemde bir algılama perdesi oluşturacak olan bir ışık kümesi veya kümeleri bir durdurucu oluşturacak şekilde operatör ile makinenin tehlikeli parçaları arasına bir fotoelektrik saptayıcı ile bağlantılı olarak yerleştirilmektedir. Bu düzende, ışık demeti perdelenildiğinde makinenin tehlikeli parçası hareket etmez. Makinenin tehlikeli bir parçası hareket halinde iken engelleme olduğunda ise tehlikeli parçalar anında durur ve gerekiyorsa başlangıç noktasına gelene kadar ters yönde çalışmaya başlar. Böylece etkili bir güvenlik sağlanmış olur.

Bu maddede verilen strateji esas itibariyle tekrarlanan bir stratejidir. Tecrübe aşamalarına ayrılmış çizelgede şematik gösterilen prosedürün çeşitli başarılı uygulamalar uygun sonuçların alınması için gereklidir. Bu prosesin yürütülmesinde aşağıdakilerin sırasıyla dikkate alınması gerekir.

3.5.8 Güvenlik Düzenlerinin Önemi

Tasarım safhasında birlikte göz önüne alınan bütün önlemler kullanıcı tarafından yerine getirilmesi mecbur olan önlemlere tercih edilmelidir.

Kalan riskin en aza indirilmesi gayesiyle alınan önlemlerin yerine getirilmesi zorunluluğu olup da kullanıcının sorumluluğu altında olan önlemler bu kapsamda değerlendirilmez.

Makinenin güvenlik içerisinde çalışmaya devam etmesi için, makinenin kolayca kullanılmasına izin veren ve onun kullanma amacını engellemeyen güvenlik önlemleri önemlidir.

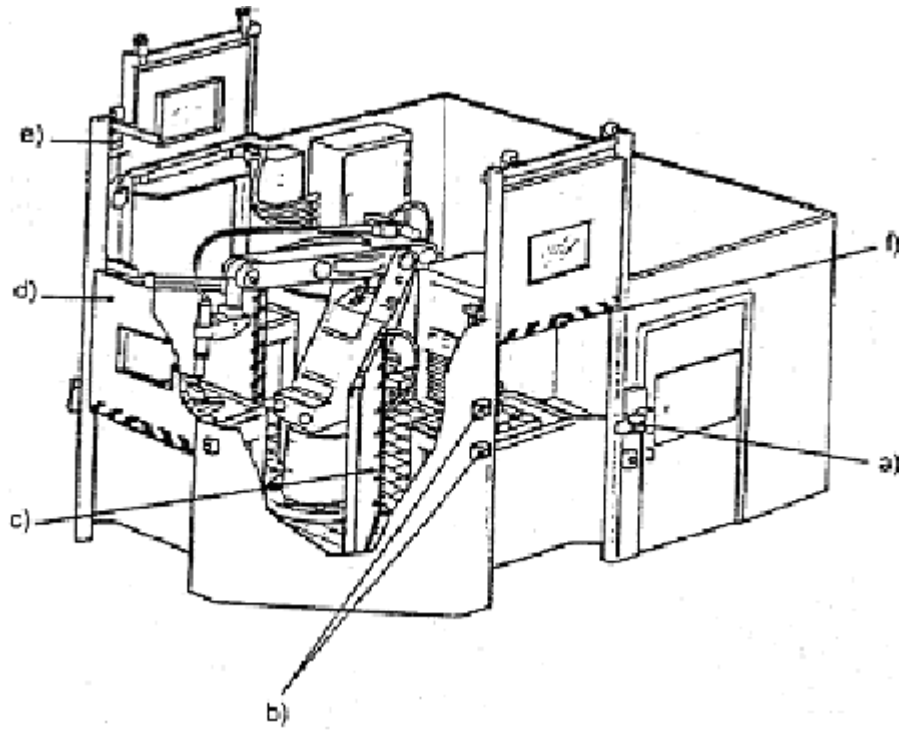
Makineden mümkün olduğunca yararlanmak için güvenlik önlemlerinin devre dışı edilmesi bypass edilmesi (yan geçit) arızalara sebep olacaktır.

Makinelerde fonksiyonel düzensizlikler (makinenin normal çalışmaması, makine parçalarından birinin kopması veya kırılması, insan hataları vb..) nedeniyle insan hayatını veya sağlığını tehdit edecek derecede riskli çalışmalar meydana gelebilir. Dolayısıyla

güvenliğe yönelik tasarım yapılırken bu tür çalışmaların önlemesine yönelik düzenlerin de makineye eklenmesi gerekir. Bu konuya bir örnek olarak asansörlerdeki paraşüt düzeni verilebilir. (Paraşüt düzen asansörde halat kopması veya hız limitinin aşılması durumlarında devreye girerek kabini güvenli şekilde durduran bir mekanik durdurma teçhizatıdır.) Çizelge 3.4'te örnek bir acil durum durdurma teçhizatının çalışma şeması görülebilir.

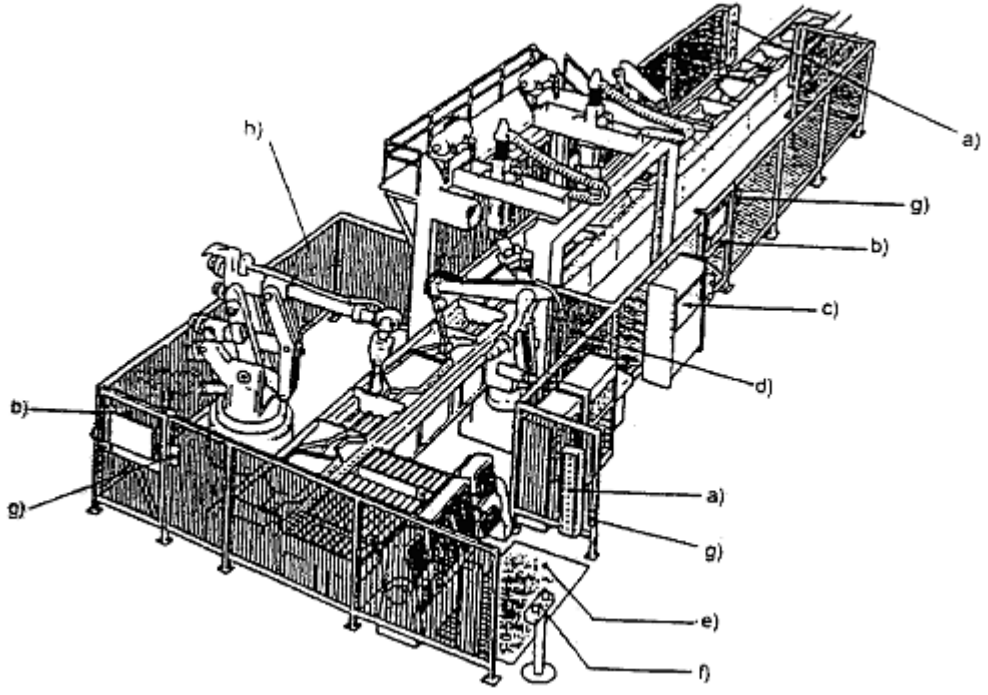
Acil durdurmalı güvenlik sistemlerinden örneklere Bölüm 5 Otomasyon Güvenlik ilişkisi kısmında değinilecektir.

Değişik koruyucu tiplerinin bir arada kullanılması da çok yaygın bir uygulamadır. Buna örnek olarak aşağıda Şekil 3.10 ve Şekil 3.11'da görülen sistemler verilebilir.



Şekil 3.10 Değişik koruyucu tiplerinin bir arada uygulanması

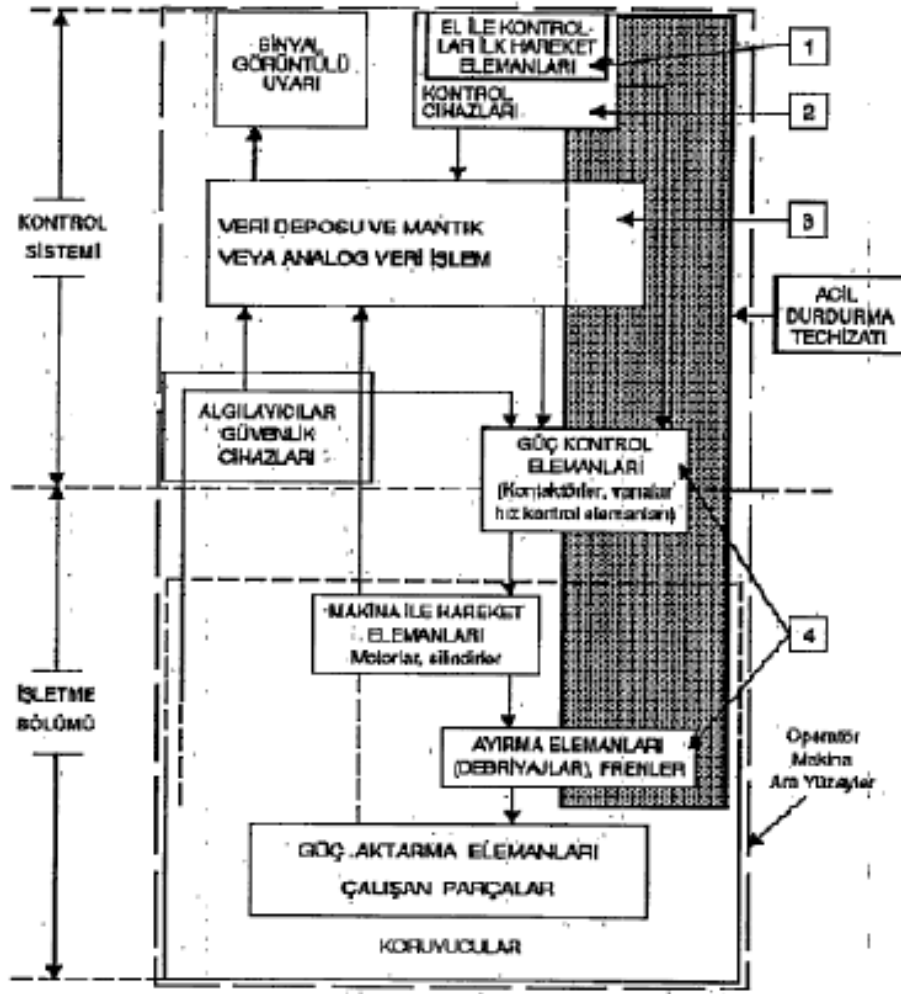
- a) Anahtar tutma sistemi;
- b) İki el kumandası;
- c) İş istasyonları arasındaki perde;
- d) Ara kilitleme düzeni;
- e) Koruyucu kilitleme düzeni;
- f) Basınca hassas kenar.



Şekil 3.11 Değişik koruyucu tiplerinin bir arada uygulandığı bir üretim hattı

- a) Foto-elektrik perdesi;
- b) Ara kilitleme düzeni;
- c) Elektrik dolabı;
- d) Sadece bölümle ulaşmayı kapatan dahili çit;
- e) Basınca hassas keçe;
- f) İki el kumandası;
- g) Tekrar kurma için tahrik edici;
- h) Mesafe koruyucusu.

Çizelge 3.3 Örnek bir acil durum durdurma teçhizatının çalışma şeması.



3.6 Caydırma Düzenleri

Caydırma Düzenleri, ses, ışık, vb. uyarıcıların yardımıyla, tehlike bölgesine girilmesine engel olunan sistemlerdir. Koruyucularla beraber veya ayrı olarak da kullanılabilirler.

Örneğin motorlu seyyar vinçlerin kaldıracakları en ağır yükler, kabinlerin içinde veya dışında yazılı olarak belirtilir ve kollu vinçlerde ayrıca maksimum yatıklık oranı ve ok mesafelerine göre kaldırılmasına izin verilen en ağır yükler, aynı şekilde gösterilir. Bunlardan en ağır yükten fazlası kaldırıldığında, durumu bildiren sesli ve ışıklı otomatik bir uyarma düzeni bulundurulur.

Motorlu vinçlerle yük kaldırılırken veya vinç yer değiştirirken sesli ve ışıklı uyarma yapılır ve bunların gece çalışmalarında farları ve arkalarında stop lambaları yakılarak ve kabinler uygun şekilde aydınlatılarak güvenlik uyarısı sağlanır. Bu tip caydırıcı metotlar da yine makine güvenliğinde sıkça uygulanır.

Duyulabilir tehlike sinyalleri, makinelerin çalışması sırasında (varsa) tehlikeli bir durumun

başlangıcını, gerekli ise süresini ve sona erdiğini gösteren sinyallerdir. Görsel tehlike sinyalleri, tehlikeli bir durumun (uyarı, acil durum veya yaralanma riski) olabileceğini bildiren sinyallerdir.

3.6.1 Duyulabilir Tehlike Sinyalleri

Makinelerin çalışması sırasında tehlikeli bir durumun başlangıcını, gerekli ise süresini ve sona erdiğini gösteren sinyallerdir. Makinede tehlikeli bir mekanizmanın çalıştığı siren ya da başka bir sesli uyarı cihazı tarafından bildirilir. Çizelge 3,5'te bir vinçte uyarıcı ses değerinin hesabı görülmektedir. Bu sayede çalışanların daha önceden belirlenmiş yerlerine gitmesi ya da gerekli mesafede durması için uyarı yapılmış olur. Caydırıcı seslerin maskelenmiş ses eşiğinden yüksek olması gerekmektedir. Aksi takdirde ortam gürültüsü nedeniyle sesin duyulması mümkün olmaz. Standartların öngördüğü bazı ses eşiği değerleri Çizelge 3,4'te görülmektedir.

Çizelge 3.4 Standartların öngördüğü maskelenmiş ses eşiği değerleri

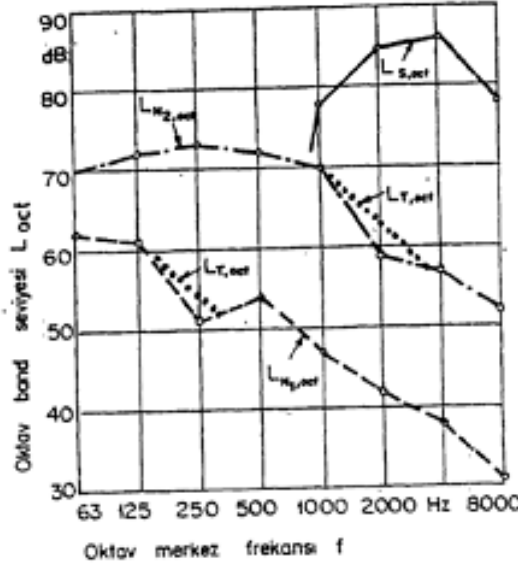
Oktav bandı numarası (n)	Oktav bant merkez frekansı f_1 (Hz)	Ortam gürültüsünün oktav seviyesi $L_{N,OCT}$ (dB)	Ortalama Değer $L_{Tn-1}-7.5$ dB	Maskelenmiş ses eşiğinin oktav seviyesi $L_{t,noct}$ (dB)
1				
2	125	60	60	60
3	250	70	52,5	70
4	500	58	62,5	62,5
5	1000	71	55	71
6	2000	60	63,5	63,5
	4000	52	56	56

1) Ortalama değer ve çevre gürültüsünün oktav band seviyesinin daha yüksek değeri

Çizelge 3.5 Sesli tehlike sinyali ile güvenliğe yönelik tasarımın vinçlerdeki uygulaması

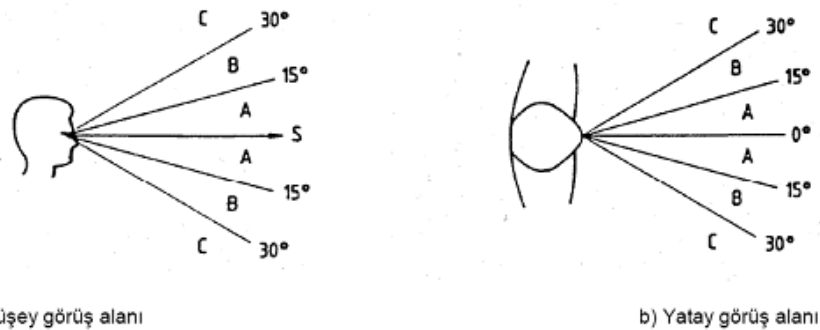
Yaklaşan kule vincini gösteren sesli tehlike sinyali

Sinyal alma bölgesindeki ortam gürültüsü	: a. Temel trafik gürültüsü $L_{N1,A} = 54$ dB b. Vinç gürültüsü $L_{N,A} = 74$ dB $L_{N2,A} = 74$ dB
Gürültünün karakteristikleri Zaman bant	: Zaman içinde her ikisi de değişir; bu yüzden "yavaş" ağırlığı kullanılarak A ağırlıklı ses seviyesi ve oktav seviyesi de maksimum değerine ayarlanır.
Seçilmiş sesli tehlike sinyali	: $L_{S,A,S_{max}} = 90$ dB
Sesli tehlike sinyalinin karakteristikleri	: Çalan zil (Alçak tekrarlama frekanslı zil)



3.6.2 Görsel Tehlike Sinyalleri

Tehlikeli bir durumun çok yakın bir zamanda olma ihtimalini veya gerçekten olacağını gösteren, kişinin yaralanma riskinin bulunduğunu bildiren görsel sinyallerdir. Makinelerin güvenliğe yönelik tasarımında sıkça kullanılırlar. Görsel uyarı sinyali ve görsel acil durum sinyali olmak üzere ikiye ayrılabilir.



a) Düşey görüş alanı

b) Yatay görüş alanı

A BÖLGESİ : Tavsiye edilen
B BÖLGESİ : Kabul edilebilir
C BÖLGESİ : Uygun olmayan
S HATTI : Doğrudan bakış hattı

Şekil 3.12 Görüş alanı (Bakış istikameti hattı dış görevler tarafından gerekli olduğu zaman)

Bu sinyallerin kullanımında iki önemli parametre aydınlık şiddeti ve görüş alanıdır. Şekil 3.12’de normal görme yetisine sahip bir kişinin görüş alanı belirtilmektedir. Bu verilerin ışığı altında gerekli uyarı sinyalini üretecek cihaz makineye yerleştirilerek güvenliğe yönelik bir tasarım yapılmış olmaktadır. Ek1’de caydırma tertibatlarına ait görsel uyarı levhaları görülebilir.

4. TASARIM ÖRNEKLERİ

Bu bölümde, önceki bölümde belirtilen koruma tiplerinin çeşitli makinelerin tasarımında uygulanma şekilleri örneklerle açıklanmaya çalışılacaktır. Makine tasarımında hangi tehlikeli durumların oluşabileceği ve bu tehlikelerin etkisiz hale getirilebilmesi için dikkate alınan güvenlik önlemlerinden bahsedilecek ve örnekler tanıtılacaktır.

4.1 Atölyelerde Kullanılan Makinelerdeki Örnekler

İş kazalarının önemli bir kısmı atölyelerde meydana gelmektedir. Kullanıcıların güvenliğinin öne çıktığı makinelerin çoğu atölyelerde kullanılan makinelerdir. Yaralanma ya da ölüm ile sonuçlanan kazaların pek çoğu atölyelerde meydana gelmektedir. Bu durum makinelerin yapısal olarak eksikliklerinden, makine koruyucuların olmamasından veya makine ve tezgahlarda çalışırken gerekli güvenlik önlemleri alınmamasından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden atölyelerdeki işleme tezgahlarının tasarımında güvenlik önlemlerinin göz önünde bulundurulması çok önemlidir. Yapılan işin niteliğine ve makine tezgahın özelliklerine göre alınacak önlemler de büyük değişkenlik göstermektedir.



Şekil 4.1 Atölyelerde kullanılan makinelerde oluşabilecek tehlikeler ve önlemleri

Atölyelerde kullanılan makineler, genellikle takım tezgahlarıdır. Bu tezgahlardan talaşlı işleme yapılanlara; torna, freze, planya, matkap vb. talaşsız işleme yapılanlara ise pres, şahmerdan, merdane vb. örnekler verilebilir. Şekil 4,1'de atölyelerde kullanılan makinelerde oluşabilecek tehlikeler ve önlemleri görülmektedir.

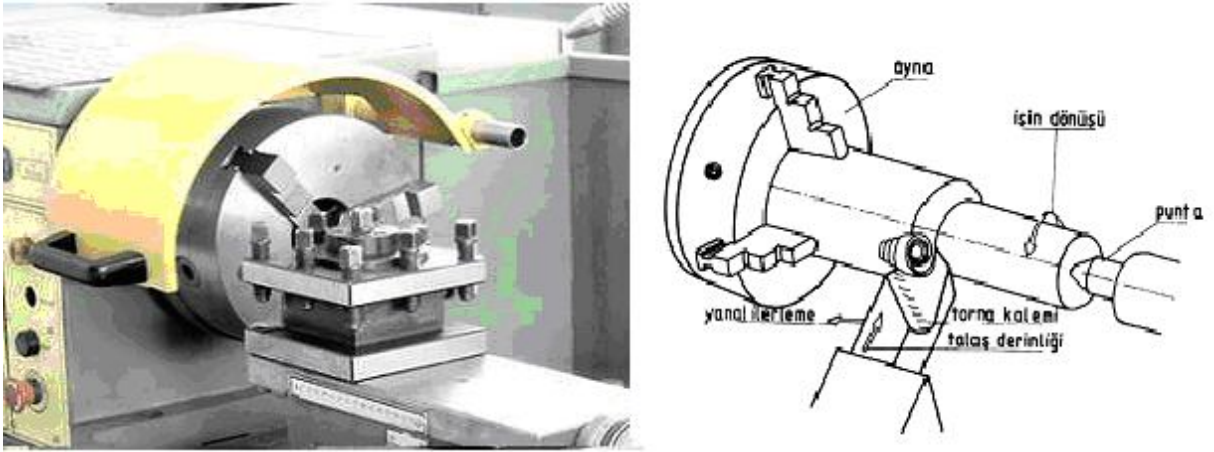
4.1.1 Torna Tezgahlarında Güvenlik

Tornada işlem, işlenecek parçanın ayna adı verilen döner makine ekipmanına bağlanıp kalem olarak da adlandırılan ve sabit duran kesici takımla işlenmesini sağlamaktadır. Kendi ekseni etrafında dönmekte olan sağlam bağlanmış iş parçası üzerinden gereğine uygun

biçimlendirilmiş bir kesici alet aracılığıyla talaş kaldıran tezgahlardır. Kesici aleti talaşa kaldırma işlemi elle veya otomatik şekilde olabilir.

Torna tezgahlarında genellikle silindirik tornalama, konik tornalama, delik delme, alın tornalama, vida çekme, rayba çekme, kılavuz ve pafta çekme gibi işlemler yapılır. Özel aparatlarda yararlanarak taşlama, frezeleme, profil tornalama, konik tornalama, yay sarma, gibi işlemlerinde torna tezgahlarında yapılması mümkündür. Tornalarda tehlikeli makine hareketlerinden dönme hareketi görülür. Parçalar yüksek hızlarda dönerek işlendikleri için ciddi kaza tehlikesi yaratmaktadırlar. Bu durumla ilgili tehlikeler ve alınması gereken önlemler şu şekilde sıralanabilir;

Tornada operatörün elinin yüksek devirde dönen aynaya çarpmaması sağlanmalıdır. Aksi takdirde ayna işçinin elini ya da kıyafetini kapabilir. Bunu önlemek için ayna etrafına operatörün temasını önleyecek şekilde (Şekil 4,2'de görüldüğü gibi) bir koruyucu yapılır. Bunun yanı sıra operatörün elindeki veya üzerindeki sarkan veya hareket eden eşyaları çıkartması yine operatör güvenliğine yardımcı olur.

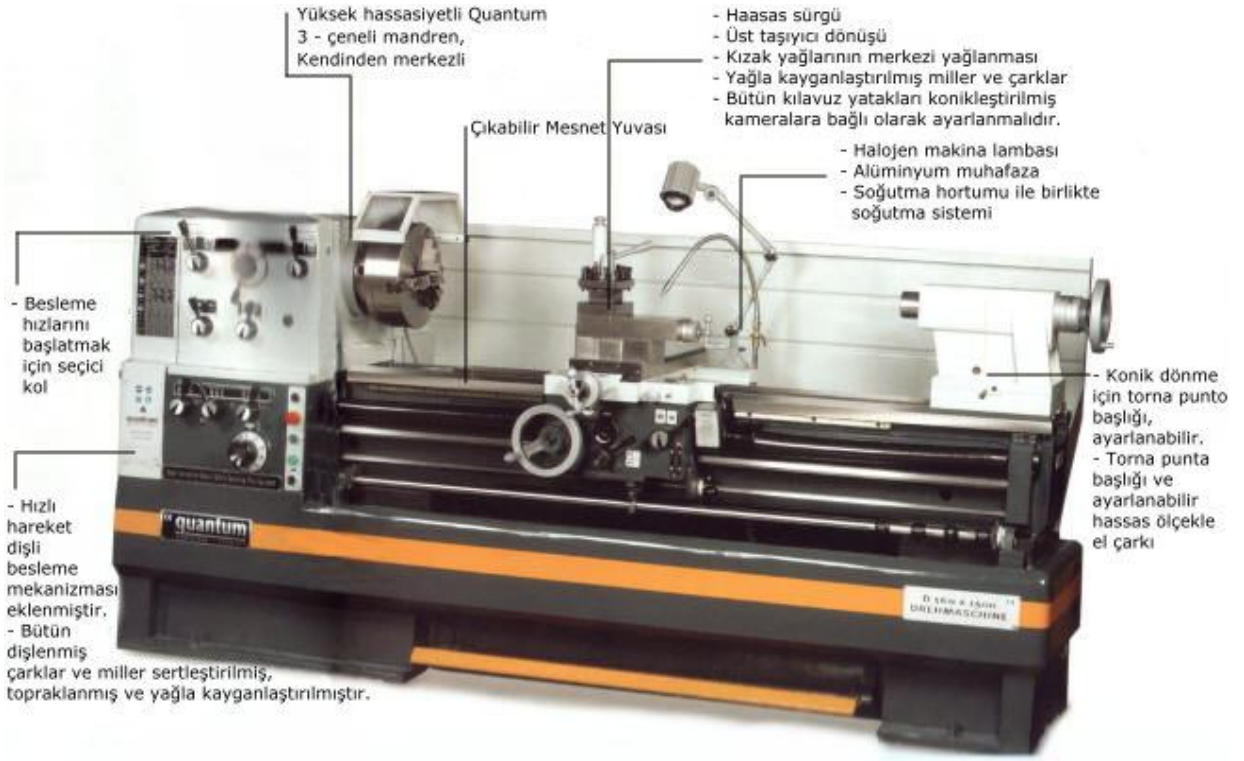


Şekil 4.2 Torna aynasının yapısı ve ayna koruyucusu

Aynaya bağlanan parçanın yerinden fırlaması büyük tehlikelere neden olacaktır. Bu yüzden parçanın tornaya sağlam bir şekilde bağlanması gereklidir. Aynı zamanda işlenecek parçayı bağlamaya yarayan ayakların hareket sırasında torna gövdesine çarpmaması gereklidir. Bu yüzden karşı punta tasarlanmıştır. Karşı puntanın verimli ve aynayla senkronize çalışması için aynayla uyumlu olarak tasarlanması gereklidir.

Yuvarlak ve kare kesitli parçaların aynı aynaya bağlanması mümkün değildir. Bu yüzden iki tip ayna tasarlanmıştır. Birinci tip aynada güvenli olması için üç adet ayakla bağlantı yapılır ve yuvarlak malzemeler için kullanılır. Diğer tip aynada ise güvenli bağlantı sağlanması için

dört adet ayak vardır ve dört köşe parçaların her yönden desteklenerek işlenmesinde kullanılmaktadır. Şekil 4,3'te bir torna tezgahının genel yapısı ve elemanları görülmektedir.



Şekil 4.3 Torna tezgahı genel yapısı ve elemanları

İşlem yapılırken parça ve kesici takımın üzerinden etrafa sıçrayan sıcak talaştan bazı parçalar, torna operatörüne veya yakında çalışan diğer kişilere sıçrayıp kısmi yanıklara sebep olabilir. Bunun önlenmesi için, talaşın olduğu bölgede fiberglas ya da metelsel malzemeden hareketli bir koruyucu perde kullanılmalıdır. Operatörün iş parçasını görebilmesi ve işlemin rahatça yapılabilmesi için bu koruyucunun şeffaf olması tercih edilir. Şekil 4,4'te bir universal torna ve saydam hareketi koruyucusu görülmektedir. Talaşların rahatça toplanabilmesi, ayaklara sıçramaması ve sorun yaratmaması için tornanın alt gövdesi talaş toplamaya uygun şekilde tasarlanmaktadır.

Tornalama işlemi sırasında ani bir sorun karşısında operatörün makineyi aniden durdurabilmesi için emniyet butonu konulması gereklidir. Ayrıca operatörün iş milini elinin kullanmayacağı yüksek devirlerde durumda durdurabilmesi için ayak stoperi veya freni konulması da bir çözümdür.

Otomatik torna tezgahları ile otomatik tezgahların operasyon noktaları, uygun şekil ve nitelikte koruyucu içine alınır ve bu sayede çevreye sıçrayacak parçaların kişilere zarar vermesi önlenmiş olur. İşçilerin kayış veya aynayı tutarak elle fren yapmaları istenmeyen bir

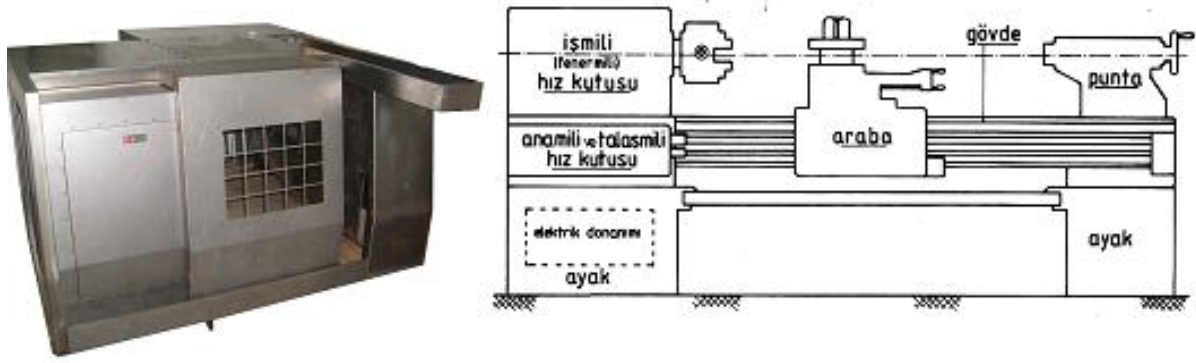
durumdur. Aksi halde herhangi bir uzuvlarını ya da kıyafetlerini aynaya takarak kaptırabilirler. Bu amaçla kayış ve ayna kısımlarını saracak şekilde koruyucu aparatlar imal edilir. Bu aparatın üzerine yerleştirilen bir switch mekanizması ile bu kapak kapanmadan çalışması engellenir.



Şekil 4.4 Bir üniversal torna ve saydam hareketi koruyucusu

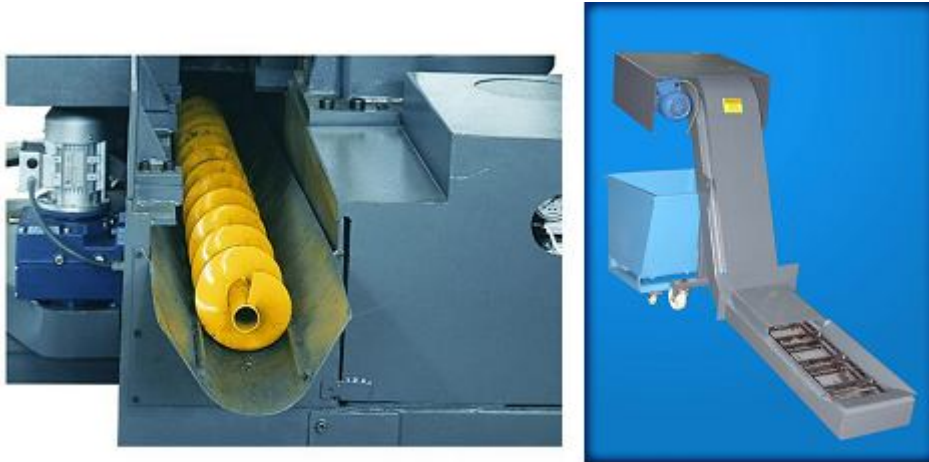
Geçit ve ara yollara bakan tezgahlarda talaş fırlamalarına karşı gerekli önlemler alınmalıdır. Bu tip tezgahların üzerine konulan koruyucuların dışında, çevrelerine de koruyucu paravanlar konulması çevrede bulunan kişilerin tezgahtan kopabilecek bir parçadan etkilenmelerini önleyecektir. Rovelver ve otomat tezgahlarında çubuk halinde olan malzemeler, uygun koruyucu içine alınarak işlenmesi gerekmektedir. Bu malzemelerin üzerini kapatacak şekilde koruyucular yapılır.

Ağaç tornalarında, önlem uzun parçaların işlenmesinde, parçanın gevşeyerek fırlamasına karşı, gerekli koruyucu önlem alınacak, kundura kalıbı, ökçe ve tahta topuk gibi parçaların işlenmesinde, döner kalemlerin temas eden kısımları hariç diğer kısımları uygun koruyucu içine alınır. Şekil 4,5 ve 4,7’de torna tezgahının yapısı ve ayarlanabilir koruyucusu görülmektedir.



Şekil 4.5 Torna tezgahı ve ayarlanabilir koruyucusu

CNC torna tezgahlarındaki talaş konveyörü de tezgahlarındaki kesicinin iş parçasından çıkardığı talaşların etkili bir şekilde tezgahtan dışarı atması ve temiz bir çalışma ortamı sağlaması amacıyla tasarlanmıştır. Bu amaçla talaş konveyörü (chip conveyor) kullanılır. Talaş konveyörü kontrol ünitesinde bulunan butonlar kullanılarak (talaş konveyörü ileri talaş konveyörü geri ya da program içerisinde verilecek kodlara bağlı olarak çalıştırılabilir.). En yaygın olarak yürüyen bant konveyörü ve dönen bant konveyörü sistemleri kullanılır. Bazı tezgahlarda talaş konveyöründe zaman rölesi de bulunmaktadır. Bu zaman rölesi ayarlanan zamanda konveyörün çalıştırılmasını sağlayarak operatörün müdahalesi olmadan talaşların dışarı atılmasını sağlar. Bu şekilde talaşa temas yoluyla oluşabilecek bir kesik ya da yaralanma durumu önlemiş olur. Şekil 4,6’da talaş konveyörleri görülmektedir.



Şekil 4.6 Talaş konveyörü

Otomatik kapı da CNC torna tezgahlarında güvenlik amacıyla tasarlanmış bir diğer düzendir. Bu düzende kapının açık ya da kapalı olduğu bir switch ile kontrol ünitesine iletilir. Kapı açık olduğunda tezgahta otomatik pozisyonda çalışmaz. Eğer çalışırken kapı açılırsa tezgah durur. Ancak günümüzde CNC tezgahlarda otomatik kapı (automatic door)

standart olarak bulunmaz. Ayrıca istenilmesi gerekmektedir. Otomatik işleme başlatma tuşuna (cycle start) tuşuna basıldığında bu kapı kendiliğinden kapanır. Parçanın işlenmesi tamamlandığında ise açılır. Çalışma anında açılmaz. Çubuk Sürücü CNC torna tezgahında çubuktan parça işlenmesinde parçanın çubuk sürücü bir düzende sürülmesi kolaylık sağlamaktadır. Çubuk sürücü (barfeeder) programda yer alan çubuk sürme komutuna bağlı olarak çalışır. Parça Tutucu CNC torna tezgahında çubuktan işleme yapılıyorsa kesilen paçalar tezgahın içine ya da konveyöre düşecektir. Bu istenilmeyen durumu ortadan kaldırmak için parça tutucu (part catcher) kullanılır.



Şekil 4.7 Torna tezgahı hareketli koruyucu ile aydınlatma elemanı

4.1.2 Preslerde Güvenlik

Atölyelerde kullanılan makineler içinde en çok kaza yapılanlardan birisi preslerdir. Bu yüzden güvenlik parametresinin öne çıktığı ve yeni güvenlik düzeneklerinin düşünülmesi gerektiği makinelerden biri de preslerdir. Preslerde işçinin, prese mal sürerken elini kalıpların arasına kaptırması sık rastlanan bir tehlikeli durumdur. Bu tehlikeli durumun oluşmaması için, presi üreten firmanın, presin tasarım aşamasında göz önüne alması ve tasarımda değişiklikler yapması bir zorunluluktur. Şekil 4.8’de bir pres üzerindeki koruyucular ve caydırıcı işaretler görülmektedir.

Presin azami stroku 8 mm’den fazla olmayacak şekilde ayarlanabilmeli ve işçinin bu ayarı bozma olasılığı ortadan kaldırılmalıdır. İşçinin eli bu dar araya sığamayacağı için, kaza ihtimali de önlenmiş olur.

Presin çalışması, çift el kumandası ile yapılmalı, yani presi çalıştıran işçi iki eli ile ayrı

düğmeye veya kola kumanda etmeden makineyi çalıştıramamalıdır. Böylece işçinin elini makine içerisindeyken, unutarak makineyi çalıştırabilmesi önlenmiş olur.



Şekil 4.8 Pres ve üzerindeki koruyucular ve caydırıcı işaretler

İşçi, el veya ayak kumandası ile presin koçuna sinyal gönderildiğinde, koç aşağı inmeden önce, makinenin operasyon bölgesinin, elin girmesini önleyecek koruyucu bir siper/perde içine alınması sağlanır. Koç hareket ettiği anda siper kapanır. Bu andan itibaren işçinin işlem alanına ulaşması engellenmiş olur.

İşçi, el veya ayak kumandası ile presin koçuna sinyal gönderdiğinde, koç aşağı inerken araya el girerse, otomatik olarak makineyi durduran bir emniyet kenarı sistemi devreye girer. Koruyucu siperin alt kenarına boydan boya geçirilecek bu aparat sayesinde kendiliğinden kapanan koruyucu siper ele temas etmesi ile birlikte bir switch devreye girer ve makine durdurulur.

Motorlu çalışan preslerde kalıp bağlanmadan önce, motor durdurulacak, uzaktan hareketi sağlanan hidrolik ve pnömatik preslerde ise, kalıp bağlanmadan önce, basınç bağlantısı kesilecek ve pres başlığı ile tabla arasına yeteri sağlamlıkta takozlar konacaktır. Böylece kaza ihtimali önlenmiş olur.



Şekil 4.9 Çeşitli pres tipleri (Eksantrik ve hidrolik)

İşe uygun olarak alt ve üst kalıbın çalışma açıklığı ayarlanacak biçimde olmalıdır. Açık kalıpla çalışan preslerde, işçinin elinin girmemesini sağlayacak kendinden kapanan ya da açılır kapanır koruyucular yapılmalıdır. Şekil 4.9'da çeşitli pres tipleri görülmektedir (Eksantrik ve hidrolik)

El ve parmak koruyucuları, kalıp hareketli tehlikeden önce çarpma veya itme suretiyle gerekli uyarıyı yapacak şekilde veya belirli bir seviyeye inmeden önce pres başlığının hareketine engel olacak şekilde yapılmalıdır.

Büyük parçaların işlendiği ağır presler ile enjeksiyon ve püskürtme preslerinde, fotosel düzeni bulunacak veya tamamen kapanmadıkça harekete engel olan sürgülü, kontaklı veya mekanik engelli kapaklar yapılır.

Çalışma anında parça fırlamasına karşı, preslerin çevresine uygun siperler yapılır. Pedalla çalışan preslerde, pedal üzerine, koruyucu konulur. Bu sayede işçinin pedal üzerine bir ağırlık koyarak pedalı sürekli açık durumda tutabilmesi önlenmiş olur.

Hidrolik veya hava basıncı ile çalışan preslerde, basınç borusunun görünür bir yerine bir manometre ve emniyet supabı konur. Basınç manometresi elektronik bir devre ile emniyete alınmıştır. İşlem süresi hesaplanarak, işlem sırasında hareketli koruyucuların kapalı tutulması, iş bitiminde otomatik olarak açılması sağlanır.

Hidrolik presler dışında diğer preslerin pres başlığının hareketini istenilen yerde tutacak fren düzeni bulunur ve her presin kolay erişilebilir bir yerinde ayrı kumanda düzeni olur.

Pres kalıplarının kenarları ve köşeleri keskin bırakılmayacaktır. Bu şekilde oluşabilecek

kesiklerin önüne geçilebilir.

El ve kolları korumak imkanı bulunamayan hallerde, uygun kişisel koruyucular yapılır ve işçilere kaskaç veya maşa gibi aletler verilerek mekanik veya pnömatrik iş çıkarma veya fırlatma düzeneği yapılır.

Preslerde Lazer Güvenlik Sistemi

Gelişen teknolojiyle beraber preslerde de elektromekanik uygulamalar yaygınlık kazanmaktadır. Bunların bir tanesi de Lazer güvenlik sistemidir. Bu sistem bıçağa doğrultulmuş görülen bir çizgisel lazer ışını olarak çalışır. Yatay tabaka (plate) de bıçağın ucundan 9mm mesafeye yerleştirilir. Lazer bıçakla hizalanmıştır, yani bıçağın yatağa hareket etmesiyle lazerde yatağa doğru hareket eder. Eğer ışın kesilirse bıçak veya yatak anında durur ve ters istikamette ilerler. Bıçak ışınla çakışamaz. Böylelikle çalışma sırasında güvenlik maksimum seviyede tutulmuş olur.

4.1.3 Şahmerdanlarda Güvenlik

Atölyelerdeki şahmerdanlar da prensipte preslerle aynı tehlikeli hareketlere sebep olurlar. (Sıkıştırıcı, ezici). Şahmerdanların tasarımında da aşağıdaki önlemler göz önüne alınır.

Şahmerdandaki ayak pedalının üzerine koruyucu siper konulur. Aynı şekilde pedal kolları da uygun şekilde kapatılmış olmalıdır. Şekil 4.10'da şahmerdan pedalı ve sabit, hareketli koruyucuları görülmektedir.



Şekil 4.10 Şahmerdandaki sabit ve hareketli koruyucular ve ayak fren düzeneği

Çalışma sırasında parça fırlamalarına karşı şahmerdanın etrafına paravanlar konulması da bir diğer önlemdir. Ayrıca şahmerdanda kullanılan kalıplarlar tasarlanırken tabladan dışarı

taşacak şekilde olmamalarına dikkat edilir. Kullanılan kalıpların köşelerinin sivri, kenarlarının keskin olmaması bir diğer önlemdir. Aksi takdirde kesikler oluşabilir.

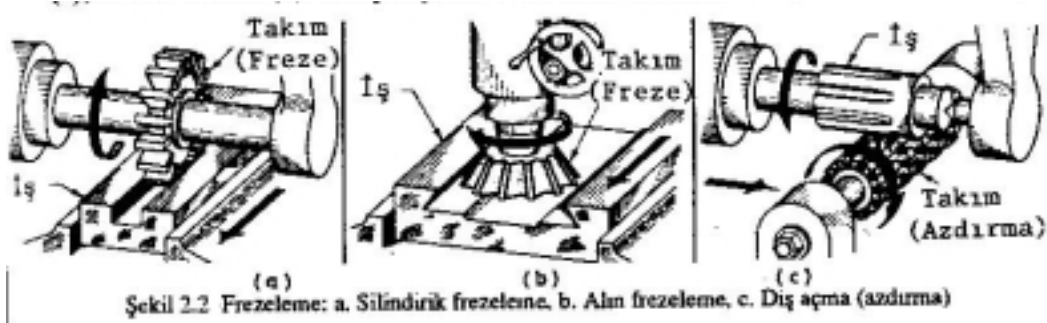
Onarım ve kalıp bağlama sırasında piston ile plate arasında, ani hareketler oluşabilmektedir. Bunun önlenmesi amacıyla engel olacak takozlar konulur.

Buhar veya hava basıncı ile çalışan şahmerdanlarda, daimi çalışır durumda emniyet supabı, stop valfları, basınç düşürme vanaları veya otomatik regülatörler bulunur. Buharlı şahmerdanlarda boşaltma (blöf) musluğu bulunur ve buhar boruları, iyice izole edilir. Aksi takdirde yanıklar oluşabilir.

Şahmerdanlarla çalışma sırasında, parçanın bir elle tutulduğu ve diğer elin boşta kaldığı durumlar söz konusudur. Bu durumda, ayak pedalı yerine el kumandası yapılması hatta her iki elin boşta kaldığı haller düşünülerek, çift el kumandası uygulanması çözüm olur.

4.1.4 Freze Tezgahlarında Güvenlik

Şekil 4.11'de görüldüğü üzere freze işlemi dönme ve kesme hareketlerinin beraber görüldüğü işlemlerdir. Bu yüzden frezeler hem yaralanma tehlikesinin hem de talaş fırlama olasılığının yüksek olduğu tezgahlardır. Freze tezgahında alınan güvenlik önlemleri şu şekilde sıralanabilir:



Şekil 4.11 Freze İşlemi

Parçadan talaş kaldırma işlemi sırasında etrafa sıçrayan talaşların operatöre gelmemesi için fiberglastan siperlik şeklinde bir koruyucu tasarlanır.

Tablanın panelden otomatik olarak yukarı kaldırılması işlemi sırasında operatöre yükseltme kolunun çarpmaması için kolun yerinde olmadığını algılayabilecek bir sensor ve switch konulur. Bu şekilde işçinin bir darbe alması önlenmiş olur. Şekil 4.12'de yükseltme kolu görülmektedir.



Şekil 4.12 Freze yükseltme kolu

Planya ve vargel tezgahlarının etrafındaki boşluklar, 60 santimetreden az olmayacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu açıklığın sağlanamadığı veya hareketli tablanın üzerine konan işin tabladan taşıdığı hallerde, tezgahın her iki başı uygun korkuluklarda korunacaktır.

4.1.5 Makaslarda Güvenlik

Makas tezgahları çalışma tipleri itibariyle sıkıştırma ve kesme işlemleri görülen ve tehlike yaratan makinelerdir. Bu yüzden makas tezgahı gibi kesici, delici ve yarıcı bıçaklı tezgahların tasarımında, aşağıdaki önlemlerin alınması gerekliliği vardır.

Makas tezgahlarında, kesilen parçanın düştüğü taraf iş sahasına bakmayacak şekilde tasarlanır ve fırlayacak parçalara karşı, koruyucu engel bulunur.



Şekil 4.13 Giyotin makas

Madeni levha ve saç kesme makaslarının ağızına, bıçak boyunca devam eden koruyucu bir lama konulur, kesme işinin görülmesi gereken hallerde, lamada delikler açılır ve kesilen malzemenin kalınlığına göre ayarlanabilecek şekilde yapılır. Saydamlığın sağlanması için bu

lama şeklindeki koruyucunun saydam sert plastikten (fiberglas) imal edilmesi de bir seçenektir. Şekil 4.13 ve 4.14’te giyotin makaslar görülmektedir.

Çift taraflı çalışan tezgahlarda bıçak koruyucusu, her iki tarafa yapılır. Mukavva ve madeni levha gibi malzemelerin kesilmesinde kullanılan köşe kesme tezgahlarında, koruyucular köşeli yapılırlar. Bu sayede malzemelerin koruyuculardan geçmesi sağlanır ve operatör işlem sırasında malzemeyi tutmak veya döndürmek zorunda kalmaz.

Kağıt ve benzeri malzemeyi kesmekte kullanılan ve otomatik olarak malzeme verilmeyen giyotin makaslarda, çift el kumanda düzeni bulunur, tezgaha tek el ile malzeme verilmesi gereken hallerde, öteki el, devamlı kumanda düzeni ile meşgul olmalıdır. Ayak pedallı giyotin makaslarda, çift el, malzeme verecek şekilde bıçağın ağzından uzakta tutulmalı veya bıçak harekete geçtiği sırada, işçinin elini dışarı itecek düzener veya el tehlikeli bölgede iken, bıçak hareketini durduracak fotosel düzeni bulunur.

Otomatik giyotinli makaslar dışında mekanik güçle çalışan diğer makaslarda, durmayı sağlayacak frenlerden başka, bıçağın hareketsiz anında ani düşmeyi önleyecek ayrı bir emniyet freni veya düzeneği uygulanır



Şekil 4.14 Makas tezgahı

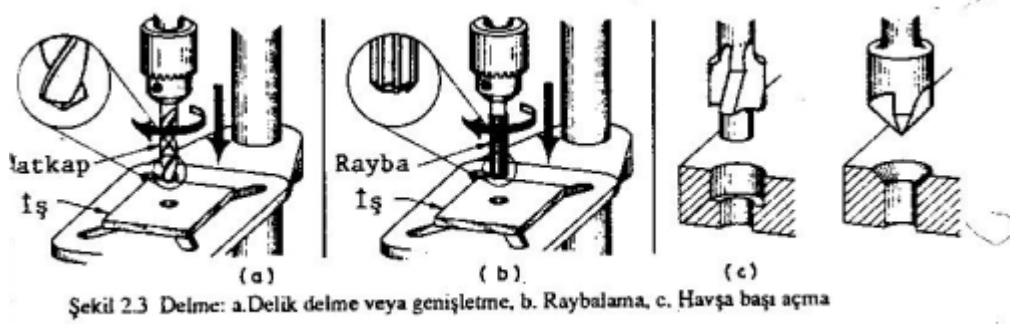
Lastik doğrama tezgahlarında bıçaklar, tel kafes veya delikleri 6 milimetreden geniş olmayan saç koruyucularla örtülürler. Bu sayede işçinin parmaklarının koruyucudan geçerek işlem haline girmesi önlenir.

Gıda maddeleri, deri, kauçuk, kumaş ve benzeri madeni olmayan malzeme kesen daire bıçaklı kesme tezgah ve makinelerindeki bıçaklar, uygun bir koruyucu içine alınır ve kesilecek malzeme sürülürken koruyucunun kesme ağzına gelen kısmı, dokunma ile kendiliğinden açılır veya elle ayarlanabilir şekilde yapılır. Elle ayarlanabilecek koruyucularda makas ile arasındaki açıklık 6 milimetreden fazla olmaz. Bu sayede elin aradaki boşluktan gresi

engellenmiş olur. Oluşabilecek tehlikeler minimum düzeye çekilir.

4.1.6 Matkaplarda Güvenlik

Matkap tezgahları, kesme ve delme işlemi yapması sebebiyle tehlikeli durumlara yol açabilen makinelerdir. Matkaplarda çalışılırken oluşabilecek tehlikeler; işlem sırasında sıçrayan çapakların ya da kırılabilir matkap ucunun operatöre ya da çevresindekilere zarar vermesi, işlenen parça sabitlenmemişse parçanın operatörün eliyle beraber savrulması veya operatörün elinin ya da eldiveninin matkaba yakalanma olasılığı olarak sıralanabilir. Şekil 4.15’de matkaplarda tehlike yaratan delme işlemi görülmektedir. Bu tehlikelerin giderilmesi matkap tezgahlarında için şu yapısal özellikler uygulanır.



Şekil 4.15 Matkaplarda görülen tehlikeli hareketler

Her çeşit matkap tezgahında işlenen parçanın, iş sırasında takımla beraber dönmesinin önlenmesi için matkaba uygun şekilde bağlanmasını sağlayacak aparatlar veya mengenerler tasarlanmıştır. Şekil 4.17’de matkap mengenesi görülmektedir.



Şekil 4.16 Matkap Tezgahlarında talaş haznesi ve hareketli koruyucu.

Döner tablalara bağlanan parçaların çıkıntılı kısımları, işlem sırasında dönüp yaralayıcı etki oluşturmaması için uygun şekilde koruyucu içine alınır.

Parça işlenirken, kesici takım ağzında bulunan talaşlar temizlenmemelidir. Aksi takdirde kesikler oluşabilir. Sıçrayan talaşlar çevredeki kişilere zarar verebilir. Talaşların toplanabilmesi için matkabın alt tarafına bir tabla tasarlanır ve soğutucu sıvı ile talaşların sıçramasına karşı, ayarlanabilir hareketli koruyucular yapılır. Şekil 4.16'da matkap tezgahındaki talaş haznesi ve hareketli koruyucusu görülmektedir.



Şekil 4.17 Matkap mengersi

3.1.7 Merdanelerde Güvenlik

Merdane, silindir ve hadde tezgahları içeri kapıcı hareketlerin görüldüğü tezgahlardır. Bu nedenle de güvenlik açısından tehlike oluşturan makinelerdir. Merdane, hadde gibi tezgahların tasarımında alınan önlemlerden bahsedilirse;

Saç kıvrırma ve şekillendirme, tekstilde kullanılan emprime baskı ve sıkma, madeni olmayan maddeleri ezme, deri üzerine baskı kabartma ve matbaa baskı işleriyle bunlara benzer işlerde kullanılan makine ve tezgahlarda; silindir ve merdanelerin iş verme ağzına sabit ve ayarlanabilir uygun bir koruyucu konur. Ayrıca bu tezgahlarda çift el kumanda düzeni bulunur. Bunlardan bir tanesi makineyi tek başına harekete geçiremeyecek şekilde yapılır. Şekil 4.18'de merdane ve hadde ağzlarında bulunan koruyucular görülmektedir.

Metal çubuk, profil ve lama çeken hadde tezgahları önüne çıkan malzemenin kıvrım ve hareketlerine karşı kapalı kanallar yapılır. Bu sayede haddeye giden parçaların çevredeki kişilere çarpması engellenmiş olur. Malzeme çekilen alanın etrafında, çalışanlardan başkasının girmesini önlemek için, parmaklık veya korkuluk yapılır.

Merdaneli çamaşır sıkma makinelerinde besleme tablası veya bandı yapılır, ilk besleyici merdanenin önüne, boydan boya geçen bir çubuk veya koruyucu konacak ve bu çubuk veya

koruyucuya el dokununca makine durur veya merdanelerin arası açılır.



Şekil 4.18 Merdane ve hadde koruyucuları

Merdaneli çamaşır kolalama tezgahlarında iş verme ağzı, uygun bir kapakla örtülmüştür ve besleme tarafına boydan boya geçen bir çubuk konulmuştur. Bu çubuğa el dokunduğu anda makine durur.

Ütü makinelerinin yanmaya ve sıkışmaya karşı, uygun koruyucuları ve baskı merdanelerini örten kapakların çalışma anında açılmasını önleyecek kilitleme düzeneği bulunur. İlk merdanelerin önüne, boydan boya bir çubuk konur ve merdaneli çamaşır makinelerinde olduğu gibi, dokunulduğunda tezgahı durduracak bir switch ile güvenlik sağlanır.

Plastik, kauçuk ve benzeri ile bunların karışımlarının hazırlanmasında kullanılan silindirik tezgahlarda, ilk merdanelerin üst yüksekliği, çalışma tabanından en az 115 cm. olmalıdır. Bu şekilde çalışan kişinin uzuvlarını merdaneye kaptırması önlenmiş olur. veya silindirleri bu yükseklikte olmayan tezgahlara, uygun çubuk koruyucular konacaktır. Bu koruyucu çubuk veya halatlar, silindiri boydan boya kat edecek ve dokunulduğu tezgah duracak veya ters yöne dönecek ve işçinin boyuna göre ayarlanabilecektir. Bu düzenin iyi işler durumda tutulması önemlidir.

Kağıt imal tezgahlarında, çuha kaplı merdane ile kurulucu merdane arasından beslemenin el ile yapıldığı sunumlarda, bu iki merdane arasındaki mesafe 11 cm. den az olmamalıdır. Aksi takdirde oluşabilecek bir kağıt sıkışması durumunda işçi elini araya sıkıştırabilir. Kağıt kalenderlerinde, hamurun ilk silindirlere verildiği besleme plate'i konur. (Şekil 4.19).

Her merdane çiftinin arasına kapılmayı önlemek üzere, saç, boru veya lama ve benzeri koruyucular yapılmıştır. Saçtan olan koruyucular, merdane çiftinin içe dönen yüzeyini boydan boya kavisli olarak örtecek şekilde ve bir yay ile veya kendi ağırlığı ile diğerinin kapma bölgesinin yakınına gelecek şekilde yapılır. Boru ve çubuk koruyucular ise merdane boyunca ve döner şekilde yapılırlar.

Deri açkı makinelerinde ve silindirlerinde, tezgahın önünde tel kafesli koruyucu bulunur ve bu

örtü, makine durmadan açılmayacak şekilde emniyet şalterine sahiptir.



Şekil 4.19 Kağıt kalenderlerinde koruyucular ve besleme plate'i

Yıldız baskı tezgahlarında havagazı ile yapılan ısıtmada, çıkarma kutularının yan taraflarında el boşlukları bulunur, tezgah durduğu zaman, pilot bekten başka, diğer bekler söner ve tezgahın tekrar çalışması halinde pilot alev, diğer bekleri otomatik olarak yakar.

Rotatif baskı makinelerinde çinkograf silindirin açık yüzü, menteşeli metal bir koruyucu ile örtülür, bu şekilde kırılma halinde, çinko parçalarının etrafa saçılması önlenmiş olur.

Mürekkep mekanizmasında, hareketli kısımlara dokunmayı önleyecek ve mürekkep sisinin yayılmasına engel olacak, kolay ayar edilebilecek ve değiştirilebilecek şekilde yapılmış uygun koruyucular tasarlanır.



Şekil 4.20 Rotatif baskı makinesi

Rotatif baskı makineleri ayrı bir motorla çalıştırılır ve iş alanından uzağa konan düğmelerle kontrol edilir. Düğmelerin bir tabloda toplandığı hallerde, tablo tamamen kapalı olmalı ve makine harekete geçirilirken ışıklı veya sesli uyardıyı yapacak bir tesisat bulunacaktır.

Makine ve tezgah altındaki yağlama, onarım ve ayar çukurlarının derinliği en az 120 cm.

olması gerekir. Bu şekilde bir insan rahatlıkla makinenin altında çalışabilir. Şekil 4.20’de rotatif baskı makineleri görülmektedir. Ayrıca rotatif baskı makinelerinin makas disklerine koruyucu yapılıdır ve bunlarda toz emme düzeni bulunur.

Endüstriyel anlamda yüklü miktarda çamaşırın bulunduğu hastane, otel gibi işletmelerde kullanılmak üzere tasarlanmış merdaneli silindir çamaşır ütüleme makinesinde emniyet parmak koruyucusu bütün yüzey boyunca yerleştirilmiş olup, dokunulduğu anda makineyi durdurur. Makinenin tekrar çalışması için start butonuna basılmalıdır. Tüm kontroller kullanım kolaylığı açısından makinenin ön tarafına yerleştirilmiştir. Şekil 4.21’de bir silindir çamaşır ütüleme makinesi görülmektedir.



Şekil 4.21 Silindir çamaşır ütüleme makinesi

Isıtılmış merdane dikişsiz çelik borudan imal edilip çok iyi bir şekilde taşlanıp polisaj edilmiştir ve üzerinde herhangi bir çıkıntı bırakılmamalıdır. Basit konveyör sistemi yapılarak çamaşırların emniyetli bir şekilde basınç merdaneleri arasına verilmesi sağlanabilir. Çamaşırların verilip alınmasını kolaylaştırmak ve kirlenmesini önlemek için giriş ve çıkış tablaları düzenlenmiştir.

4.1.7 Testereelerde Güvenlik

Testere tezgahları kesme işlemi yaptıklarından açık tehlike oluşturan makinelerdir. Kesiklerin yarıkların, uzuv kayıplarının, hatta ölümlle sonuçlanabilecek yaralanmaların görülebildiği makinelerdir. Bu yüzden testere tezgahlarının tasarımında güvenlik önemli bir yer tutmaktadır ve bu alanda yapılan çalışmalar gitgide çeşitlenmekte ve artmaktadır. Bunların bazıları sıralanacak olursa;

4.1.7.1 Şerit Testereelerde Güvenlik

Şerit testerenin alt ve üst kasnak arasında kalan kısımları uygun nitelik ve sağlamlıkta menteşeli kapaklarla örtülür, alt ve üst kasnaklar da, yandan ve üstten tamamen örtülecek şekilde koruyucu içine alınır ve kesme yerinde, kapağın alt kısmı, kesilecek parçanın kalınlığına göre ayarlanabilir şekilde tasarlanır. Bu sayede işçinin kesme alanına ulaşması

engellenmiş olur. Bunun yanı sıra soğutma suyu ile kesilen parçalardan kopan talaşların da etrafa sıçraması önlenmiş olur.

Şerit testereleler daima gergin tutulabilmeleri için kasnakla veya bir germe düzeneği ile ayarlanabilecektir. Şekil 4.22’de bir şerit testere görülmektedir.

Mekanik güçle çalışan hazarlarda, gidip gelme hareketlerinin uç noktaları, sabit yerler ile arasında en az 120 santimetre açıklık bulunacak şekilde tasarlanmalıdır (bu açıklık bir insanın sığabileceği mesafedir)ve testerenin uç noktaları korkuluklar içine alınır.



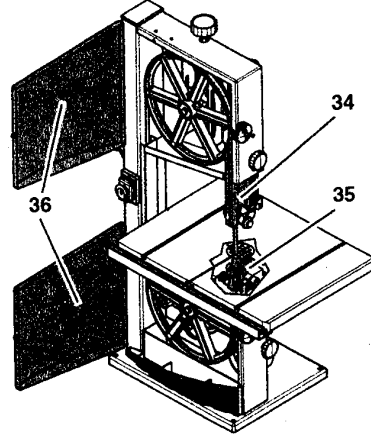
Şekil 4.22 Şerit testere

Sawstop firmasının geliştirmiş olduğu ve firmanın adını verdiği üründe şerit testere tezgahında testere üzerine yerleştirilmiş bir sensor, testerenin temas ettiği cismin yoğunluğunu hissetmekte ve bir switch yardımıyla şeffaf siperliğe komuta etmektedir. Bu şekilde siperlik aniden inmekte ve parmağın testere ile temasını önlemektedir.

Aynı şekilde şerit testere tezgahlarına acil durdurma ayak pedalı da düşünülmüştür. Bu sayede operatör makineyi acil durdurmak istediğinde dizi ile acil durdurma butonuna basar ve makine aniden durur.

Şekil 4.23’te görüldüğü gibi üst bıçak koruyucusu (34) testere bıçağıyla kaza ile temasa ve talaşların fırlamasına karşı koruma sağlar. Üst bıçak koruyucusunun şerit testere bıçağıyla temasa karşı yeterli koruma sağlaması için, koruyucunun mümkün olduğunca iş parçasına yakın (en fazla 3 mm mesafe) yerleştirilmesi gerekir. Alt bıçak koruyucusu (35), testere tablasının altında şerit testere bıçağıyla kaza ile temasa karşı koruma sağlar.

Yuva kapakları (36) makinenin içindeki döner parçalarla temasa karşı koruma sağlar. Yuva kapakları interlok kontaklarla donatılmıştır. Bu kontaklar, testere çalışırken yuva kapağı açıldığında motoru kapatır.



Şekil 4.23 Şerit testere tezgahı koruyucuları

4.1.7.2 Daire (Tepsi) Testere Tezgahlarında Güvenlik

Bir merkeze göre eşit uzaklıktaki dişleri ile dönerek kesme yapan kesicilere daire testere levhası veya kısaca daire testere denir. Bir yüzü ve bir kenarı temizlenmiş iş parçalarının genişlik ve boylarını çıkarmak işlemlerini gerçekleştiren makinelerdir. Bu testereler kullandıkları makinelere göre çeşitli ölçü ve kalitede işlenecek malzemenin cins ve yönlerine göre de değişik diş biçimlerinde olurlar

Daire (tepsi) testere tezgahları kesme hareketinin görüldüğü makineler olduğundan güvenlik kavramı öne çıkmaktadır. Herhangi bir kaza ve yaralanma ihtimaline karşın daire testere tasarımında alınan önlemler şu şekilde sıralanabilir.



Şekil 4.24 Değişik daire testere tipleri

Daire testere tezgahlarında, çalışma tablasının yerden yüksekliği 85-90 santimetre olarak yapılır. Bu yükseklik insani çalışma koşulları için en ideal yüksekliktir.

Daire testerenin üstü ve etrafı, mafsallı ve kesilecek parçanın dokunması ile açılabilen bir koruyucu ile örtülür ve testerenin tabla altındaki kısmı da korunur. Şekil 4.24'te değişik daire testere tipleri görülmektedir.

Uzun parçaların kesildiği tezgahlarda, sıkışmayı önlemek için, malzeme giriş yoluna ayırıcı bir bıçak veya kama yerleştirilir ve el ile iş verilen tezgahlarda, kısa parçaları veya kesilmesi biten uzun parçaları itmek için, kayar takozlar tasarlanarak besleme tezgahına yerleştirilir.

Daire testere tezgahlarında kullanılan ayırıcı bıçaklar, testere diş genişliğinden dar ve testere gövdesinden kalın olarak tasarlanır ve tabla üzerinden yüksekliği 5 santimetreden az olmaz, testere yüksekliğinden 2 milimetre aşağıda bulunacak şekilde ve testereye 3 milimetre açıklıkta kavisli bir şekilde yapılır.

Kalas biçen büyük testereli tezgahlarda, operatörün önüne tel korkuluk ve daire testerenin üstüne, ayarlı bir siper konulur. Çift testereli tezgahlarda, parça sıkışmasına engel olacak şekilde uygun ayırıcılar eklenir.

Sürekli odun kesen daire testere tezgahlarında, testere üzerine tabladan 15 santimetre yükseklikte 3 milimetre kalınlıkta saç veya 4 santimetre kalınlıkta tahtadan yapılmış bir koruyucu konulur.

Sarkaç (Üstten mafsallı) testere tezgahlarında koruyucu eteği, testerenin ekseninden aşağıya kadar uzanacak şekilde yapılır, yanları menteşe kapaklı olarak yapılır, testere, geri çekilme durumunda ve kesmez vaziyette iken de alt kısmı bu şekilde korunmuş olmalıdır. Testerenin önden tablayı aşması bu şekilde önlenmiş olur.

Demir testere tezgahlarında soğutucu sıvı kullanıldığı hallerde, bu sıvıların sıçramasını ve dışarı taşmasını önleyecek siper yapılır veya testere çevresine koruyucular konulur. Şerit ve demir testere tezgahlarında testerelerin koruyucuları testerenin çevresini çepeçevre saran koruyuculardır. Aynı zamanda koruyucuyu kapatmadan testerenin çalıştırılmamasının sağlanması gereklidir. Koruyucu ile elektrik devresi arasına bir bağlantı yapılarak bu sağlanabilir.

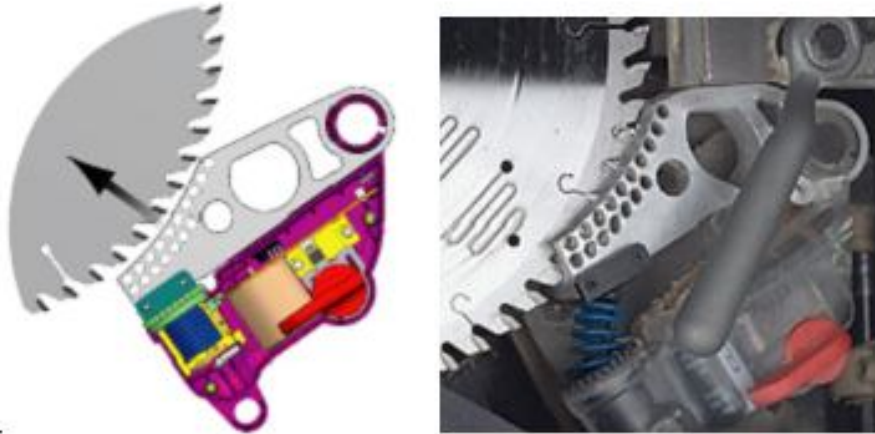
Ayrıca sıcak parçaların kesildiği demir testere tezgahlarında sıçrayan kıvılcım ve parçalara karşı en az 3 mm. kalınlığında saç koruyucular yapılır ve tezgahın uzaktan kumanda düzeneği oluşturulur.

Kollu demir testere tezgahlarında tehlikeli hareketli kısımlar, çepeçevre korunur ve kesilecek

parça, sağlam olarak bağlanır

4.1.7.3 Sawstop (Testeredur) Düzeneği

Bunun yanı sıra “Sawstop (testeredur)” firmasının tasarladığı ve firmanın adını verdiği özel bir sistem bulunmaktadır. Bu sistemde bulunan hassas bir sensor vasıtasıyla testerenin aniden durması ve tezgahın altına düşürülmesi sağlanmaktadır. Bu sensor testerenin kestiği maddenin yoğunluğunu hissederek testerenin özel bir aparatı devreye sokar. (Şekil4.25’te görülen) Bu aparat hızla testerenin dişlerine saplanır ve testerenin durmasını sağlar. Testerenin dişleri arasına giren bu aparat ve testereyi tutar ve çekerek tezgahın altındaki yuvaya düşmesini sağlar. Bu sayede tahta veya metal işleyen testerelede kaza ile işçinin parmağı, eli vb. gibi bir uzvu testere ile temasa geçerse, testere otomatik olarak durmaktadır. Bu sistem sayesinde parmak kopmalarına sebep olabilecek durumların çok küçük sıyrıklarla atlatılabilmesi mümkün olmaktadır.



Şekil 4.25 Daire testerenin kestiği cismin yoğunluğunu hissederek aniden durduran Sawstop (Testeredur) adlı sistem

4.1.8 Ağaç İşleme Tezgahlarında Güvenlik

Ağaç işleme tezgahları kesici ve delici hareketlerin görüldüğü ve kazaların meydana geldiği makinelerdir. Ağaç işleme tezgahlarının tasarımında aşağıda sıralanan şu önlemler alınmıştır.

Ağaç işleme tezgahlarının motoru durduğunda, hareketi de durduracak bir fren düzeneği bulunur. Frensiz tezgahlarda kesici takımın değiştirilmesi sırasında, hareketi engelleyecek ayrı bir kilit düzeneği yerleştirilir.

Sürekli çalışan, toz ve talaş çıkaran tezgahlara, uygun aspirasyon tesisatı yapılır. Biçme sırasında çıkan talaş ve tozun yerde birikmesi ve işyerine dağılması önlenir. Aksi takdirde bu talaşlar solunun sisteminde yaralanmalara sebep olurlar.

Yatay bıçak merdaneli planya (kalınlık) tezgahlarında bıçağın takıldığı kanal 13 milimetreden, tabla ile bıçak merdanesi (frezesi) arasındaki boşluk 3 milimetreden fazla olmayacak şekilde yapılır. Bu sayede merdanelerin arasına parmak girmesi ya da giysinin kapılması olasılığı azaltılmış olur.

Bıçak merdanesinin üzerine, enine ve yüksekliğine ayarlanabilen özel koruyucular konulur ve bıçaklar, tabla altında tehlikeli olduğu için, bıçak merdanesi içine tam olarak girebileceği bir koruyucu içine alınır.

Otomatik iticileri bulunan planya tezgahlarında, geri tepme emniyet mandalları bulunur ve bunlar da uygun koruyucu içine alınır.

Kanal oyma ve lamba açma tezgahlarının kalem veya freze bıçakları bağlanan başlıkları, sökülmemesi için tezgaha sağlam bir şekilde tespit edilir ve uygun koruyucularla örtülürler. Madeni koruyucuların bıçaklara yakın yüzleri ahşap kaplı olur. Bu şekilde çarpma durumunda kıvılcım çıkma olasılığı ortadan kalkar.

Besleme merdaneleri, metal lamalar veya çubuklarla koruma altına alınır ve çift taraflı lamba açma ve oyma tezgahlarının besleme zincirleri ile kasnakları, tamamen örtülmüş olarak, sadece işlenecek tahtayı kavrayan yüzleri açık kalacak şekilde tasarlanır.

Katrakların kumanda ve fren düzeni, operatörün bulunduğu platform içinde toplanır ve bu platformun korkuluğu 120 santimetre yükseklikte ve sağlam bir şekilde yapılır. Bu yükseklik operatörün en rahat ulaşabileceği seviyedir.



Şekil 4.26 Tomruk işleme makinesi ve frezesi

Tomruk arabasının, duvar veya tomruk yığınlarından açıklığı en az 80 santimetre olur ve araba raylarının her iki ucuna, yaylı veya pnömomatik tamponlar konulur.

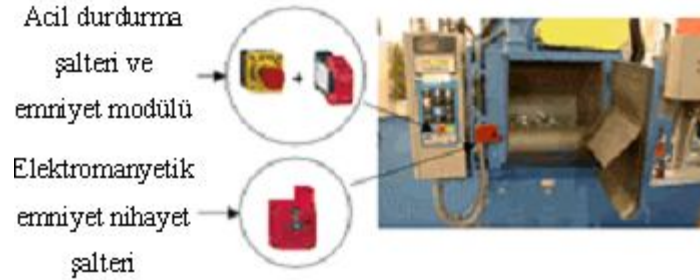
Tomruk arabasının hareket alanı, uygun boru veya korkuluk içine alınır ve tomruk taşıma

merdaneleri, 6 milimetreden ince olmayan saçtan ve 5 santimetreden ince olmayan sert ağaçtan uygun nitelikte yapılmış kapaklarla örtülür ve yüzeyleri pürüzlü ve kıymıklı olmaması sağlanır. Şekil 4.26'da tomruk işleme makinesi görülmektedir.

4.1.9 Yüzey Temizleme Makinelerinde Güvenlik

Yüzey temizleme makineleri iş parçaları üzerindeki çapakların alınmasında kullanılan makinelerdir. Bu makinelerde kapak kapatıldığında merdaneler dönmeye başlar ve aşındırıcı taneler bir valfin akış yolunu açmasından sonra kendi ağırlığı ile içeri akar. İşlenecek parçalarla aşındırıcı taneler birlikte karıştırılır. Bu durumda parçaların etrafa saçılmaları önlenmelidir. İşlem sırasında kapının kapalı kalmasını ve ancak işlem bittikten sonra yeniden açılabilir hale gelmesini sağlayacak bir otomatik kilitleme düzeni konur.

Makine ataleti sebebiyle durdurma komutu verildikten ancak 15 saniye sonra durabilmektedir. Bu durumda makinenin dönen kısmına daha durmadan erişilebildiği vakit operatör için tehlikeli durumlar ortaya çıkar. Bu sebepten dolayı makine kapağına elektromanyetik kilitlemeli emniyet nihayet şalteri konulmalıdır. Böylece dur komutundan sonra makine durana kadar kapak açılmayacak ve kullanıcı korunacaktır.



Şekil 4.27 Yüzey işleme tezgahı güvenlik düzeni

Çözüm için sadece acil durdurma butonu yeterliyken, yüzey işleme makinelerinde acil durdurma butonunun yanında güvenlik modülü de kullanılmalıdır. Bu durumda elektromanyetik kilitlemeli emniyet nihayet şalterinin kontakları da Şekil 4.27'de görüldüğü gibi güvenlik düzenine bağlanmalıdır.

4.2 Taşlama Tezgahlarında Güvenlik:

Taşlama ve polisaj tezgahlarının oluşturduğu tehlikeler ve buna karşılık tasarımda alınan önlemler şu şekildedir.

Zımpara taşları, kırılıp fırlama durumuna karşı gerekli sağlamlıkta yapılır ve taştan fırlayabilecek parçalara karşı, 120° boyunca saran koruyucu içine alınır. Zımpara taşının devir

sayısı, tezgahınkinden fazla olmayacak şekilde yapılmalıdır.

Çalışma sırasında meydana gelecek tozların, çıktığı yerde toplanması, etrafa saçılmaması ve çalışanlara zarar vermemesi için aspirasyon düzeni yapılır.

Bunun yanı sıra zımpara taşı koruyucusu, toz emecek özellikte, yanmazlık özelliğine sahip ve sağlamlıkta (genellikle metelsel ya da sert plastik) malzemeden yapılır. Şekil 4.28’de kuyumculuk sektöründe kullanılan el taşları, koruyucuları ve su haznesi görülmektedir.



Şekil 4.28 Kuyumculuk sektöründe kullanılan el taşları koruyucuları ve su haznesi

Zımpara taşı koruyucusu, milin ucunu, sıkma somununu ve flanşlarını içine alacak teknik gereklere göre zımpara taşının çevresini ve yanlarını kapatacak nitelikte yapılır ve tezgahın gövdesine sağlam bir şekilde cıvata somun bağlantısı ile bağlanır.

Çapı 150 milimetreden büyük olan zımpara taşlarının koruyucuları, çelik saç veya dökümden yapılırlar. Daha küçük çaptaki taşların koruyucuları, yeteri kadar sağlam olmak şartıyla diğer metal veya alaşımlardan ya da plastikten de yapılabilirler. Et kalınlığı 10 mm.den az, çelik döküm veya saç kalınlığı 5 milimetreden az olan koruyucular, çapı 40 santimetre ve genişliği 10 santimetreden daha büyük olan taşlarda kullanılamazlar. Çapı 30 santimetreden büyük ve kalınlığı 12 milimetreye kadar olan ve çevre hızı 70 metre/saniyenin üstünde bulunan kesici taşların koruyucusu 3 ila 6 milimetre kalınlığında çelik saçtan yapılırlar.

Yeni takılan bir zımpara taşı ile koruyucu arasında, çap yönündeki boşluk 40 milimetreden az olur, yan boşlukların her biri (30 santimetre taş çapına kadar) 20 milimetreden ve daha büyük çaplardaki taşlarda ise 25 milimetreden fazla olmayacak şekilde yapılır.

Çalışma sonucu aşınan taşların, koruyucuya nazaran küçülmesi ile taşlama ağzında artan boşluğu ayarlayabilmek için, koruyucunun önünde ayarlı bir kapak tasarlanır ve bu kapak, taşla koruyucu önündeki açıklığı 6 milimetreye indirecek şekilde ayarlanır.

Koruyucunun taşlama ağzı açıklığı, genel olarak 90 dereceden fazla yapılmaz ve koruyucunun üst kenarının yatayla açısı 65 dereceden fazla olmaz.

Yüzey taşlama tezgahlarında, taşlama ağzı açıklığı 125 dereceye çıkarılabilecek durumda olur ve takım bileme tezgahlarında koruyucunun taşlama açıklığı 60 dereceden fazla olmayacak şekilde yapılır.

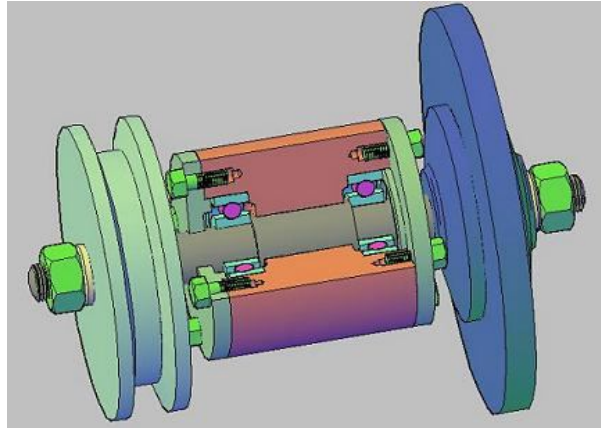
Seyyar zımpara taş aparatları üzerine yapılacak koruyucu tasın çevresini saracak şekilde olur, ve koruyucuda bırakılacak taşlama ağzı 180 dereceden fazla olmayacak şekilde yapılır

Madeni bir kısma yapıştırılmamış veya herhangi bir şekilde mile bağlanmamış zımpara taşları, taşın çapına ve şekline uygun bir flanşla tezgaha takılırlar.

Zımpara taşları, tezgaha takılırken flanşla taş arasına, çapı flanş çapından küçük olmayan kağıt, kauçuk ve deri gibi yumuşak malzemeden yapılmış uygun pullar konulur. Bu sayede taşın fırlaması önlenmiş olur. Bu pullar aynı zamanda sönümleyici etki de yaparlar. Bir zımpara taşının detayı Şekil 4.29'da görülebilir.

Zımpara taşının takıldığı miller savrulmaya karşı mutlaka yataklanmış olarak imal edilirler ve sıkıştırma somunları, dönme yönünde gevşemeyecek, tarzda vidalanırlar.

Elle yapılan taşlama işlerinde, taşlanacak parçanın sabit kalıp fırlamaması için bir üzerine oturacağı bir mesnet veya tabla tasarlanır. Mesnet veya tabla, sağlam ve taşın şekline uyacak tarzda yapılmış olmalıdır ve taşla aralarındaki açıklık 3 milimetreyi geçmeyecek şekilde olmalıdır.



Şekil 4.29 Bir zımparalama taşı detayı

4.2.1 Tel Çekme Makinelerinde Güvenlik

Bir metal malzemenin üzerinde bir veya daha fazla delik bulunan bir takımdan (matris veya hadde) geçirilerek uzatılması tel çekme olarak ifade edilir. Tel çekme tezgahları da bir teli

istenilen çapa indiren tezgahlardır. Genellikle çivi üretiminde kullanılmaktadırlar. Tel çekme makinelerinde istenilen kaynak noktaları ayarlanır ve makine çalıştırılır. Çelik hasır üretim makinesi boy telini, makinenin arkasında bulunan verici kangal tezgahlarından çekip tel doğrultucusundan geçirir. Şekil 4.30’da bir tel çekme tezgahı görülmektedir.



Şekil 4.30 Tel çekme tezgahı

Önceden doğrultulmuş ve belli boya kesilmiş çapraz teli kaynak istasyonunun üstünde bulunan bir sehpadan makineye beslenir. Boy ve çapraz telleri istenilen şekilde, düzenli bir biçimde birbirleriyle kaynatılırlar. Kaynak hızı, bir kontrol panosu vasıtasıyla kontrol edilir.

Çalışması sırasında dönen makara ve makaradan boşalan tel tehlikeli hareketler yaratır. Tel bükme, örme, dikiş ve zımba tezgahı ve makineleri de aynı prensiple çalışmaktadır. Bu makinelerin tasarımında alınan önlemler sıralanacak olursa;

Tel çekme tezgahlarında, otomatik olarak durdurmayı sağlayacak bir düzen konulur aynı zamanda tezgah önüne, dokunma ile tezgahı derhal durduracak yatay bir çubuk konulması da oluşabilecek tehlikeleri önler. Çivi makinelerindeki kayış kassak mekanizmaları içeri kapıcı hareketlerin görüldüğü elemanlar olduğundan sabit (cıvatalı ya da vidalı) bir koruyucu ile çepeçevre kapatılır. Bir arıza durumunda açılabilmesi için kaynaklı yapılmamalıdır.

Su ile çalışan tel çekme tezgahlarında, sıvının sıçramasına engel olacak siperler bulunur ve besleme bobininden gelen tele takılmalara karşı çevresine koruyucular yapılır.

Tel halat bükme ve örme tezgahları ve çalışma alanları, korkuluk içine alınır ve kumanda düzeni bu korkuluğun dışına yerleştirilir. Bu sayede işçinin tehlikeli çalışma alanına girmesi engellenmiş olur. Şekil 4.31’de bir çivi makinesi görülmektedir.



Şekil 4.31 Çivi makinesi

Mekanik güçle çalışan ve otomatik olmayan veya çok başlı tel dikiş ve zımba makinelerinde, işçinin eli tehlikeli bölgede iken, makineyi durduracak fotoselli bir emniyet düzeni bulunur veya işçinin elini koruyan bir siperlik yapılır.

4.2.2 Balya kırma (Açma), Hallaç, Tarak, Kart ve Tasarlama Tezgahları

Balya kırma (açma), hallaç, tarak, kart ve tasarlama tezgahlarının tasarımında, tehlikeleri önlemek için aşağıdaki önlemlerin alınır.

Balya kırma, hallaç ve tarak tezgahlarının silindirlerinde, vurucularında ve diğer çalışan kısımlarında, tozun dışarıya çıkmasını önleyecek kapaklar yapılır ve gerektiğinde tozun çıktığı yerden alınması için, bir emme düzeneği tasarlanır. Silindir ve vurucular çalışırken, örtü ve kapakların açılmasını önleyecek bir kontrol düzeneği tasarlanır. Emme düzeni (vakum) bulunmayan tezgahlar durdurulmadan temizlendiği takdirde çok ciddi yaralanmalara yol açarlar.

Balya kırma tezgahlarında besleme hunisi bulunması, işçinin elinin hareketli kısımlara ulaşmadan yükleme yapmasına olarak tanır. Ayrıca pamuğun açıcılara ve hallaç tezgahlarına veya karıştırma kazanlarına nakli, büyük tesislerde emme yöntemi (bir vakum pompası ve düzeneği) ile yapılmalıdır. Bu sayede çalışanların makineye müdahalesi minimuma iner.

Hallaç tezgahlarında ara ve son katlama merdanelerinin ağırlıkları aşağı ve yukarı hareket edecek ve ağırlıklar, tezgah üzerinde olduğu sürece, tezgaha yeni bir iş vermeyi önleyici düzen bulunur.

Taraklı kırma tezgahlarının baş kısmı, koruyucu kapağı bulunan saç ile örtülür ve bu koruyucu kapak açılınca, tezgaha, çalışmayı durduran bir düzen (switch) bulunur. Tarak tezgahının, dişli ve diğer hareketli ve tehlikeli kısımları, saç kapaklarla örtülmüş olması da

güvenliğe yardımcı olacaktır. Ayrıca bu makinelere malzeme girişinde besleme hunisi tasarlanmıştır. Bu şekilde çalışanların işlem alanına müdahale etme olasılığı önlenir. Şekil 4.32’de taraklı kırma makinesi ve koruyucu besleme hunisi görülmektedir.



Şekil 4.32 Taraklı kırma makineleri ve koruyucu besleme hunisi

Kart tezgahlarının sargı ve irtibat merdaneleri ile katlama düzeni ve tarak üzerine konacak koruyucular, baskı merdaneleri inerken ulaşılamayacak ve tezgah durmadan açılmayacak şekilde yapılırlar.

Kasarlama tezgahlarına asit ileten borular, duvarda ankastre olmaması veya tabanda gömülü olarak yapılmaması, üstü kapalı kanal içine veya duvar üstüne döşenmiş olması da bir diğer önlemdir.

4.2.3 Karıştırma Makinelerinde Güvenlik

Karıştırma makine tezgah ve aparatları dönen elemanlara sahip olduklarından yaralanmalara sebep olabilirler. Bu yüzden karıştırma makinelerinin tasarımında aşağıdaki sıralanan önlemler alınması gereklidir.

Döner dolaplı parlatma, çapak alma makineleri ile deri ve boya imalatında kullanılan döner karıştırıcılarda, dönme, eksantrik veya sarkaç hareketlerine karşı gerekli koruyucular yapılır. Döner dolaplar, kapakları açık iken çalıştırılmaz ve bunların doldurma ve boşaltma sırasında ters dönmelerini önlemek üzere kilitleme düzeni bulunur.

Açıkağızlı karıştırma makinelerinin ağızları, yerden 1 metreden az yüksekte olduğu hallerde, yeterli nitelikte bir korkuluk içerisine alınır. Genellikle karıştırma hazneleri kapalı bir tencere gibi tasarlanır. Şekil 4.33’te çeşitli karıştırma tezgahları ve açılır kapanır koruyucu hazneleri görülebilir.



Şekil 4.33 Çeşitli karıştırma tezgahları ve açılır kapanır koruyucu hazneleri

Karıştırma tezgahlarında karıştırıcı kısımlar kolayca sökülemediği hallerde, doldurma ve boşaltma sırasında karıştırıcı pervanelerin, harekete geçmesini önleyecek otomatik düzen bulunur.

Kapaklı karıştırıcılarda kapak açıldığı zaman, makineyi durduracak bir düzen (Switch Sistemi) bulunur.

Gıda endüstrisinde kullanılan yoğurucu, çarpıcı gibi her türlü karıştırıcılar, kapaklı olacak ve bu karıştırıcıların, hareket durmadıkça kapağı açılmayacak veya kapağı açıldığı zaman, hareketi durduracak bir düzenek bulunur.

Kazanı eğilmek suretiyle boşaltılan karıştırıcılarda, hareket durmadan kazanı eğilmeyecek ve eğik vaziyette iken, çalışmasını önleyecek düzeni bulunur.

Yufka ve bisküvi imalatında kullanılan merdaneli hamur yoğurucuları ile şeker ezme makinelerinde ve benzerlerinde, merdanelerin üzerini örten kapaklar bulunur.

4.3 Otomobillerde Güvenlik

Trafik kazalarının çok düşük bir yüzdesi taşıt kusurlarından kaynaklansa da, insan hayatını koruma adına bu oranı daha da düşürmek önemlidir. Genel istatistiklere göre, ülkemizde meydana gelen trafik kazalarındaki kusurların % 0,40'ı araç kusurlarından kaynaklanmaktadır. Şekil 4.34'te bir kaza anı ve mankenlerdeki etkisi deneysel olarak tespit edilmeye çalışılırken örülmektedir.



Şekil 4.34 Otomobilde kaza anı ve dummy (manken)'lerdeki etkisi

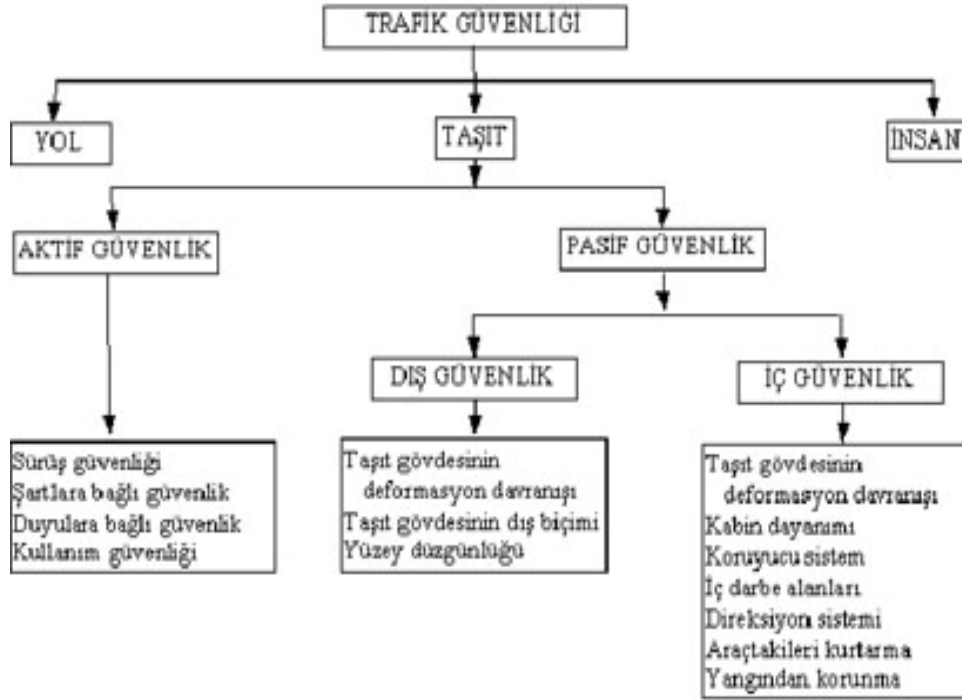
Otomotiv firmaları, daha güvenli taşıt üretme çabasının oluşturduğu olumlu rekabetle, sürücü ve yolcuların güvenliğine giderek daha fazla önem vermekte, daha güvenli taşıtı elde etmek üzere çaba harcamaktadırlar.

Taşıt tasarımcılarının, karşılaştırılabilir taşıt karakteristikleri elde etmek üzere dikkate almaları gereken verilerden bazıları, sürücülerin duygusal, algılama, motor, yorumlama gibi, yetenekleridir. Yolların özellikleri de taşıt tasarımını etkileyen özelliklerdendir. Bunlara ek olarak, sosyal, estetik, yasal, ekonomik ve güvenlik gibi faktörler de taşıt tasarımını etkilemektedir.

Hemen her taşıt için neredeyse standart sistem haline gelen frenlemede tekerlek kilitlemesini önleyici sistemler (ABS - Anti Blocking System). Devrilmeyi önleyici sistemler (ROPS - Roll Over Protection System). Hava yastıkları, emniyet kemerleri, enerji yutucu kasalar, uzay kafes sistemine göre yapılmış yolcu kabinleri, tamponlar, güçlendirilmiş tavanlar, pedallar, boyunluklar, rahat koltuklar, çelik barlar, gizlenmiş yağmur olukları ve cam silecekleri, çarpma ile katlanabilen dış aynalar, keskin olmayan köşeler, ticari taşıtlardaki yanal koruyucular, güvenlikle ilgili çalışmaların günümüzde uygulamaya konulmuş sonuçlarından bazılarıdır.

Taşıtlarda bulunan güvenlik elemanları, Çizelge 4.1'de de görüldüğü üzere, herhangi bir kaza ihtimali öncesinde kazanın oluşumunu önleme görevi yapan 'aktif güvenlik' ve kazadan sonra yaralanma ve ölümleri en az düzeye indirme görevi yapan 'pasif güvenlik' güvenlik elemanları olmak üzere iki grupta değerlendirilmektedir. Pasif güvenlik elemanları kendi içlerinde iç güvenlik ve dış güvenlik elemanları olmak üzere ikiye ayrılırlar.

Çizelge 4.1 Otomobil Güvenlik Sistemleri



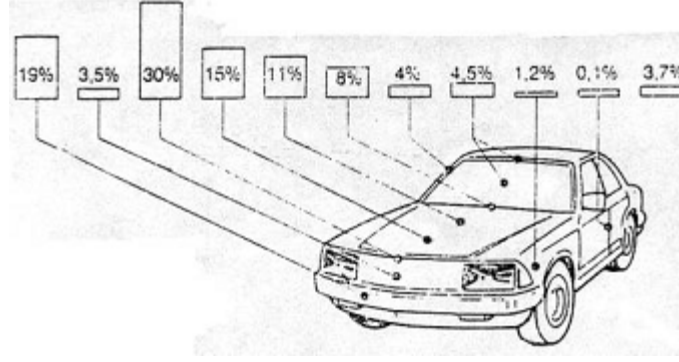
4.3.1 Pasif Güvenlik Sistemleri

Pasif güvenlik, bir kaza ile karşılaşılması durumunda, kazanın olumsuz sonuçlarını olabildiğince azaltmak amacıyla yapılan bütün yapısal ve tasarım önlemlerini kapsamaktadır. Pasif güvenliği aşağıdaki alt başlıklarda incelemek mümkündür.

4.3.1.1 Dış Güvenlik Elemanları

"Dış güvenlik" terimi kaza halinde taşıtın dışında bulunan kimselerin örneğin yayaların veya bisikletlilerin görecekları zararı hafifletmek üzere taşıta kazandırılması gereken tüm tasarım önlemlerini kapsar. Bu konuda etkili olan faktörler; karoserinin deformasyon özellikleri ve dış formudur. Amaç bir yaya ile taşıtın çarpışması halinde ortaya çıkacak sonuçları, mümkün temas bölgelerinin uygun biçimde şekillendirilmesi yoluyla hafifletmektir.

Yayalarda en ağır yaralanmalar taşıtın ön kısmına çarpma sonucu ortaya çıkmaktadır ki, bu olayın şekli yayanın büyüklüğüne bağlıdır. Bisikletlilerle çarpışma durumunda ise, bisikletli yüksek bir konumda oturduğu ve çarpışma bölgeleri taşıt üzerinde geniş bir alana yayıldığı için, taşıtta alınacak önlemlerle yaralanmaları hafifletmek güçtür. Uygulanabilen bazı önlemler, gizlenmiş cam silecekleri, gömük yağmur olukları ve yine gömük kapı kolları şeklinde sıralanabilir. Bu konularda ECE-R 26 ve RREG74/483 gibi yönetmeliklerle sınırlayıcı şartlar getirilmektedir. Şekil 4.35'te yayaların ve diğer taşıtların binek otolarda çarptıkları bölgelerin oranları görülmektedir.



Şekil 4.35 Yayaların ve diğer taşıtların binek otolarda çarptıkları bölgelerin oranları

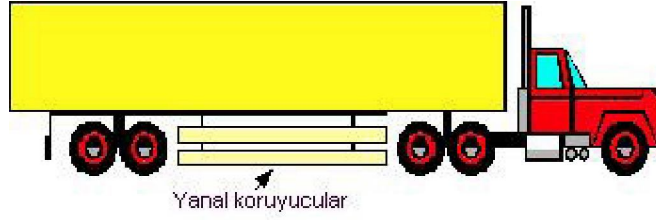
Dış güvenlikte temel amaç, taşıtın dış kısmının birinciden çarpışmayı (taşıtın dışındaki kişileri ve taşıtın kendisini içeren çarpışma) en aza indirecek biçimde tasarlanmasıdır.

Taşıt tarafından çarpılan yayalardaki en ciddi yaralanmalar, taşıtın ön tarafının çarptığı kişilerde görülmektedir. İki tekerlekli taşıtlar ve binek otomobillerini içeren kazaların sonuçları, binek otomobillerinin tasarımında dikkate değer doğal enerji bileşenleri kullanılması, yüksek koltuk pozisyonu ve temas noktalarının genişletilmesiyle çok az da olsa iyileştirilebilmektedir. Binek otomobillerine uygulanan bu tür tasarım önlemlerinden bazıları şunlardır:

- Hareket edebilir ön farlar,
- Gizlenmiş, durabilir cam silecekleri,
- Gizlenmiş yağmur olukları,
- Gizlenmiş kapı kolları,
- Katlanabilir yan dikiz aynaları,
- Esnek tamponlar.

Trafikte çok çeşitli boyut ve özellikteki taşıtlar bir arada seyretmek durumunda olduğundan, hafif ve ağır taşıtlar arasında kazaların olması kaçınılmazdır. Bu taşıtlar arasındaki kütle, boyutlar ve yapısal katılık farklılıkları nedeniyle küçük taşıtların aleyhine olan dengesizliğin sonucu olarak, hafif taşıtların hasar riski daha yüksek olmaktadır.

Tasarımla ilişkili dış güvenliği geliştirmek amacıyla ticari taşıtlara, ön ve arkadakilere ilave olarak, Şekil 4.36'da görüldüğü gibi yan koruyucu saptırma elemanları yerleştirilerek; küçük taşıtların, motosiklet, bisiklet sürücülerin ve yayaların bu taşıtların altına girmeleri önlenmeye çalışılmaktadır.



Şekil 4.36 Yanal koruyucu saptırma elemanları

4.3.1.2 İç Güvenlik Elemanları

"İç güvenlik" terimi, bir kaza durumunda, taşıtın içerisindeki kişilere etki eden ivme ve kuvvetleri en aza indirecek, onlara yeterince hayati hacim sağlayacak ve kazadan sonra onları taşıtın dışına çıkarmada kritik öneme sahip elemanların çalışmasını garanti edecek önlemleri kapsar. Taşıtın içerisindeki kişilerin güvenliğini etkileyen önemli faktörler şunlardır:

- Taşıt gövdesinin deformasyon davranışı,
- Yolcu kabininin dayanımı, çarpışma sırasında ve sonrasında hayati hacmin büyüklüğü,
- Engelleme sistemi,
- Çarpma alanları (taşıtın iç kısmı),
- Direksiyon sistemi,
- Taşıtın içindekilerin kurtarılması,
- Yangından korunma.

İç güvenliğin önemini vurgulamak amacıyla, sabit bir duvara 80 km/h hızla çarpan bir otomobildeki yaklaşık 0,15 saniye süren bir kaza sırasında cereyan eden olaylar örnek olarak verilmiştir.

- 0,026. s: Ön tamponlar araca gömülür. Araç, ağırlığının 30 katı kadar bir kuvvetle frenlenir.
- Eğer emniyet kemeri ve hava yastığı kullanılmıyorsa, taşıttaki yolcular kabin içerisinde 80 Km/h hızla hareketlerine devam ederler.
- 0,030. s: Sürücü, koltuğu ile birlikte 15 cm öne fırlamıştır.
- 0,044. s: Sürücü, göğüs kafesiyle direksiyona çarpar.
- 0,050. s: Taşıt ve içindekiler üzerine etkiyen yavaşlatıcı ivme, -80 g (g: yerçekimi ivmesi, $0,81 \text{ m/s}^2$) ye ulaşır, (uçuş simülatörlerinde yapılan denemelerde 6 g'lik bir ivmenin etkisinde kalan bir pilotun yüzündeki tüm etlerin geriye doğru çekildiği, kemiklerinin fırladığı görülmüştür). Yani, taşıt ve içindekilerin üzerine, ağırlıklarının -80 katı kadar kuvvetler etki etmektedir.
- 0,92. s: Sürücü, yanındaki yolcu ile birlikte, aynı anda kafasını ön cama çarpar. Sürücünün yanındaki yolcu, bu çarpma sonucunda kafasından ölümcül bir yara alarak dışarıya fırlar.
- 0,100. s: Direksiyon simidi tarafından tutulan sürücü, tekrar aracın içine düşer. O anda ölmüştür.
- 0,110. s: Araç yavaşça geri çekilmeye başlar
- 0,113. s: Sürücünün arkasında oturan yolcu (emniyet kemeri yoksa), sürücünün seviyesine kadar yükselir ve kafasıyla ona sert bir darbe yaparken, aynı anda kendisi de ölümcül biçimde yaralanır.

- 0,150. s: Cam ve çelik parçaları yere düşer, tekrar sessizlik egemen olur.

Görüldüğü gibi, 0,2 saniyeden daha kısa bir süre içerisinde her şey bitmektedir. Ortaya çıkan enerjinin, 1 ton ağırlığındaki bir otomobili, yaklaşık 30 m yukarıya fırlatabilecek boyutlarda olduğu ifade edilmiştir.

Sürücü ve yolcu sınırlama sistemlerinin amacı, çarpışma anında sürücü ve yolcunun araç iç parçalarına çarpmasını engellemek ve herhangi bir dış ve iç yaralanmaya sebebiyet vermemek üzere hareketlerini sınırlamaktır. Bu amaçla, önlem elastiki ve plastik uzama kapasiteli modern emniyet kemerleri ve bunlarla birlikte kinematik hava yastıkları kullanılmaktadır.

Emniyet Kemerleri

Emniyet kemerlerinin güvenilirlik ve verimlilikleri gerçek kazalarda kanıtlanmış olmakla birlikte, geliştirilmeleri henüz tamamlanmamıştır. Çarpışma anında yolcunun ani öne fırlamasıyla sistem kilitlenir ve yolcu sabitlenir. Kemerlerin gerilmesi ile optimum koruma elde edilmektedir.

Emniyet kemeri otomobildeki en önemli güvenlik öğelerinden biridir. Emniyet kemerinin alt bölümü iki tarafta leğen kemiğinin üzerinden ve üstte de omuzun üzerinden geçecek şekilde tasarlanmıştır. Görevini en iyi şekilde yapabilmesi için bu gereklidir. Emniyet kemeri yükseklik ayarı, emniyet kemerinin farklı boylardaki insanlara göre ayarlanabilmesini sağlar. Bir çarpışma sırasında emniyet kemerinin makarası kilitlenir ve aracın içindekilerin fazla hareket etmesini önler. Son yıllarda emniyet kemerini kaza sırasında gererek yolcuları daha iyi tutan sistemler de kullanılmaya başlanmıştır. Bu sistemde, emniyet kemerindeki boşluğu almak için (özellikle kışın kalın giysiler giyildiğinde) bir algılayıcıya bağlı bir gergi sistemi hemen devreye girerek yolcu emniyet kemeri üzerine yüklenmeden önce kemeri gerer ve yolcunun hareketini en aza indirmiş olur.

Emniyet kemerlerinde iki tip gergi sistemi kullanılmaktadır. Birincisi yaylı tip; burada, algılayıcıdan gelen uyarı sonucunda bir yay tetiklenir ve emniyet kemeri gerilir. İkinci tipte ise hava yastığında olduğu gibi bir ateşleme mekanizması kullanılır. Darbe uyarısı geldiğinde bir gaz ateşlenerek emniyet kemeri gerilir. (Bu ikincisine Türkçe olmayan bir şekilde "piroteknik" de denilmektedir, Türkçe "ateşlemeli ya da ön gergili" denilebilir). Bunlara ek olarak emniyet kemerinin vücuda uyguladığı yükü sınırlandırmak için belli bir düzeyden sonra kemeri biraz gevşeten ve yolcunun aniden büyük bir yüke maruz kalmasını önleyen sistemler de kullanılmaktadır. Şekil 4.37'de emniyet kemeri detayları görülmektedir.



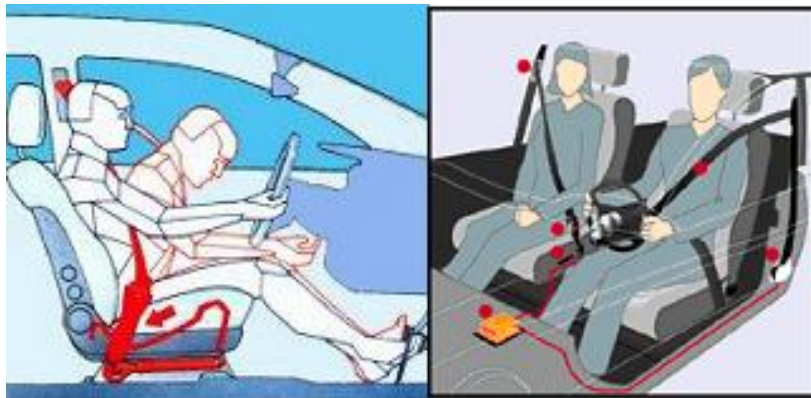
Şekil 4.37 Emniyet kemeri detayları

Ancak gevşek emniyet kemerlerinde, kemer gerilene kadar kullananların hareketleri engellenmemektedir. Klasik emniyet kemerlerinin, yapılarından kaynaklanan ve etkinliklerini sınırlayan şu eksiklikleri bulunmaktadır:

Emniyet kemerine bir çekme bırakma hareketi uygulandığında, bu hareket, kayışın bobin üzerine yığılmasına neden olabilir. Ciddi darbe anında kayış kilitlese de, sürücü kayış sıkışana kadar öne doğru hareket eder. Dolayısıyla gereksiz yere sürücünün kafasının direksiyon ve gösterge paneline yaklaşmasına izin verir.

Belirli bir rahatlığı sağlamak amacıyla, vücut ve kayış arasında bir miktar boşluk bırakmak kaçınılmazdır. Bu boşluğun etkisi sürücü kayış sıkışana kadar öne doğru hareket etmesini sağlar. Bu eksikliklerin giderilmesi için günümüzde ön gergili emniyet kemeri gerdirme sistemi kullanılmaktadır.

Ön Gergili Emniyet Kemeri Gerdirme Sistemi



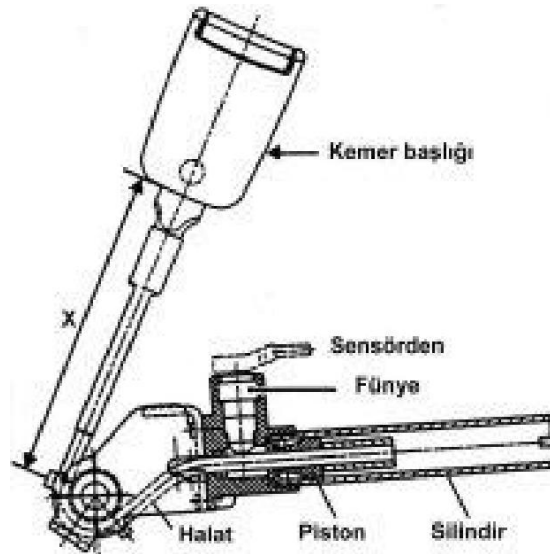
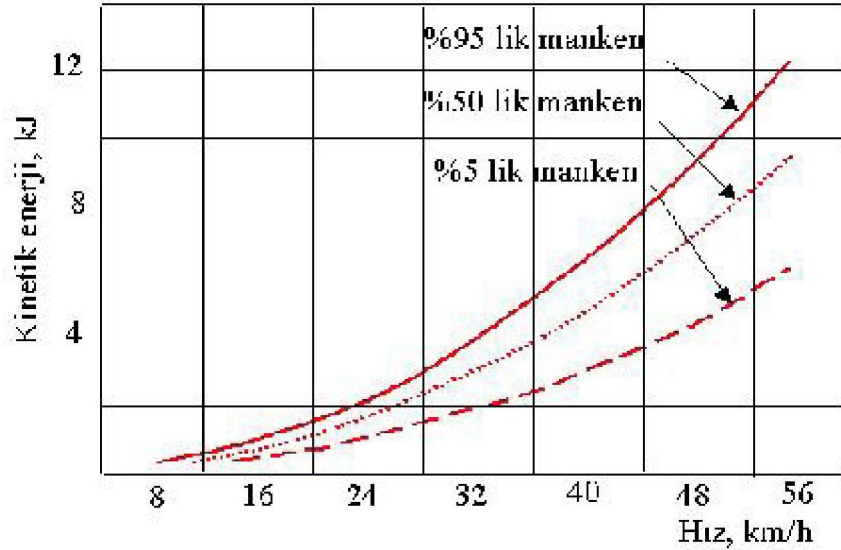
Şekil 4.38 Ön gergili emniyet kemeri

Klasik emniyet kemeri sistemleri kullanıcılar tarafından çalıştırılırken, Şekil 4.38’de görülen ön gergili otomatik sistemler, yolcu müdahalesi olmaksızın birkaç milisaniyede fonksiyonel hale gelirler. Yeterli düzeyde bir ön darbe sırasında, genellikle orta konsol içine yerleştirilmiş

olan elektronik beyin, ön koltukların emniyet kemerini sıkıştıran ön gerdirme mekanizmasını harekete geçirir ve üç noktadan sınırlayan sistem otomatik olarak geri çekilerek optimum koruma sağlar. Emniyet kemerleri tek elle bağlanıp, çözülebilmelidirler.

Çizelge 4.2'de görülen eğriler, % 5, % 50 ve % 95 lik test mankenleri (dummy) ile yapılan çarpma testleriyle belirlenmiş. yolcuların kinetik enerjilerinin değişimini göstermektedir. Yolcuların kinetik enerjilerinin bağlı hızın karesinin fonksiyonu olması nedeniyle, koruyucu sınırlayıcıların kazanın ilk anlarında uygulanmasının avantaj sağladığı ifade edilmektedir. Elektronik beyinin sarsıntılardan etkilenmeyecek biçimde düzenlenmesiyle, taşıt ivmelenirken meydana gelebilecek gerilme önlenmektedir. Bu ise, önlem yüksek hızdaki çarpma durumlarında çok büyük önem kazanmaktadır.

Çizelge 4.2 Test ortamında mankenlerle belirlenmiş yolcu kinetik enerji değişimi



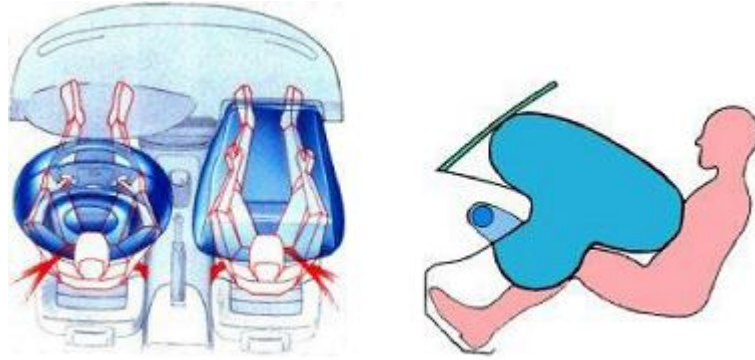
Şekil 4.39 Ön gergili emniyet kemeri detayı

Günümüzde kullanılmakta olan gerilmesi sınırlandırılmış emniyet kemerleri, çarpışma sırasında araç hızının aniden sıfıra düşmesi sonucunda, ön koltuklarda oturanların göğüs ve kalçalarının emniyet kemerlerinin sıkmasından çok fazla etkilenmemeleri için, oluşan kuvveti sınırlayan ve kısa bir zaman aralığına yayan sarma/kilitleme sistemiyle donatılmaktadır. Şekil 4.39'da ön gergili emniyet kemerinin detayı görülmektedir.

Sürücü Ve Yolcu Hava Yastıkları

Hava yastıkları, emniyet kemerlerini tamamlayıcı olarak geliştirilen pasif güvenlik elemanlarıdır. Sistem, aracın yavaşlama ivmesini hesaplayan kendi elektronik beyni tarafından yönetilir. Elektronik beyin, yeterli düzeyde bir ön darbe olduğunda, sürücü için direksiyon simidi içine, sürücünün yanında oturan yolcu için de torpedo gözüne yerleştirilmiş olan ve her ikisinin kafalarını koruyacak biçimde şişen hava yastıklarını harekete geçirir. 60 litrelik bir hava yastığının dolma süresi yaklaşık 40 ms'dir.

Sert çarpışmalarda bir pnöteknik gaz jeneratörü, en az sürücü için direksiyon kısmına yerleştirilmiş olan bir hava yastığını doldurarak yaralanma riskini azaltır. Hava yastıkları sürücü ve yolcu koltuğunda bulunan kişilerin kafa ve göğüs kısımlarını korur. Emniyet kemerleri ile vücudun yerinden fırlamasını önlemesine, sürücünün direksiyona, yandaki yolcunun ise ön konsola çarpmasını önlemek için geliştirilen hava yastığı sistemi işlevini görebilmesi için emniyet kemerinin takılı olması gerekir. Bununla birlikte emniyet kemerinden bağımsız olarak çalışmaktadır.



Şekil 4.40 Sürücü ve yolcu hava yastığı ile diz hava yastığı

Hava yastığındaki olumsuzlukları gidermek üzere sisteme eklenen koltuk ağırlık algılayıcı (sensor), çocukların ve minyon yapıları yetişkinlerin korunması için, belirli ağırlığın (örneğin 30 kg) altındaki yolcu ağırlıklarında hava yastığını işlemez duruma getirmektedir. Zayıf bayanların ve ağır gençlerin koltukta ne biçimde oturduklarının algılanması, halen zorlukları oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra PIR (Passive Infra Red) detektörü (hareket sensörü) adı

verilen cihaz sayesinde ön yolcu koltuğuna canlı olmayan eşya konması durumunda koltuktaki hareketi ya da hareketsizliği algılayarak hava yastığının devre dışı kalmasını sağlar.

Hava yastığının etkin kontrolü için, kemerin bağlanıp bağlanmadığının ve çarpışmanın şiddetinin dikkate alınması da uygulanmaktadır. Temel fikir, günümüzde kullanılmakta olan iki kademeli şişiricilerin basınç artışının daha olumlu kontrolüdür.

Yolcu sınırlama sistemlerinin önemli bir parçası da, çarpışma sırasında vücudun alt kısımlarının enerjisinin absorbe edilmesi için kullanılan diz yastığıdır. Aynı diz yastığı, sistemin karmaşıklaşmasına ve fiyat artışına yol açtığından, daha ucuz ve basit bir çözüm, Şekil 4.40'ta görüldüğü gibi, aşağıya monte edilen yolcu hava yastığı (LMPAB) sistemine bir diz yastığı eklenerek elde edilmiştir.

Hava yastığı ve emniyet kemerinin tek başına ve birlikte kullanılmaları durumundaki yaralanma riskleri, hava yastığıyla % 18, emniyet kemeriyle % 42, ikisinin birlikte kullanılmaları durumunda ise, % 46 kadar azalmaktadır.

Yanal Hava Yastıkları

Yeni model taşıtlarda, yanal çarpmalara karşı koruma sağlayan yanal hava yastıkları veya Şekil 4.41'de görüldüğü gibi, şişirilebilen koruyucu yan hava perdeleri de kullanılmaya başlamıştır.

Yanal hava yastıkları, aracın yandan aldığı darbelerde sürücünün ve yolcunun yan kapıya ya da cama çarparak yaralanmasını önlerken aynı zamanda kolunun yastıkla kapı arasında sıkışma riskini de önleyecek biçimde düzenlenmektedir. Yandan çarpışma ve devrilmelere karşı korumanın önemli bir bölümünü de hava perdesi, oluşturmaktadır. Sürücü hava yastığı mantığı gibi darbe anında devreye giriyor ve aşağı doğru açılır.

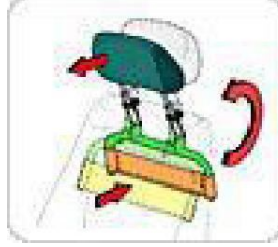
Yan hava yastıkları ya da perdeleri çift sıralı ve aralarında biraz boşluk olan hava şeritleriyle sert bir yapıya sahiptir. Bu sayede hava perdeleri dik duruyor ve cam açıkken bile başın etkili bir şekilde korunmasını sağlar. Hava perdesi ayrıca yavaş bir şekilde söner ve otomobilin devrilmesi durumunda koruma sağlamaya devam eder.



Şekil 4.41 Yanal hava perdesi

Aktif Boyunluk

Boyun kırılması gibi, arkadan çarpmalardaki darbe hasarlarını azaltmak üzere kafayı destekleyen boyunluklar kullanılmaktadır. Hasar riskini daha da azaltmak amacıyla, bazı firmalar tarafından, kaza sırasındaki işleyişi aşağıda açıklanan aktif boyunluklar kullanılmaya başlamıştır.

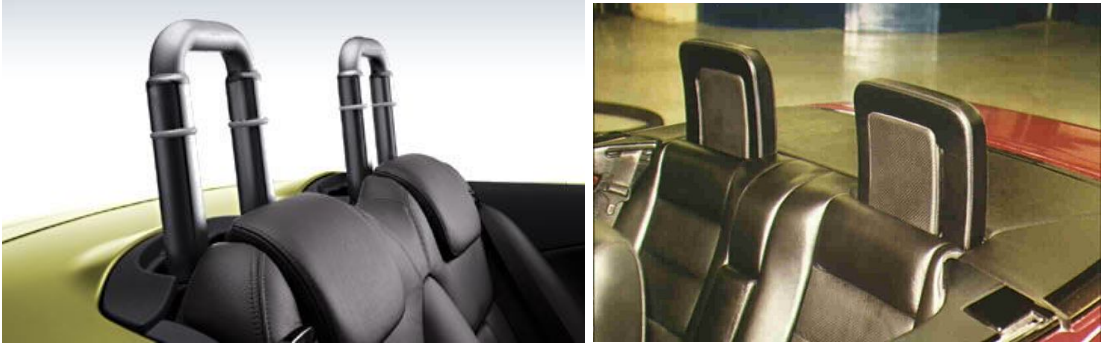


Şekil 4.42 Aktif boyunluk

Arkadan çarpmalarda görev yapan bir koruma sistemi (WHIPS - whiplash protection system) günümüzde kullanılan bir diğer pasif güvenlik düzeneğidir. Arkadan çarpmalarda sistemin koltuğu gövdenin geriye doğru hareketini izlemektedir. Ve kaza anında aktif boyunluk sistemi devreye girmekte koltuğun arkasındaki yumuşak koruyucu malzeme ile kaplanmış barlar esneme yapmaktadır. Böylelikle, gövdenin üst kısmı ile kafa birlikte ve paralel olarak hafifçe ve dengeli bir biçimde geriye doğru gideceğinden, gövdedeki gerilmeler azaltılmaktadır. Koltuğun arkası daha sonra geriye/aşağıya doğru alçaltılarak, geriye fırlamaya ve tehlikeli kafa kırbaçlama hareketinin riskine karşı gelmektedir. Şekil 4.342’de standart bir aktif boyunluk görülmektedir.

Ön koltuklarda aktif kafalık bulunması da kaza anında ölümcül yaralanmaların önlenmesinde etkilidir. Fiili arkadan çarpmalar üzerine yapılan çalışmalar, normal kafalıkların kaza anında boynun ileri geri hareketinden kaynaklanan yaralanmalarda önemli bir azalma sağlamadığını göstermiştir. Aktif kafalıklar ise bu tür yaralanma risklerini azaltmada çok daha etkili olacak şekilde tasarlanmıştır.

Kaza anında özellikle arkadan alınan darbelerde başın geriye doğru kırbaç hareketi yapması omurilikte zedelenmelere ve ölümlü sonuçlanan ağır yaralanmalara sebep olmaktadır. Darbe ile koltuk arkasındaki yuvalarından fırlayan aktif kafa koruyucuları başın geriye doğru silkelenmesini önlemektedir. Şekil 4.43’te yuvalarından çıkmış halde aktif boyunluklar görülmektedir. Aktif boyunluklar özellikle cabrio olarak nitelendirilen iki kişilik araçlarda ve üstü açılan araçlarda tercih edilmektedir.



Şekil 4.43 Aktif kafa koruyucuları

Kapı Barları

Pasif emniyet tedbirlerinden biri olan kapı barları araçlarda sıkça uygulanmaktadır. Genellikle ısıtılmış (sertleştirilmiş) çelik borular kullanılırken, değişik malzemelerden oluşan barlar da kullanılmaya başlanmıştır. Gerek ağırlığı azaltmak, gerekse mukavemeti arttırmak için araştırma merkezlerinde, kapı barı malzemesinin değiştirilmesi ve yeni dizayn için çalışmalar yapılmaktadır. Şekil 4.44’te yan kapı barı görülmektedir.



Şekil 4.44 Yan kapı barı

Kapı barları, otomotiv uygulamalarında, yandan başka bir aracın veya bir cismin çarpması sonrasında yüksek enerji emerek kapının hemen yanında bulunan yolcu ve sürücünün yaralanmalarını minimum seviyeye indirmekle görevlidir. Kapı barı kırılmadan mümkün olan en yüksek enerji emilimini sağlamalıdır. Bu güvenlik üyesi, yan kapıların iç kafes bölgesine monte edilir. Pozisyonu ise koltuk yerleşimi ve kapı bağlantılarına göre tasarlanmalıdır. Düzgün yerleşim için yolcu güvenliği en önemli koşul olmalıdır.

Kullanılan en yaygın malzeme çelik olmasına karşın, daha hafif ve daha çok enerji emen malzemelerde kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin, FRP (Fiber reinforced plastics – Kuvvetlendirilmiş fiber plastik) daha çok enerji emilimi ve hafifliği dolayısıyla tercih edilmeye başlanmıştır. Doğru lif yerleşimi ve çaprazlama bu tür ürünlerin daha fazla enerji emilimini sağlamaktadır. Kompozitlerin yüksek dayanımları ve düşük ağırlık/dayanım

oranları bu ürünlerin kullanılmasını bir avantaj haline getirmektedir. Üretim ve teçhizat maliyetini yüksek oluşu bir dezavantaj olarak görülmektedir.

Kapı barlarının bağlanmasında kullanılan yapısal elemanlar ve bağlantı çeşitleri, perçinleme, cıvatalama, kaynak bağlantısı ve yapıştırma olabilmektedir.

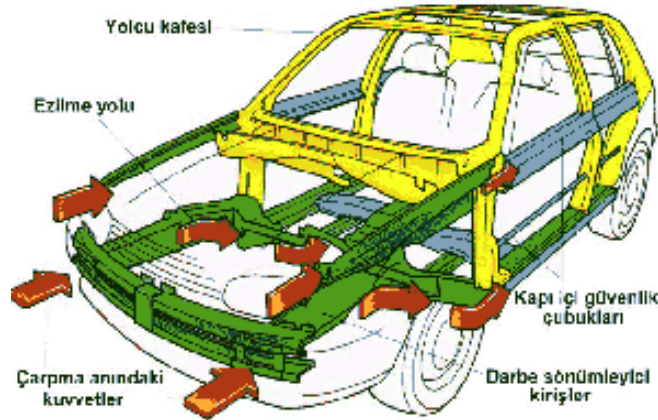
Yan kapı barları kullanımı sonucunda yaralanmalarda ciddi oranda düşüş gözlemlenmiştir. Anca bu barların kullanılmasına rağmen gelen darbelerde oluşan dikey kuvvetler leğen kemiği yaralanmalarına sebep olmaktadır.

Büyük araçların (tır, kamyon, kamyonet, vb.) çarpması sonucu, farklı yaralanmalarla karşılaşılabilir. Dezavantaj olarak kapının üst kısmından çarpma meydana geldiğinde kapı barları etkisiz kalmaktadır.

Darbe Sönümleyici Hafif Uzay Kafes Sistemi

Bu şartların tamamlayıcısı olarak, darbe durumunda enerji absorbe edebilme özelliği bulunan ön yapı, belirli ve olabildiğince düzgün bir yavaşlama ivmesine sebep olmaktadır.

Yolcu bölümü ise, mümkün olabildiğince sağlam ve şekil değişimine karşı dirençli olmalıdır. Otomobiller artık eskinin ağır gövdeleri yerine, günümüzde uzay kafes (SF-space frame) sistemine göre üretilmektedir. Yüksek dayanımlı profillerden yapılan hafif gövdeler ve çarpışma anındaki darbe kuvvetinin yolcu kafesine ulaşmadan sönümlenmesi için eklenen ön deformasyon kuşakları, Şekil 4.45’ de açıklandığı gibi, çarpışma anındaki kuvvetleri önemli ölçüde absorbe ederek hayat kurtarıcı bir fonksiyon üstlenmektedir.



Şekil 4.45 Otomobillerdeki uzay kafes sistemi

Çok sayıda eşitliğin çözülmesini gerektirdiğinden, taşıt gövdesinin deformasyon ve enerji absorbe etme davranışı bilgisayar simülasyonları ile analiz edilmektedir. Bunun için, şasi ve tüm gerekli elemanları dahil, taşıt gövdesinin binlerce elemana bölündüğü sonlu elemanlar

yöntemi kullanılır. Öncelikle önemli elemanlar incelenir. Örneğin, uzunlamasına darbe sönümleyici kirişlerin Şekil 4.46'da görüldüğü gibi akordeon biçiminde deforme olması durumunda absorbe ettiği enerji, eğilmesi halinde absorbe ettiği enerjiden daha fazladır. Bu ise, kirişin uygun tasarımı, levha kalınlığı, kesit biçimi ve yolcu kabini ile taşıtın ön kısmına tutturulma biçimi gibi faktörlere bağlıdır.



Şekil 4.46 Akordeon biçimde deformasyon

Direksiyon sütununun üst ucunun arkaya doğru maksimum yer değiştirme miktarı yasal olarak sınırlandırılmıştır. Uzunlamasına ve yanal çarpmalarda deforme olabilmesi için, direksiyon millerinin alt kısımları katlanabilir universal mafsallı, muhafazaları yarıklı veya körüklü vb. yapılmaktadır.

Karşıdan çarpmalarda sürücünün ayağındaki baskıyı ve muhtemel bacak hasarlarını azaltmak üzere pedal serbest bırakma sistemleri (PRS - Pedal Release System) kullanılmaktadır.

Kaza sonrasında taşıtın yanma riskini azaltmak için yakıt deposunu korumak üzere ön deformasyon sacı kullanılmakta, yakıt boruları deformasyon bölgesi dışına alınmakta, ayrıca, yolcu bölümündeki yangın tehlikesini azaltmak üzere, yanmaya karşı dirençli malzemeler kullanılmaktadır.

Çarpışmalarda güvenlik artırıcı sistemlere çok ihtiyaç vardır. Ancak, taşıtların yapısal tasarımları sadece güvenlik temeline dayandırılmamaktadır ve ayrıca, birçok tasarım amacı birbirleriyle çatışabilmektedir. Örneğin özellikle aracın ön darbelere karşı mukavemetli olması için, ön kısmı ile yolcu bölümü arasında deforme olabilen fakat sağlam bir bağlantı olması istenmektedir. Bu bağlantının ses geçirgenliği ise istenmeyen bir durumdur. Çünkü, motor sesi bu ses köprüsü vasıtası ile yolcu bölümüne iletilmekte ve şartlara bağlı güvenliği olumsuz yönde etkilemektedir. Günümüzde, amaçlanan bu tasarım karmaşalarının çözümü, bilgisayar simülasyonları yardımıyla olmaktadır.

4.3.2 Aktif Güvenlik Sistemleri

Aktif güvenlik, sürücünün kazadan kaçınması için, taşıtın kumanda ve frenleme yetenekleriyle, bilgilendirme sistemleri ve ergonomik olarak yerleştirilmiş kumandalarını kapsar. Kaza ihtimalinin azaltılması ya da araçların kaza oluşumuna daha az yol açacak

biçimde yapılandırılması, araca daha çok aktif güvenlik elemanlarının ilavesiyle mümkündür. Aktif güvenlik elemanları, herhangi bir kaza ihtimali öncesinde, kazadan korunmak için devreye giren veya devrede olan güvenlik elemanlarıdır. Aktif güvenlik aşağıdaki alt başlıklarda incelenebilir.

4.3.2.1 Sürüş Güvenliği

Sürüş güvenliği, tekerlek süspansiyonu, yaylanma, yönlendirme ve frenleme yetenekleri bakımından, uyumlu süspansiyon tasarımının sonucudur ve en avantajlı dinamik taşıt davranışını yansıtmaktadır

Günümüzün modern taşıtlarının direksiyon sistemleri, beklenmeyen yönlendirme düzeltmeleri olmaksızın taşıtın kolay ve güvenli olarak yönlendirilmesini, direksiyon serbest bırakıldığında da tekerleklerin tekrar düz duruma gelmesini sağlayabilmektedir.

Yönlendirme kararlılığı konusunda yapılan bir başka çalışma ise, dört tekerlekten yönlendirmedir. Arka tekerleklerin, yüksek hızlardaki ani yön değişikliklerinde ve virajlardaki aşırı yönlendirilmesini önlemek üzere, 1-2 derece kadar yönlendirilmesi gerekmektedir. Bu küçük dengeleme, tutunma sınırına doğru önemli bir güvenlik rezervi sağlamaktadır.

Normal kullanımda taşıtı güvenli ve düzgün bir şekilde yavaşlatmak veya durdurmak üzere kullanılan servis frenleri, kaza riski olan durumlardaki acil frenleme (panik frenlemesi) durumlarında, taşıtı en kısa mesafede, doğrultu ve yönlendirme kararlılığı kaybolmadan durdurabilmelidir.

Günümüzün modern taşıtlarında, kaygan yüzeylerdeki acil frenleme dahil, frenlemenin mümkün olan en kısa mesafede, doğrultu ve yönlendirme kararlılığı kaybolmadan başarılması için, tekerlek kilitlemesini önleyici sistemler (örneğin, ABS) kullanılmaktadır. Bu sistemlere, sistemin daha da geliştirilmesiyle, çekiş kontrol yeteneği (anti-spin) de kazandırılabilen ve herhangi bir veya bir çift tekerleğin (ön veya arka) çekiş sırasında kayması halinde, kayan tekerlek veya tekerleklerin frenlenerek, kaymalarının en aza indirilmesi sağlanabilmektedir.

4.3.2.2 Şartlara Bağlı Güvenlik

Şartlara bağlı güvenlik, titreşim, gürültü ve iklim koşullarına bağlı olarak, araçtakilerin streslerini azaltmak yoluyla, trafikteki yanlış manevra ihtimalini azaltmada önemli bir faktördür.

Tekerlekler ve tahrik elemanları tarafından üretilen ve 1 den 25 Hz 'e kadar olan titreşimler (titretme, sallama, vb.), araçtakilere, gövde, koltuklar ve direksiyon yoluyla ulaşmaktadır. Bu

titreşimler, yön, genlik ve sürelerine bağlı olarak az veya çok etkilidir.

Taşıtın içindeki veya çevresindeki rahatsızlık verici gürültüler, iç kaynaklardan (motor, transmisyon, tahrik şaftları, akslar) veya dış kaynaklardan (tekerlek/yol gürültüleri, rüzgar gürültüleri) kaynaklanabilir ve hava ya da taşıtın gövdesi yoluyla iletilirler. Taşıtlardaki gürültünün azaltılması çalışmaları, bir yandan daha sessiz çalışan elemanların geliştirilmesi ve gürültü kaynaklarının izolasyonunu (örneğin motorun ses yalıtıcı kılıf içine alınması), diğer yandan da gürültünün yalıtkan veya ses önleyici malzemelerle sönümlenmesi konularında olmaktadır.

Taşıtın içindeki hava koşulları ise, esas olarak, dış havanın sıcaklığı ve nemi ile yolcu mahallinden geçen havanın debisi ve basıncı tarafından etkilenmektedir. Günümüzün modern taşıtlarında, iklimlendirme (air conditioning) sistemleri kullanılarak, sürücü ve araçtaki yolcuların bu koşullardan olumsuz yönde etkilenmeleri önemli ölçüde giderilmiştir.

4.3.2.3 Duyulara Bağlı Güvenlik

Sürücü, kendisine çevreden sürekli ve kararlı bir biçimde ve genellikle görsel yolla gelen bilgi akışı içerisinde ilerlemek durumundadır. Duyulara bağlı güvenliği iyileştirmek üzere, taşıt üzerinde yapılan çalışmalar önlem üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Aydınlatma ve ışıklı uyarı ekipmanları,
- Ses uyarı elemanları,
- Doğrudan veya dolaylı görüş.

Aydınlatma ve ışıklı uyarı ekipmanlarından olan farlar, sinyaller, fren lambaları, sis farları, park lambaları, cam ve far silecekleri, vb. ile ses uyarı elemanları, güvenlik standartlarına uygun olmalıdır. Cadillac firmasının uyguladığı ultrasonik park yardımcısı, taşıt geriye giderken karşılaştığı, arka tamponda 150 cm uzaklığa kadar ve 25 cm den yüksek olan sabit objelere karşı sürücüyü uyarmakta ve olası kazaların önlenmesine yardım etmektedir.

Görüşle ilgili daha fazla güvenlik için, gösterge panosundaki bilgilerin doğrudan görüş alanına getirilmesi amacıyla, HUD (Head-Up-Display) görüntü yansıtma sistemleri geliştirilmekte, böylelikle göz yükseltisinin, yol ile gösterge panosu arasında aşağı yukarı değiştirilmesi, gözün uzak ve yakın mesafelere odaklanması gerekmemektedir. Taşıtın arkasındaki trafiğin izlenmesi için kullanılan iç ve dış dikiz aynalarının yerine, bu izlemenin daha verimli yapılabilmesi için, kamera ve monitör kullanımı konusunda çalışmalar da yapılmaktadır. Cadillac firmasının uyguladığı infrared teknolojisi, taşıtın farlarının aydınlatma alanının ilerisinde veya karşıdan gelen taşıtların farlarının aydınlatma alanının arkasında kalarak görünmeyen nesnelere ışık

enerjilerini algılayarak video görüntüsüne dönüştürmekte ve erken görüş sayesinde olası kazaların önlenmesine yardım etmektedir. Gösterge panosuna, önümüzdeki yıllarda, mesafe uyan göstergesi, önemli trafik yönlendirme haber göstergesi, uydu iletişim sistemleri, vb. eklenmesi de gündemdedir.

4.3.2.4 Kullanım Güvenliği

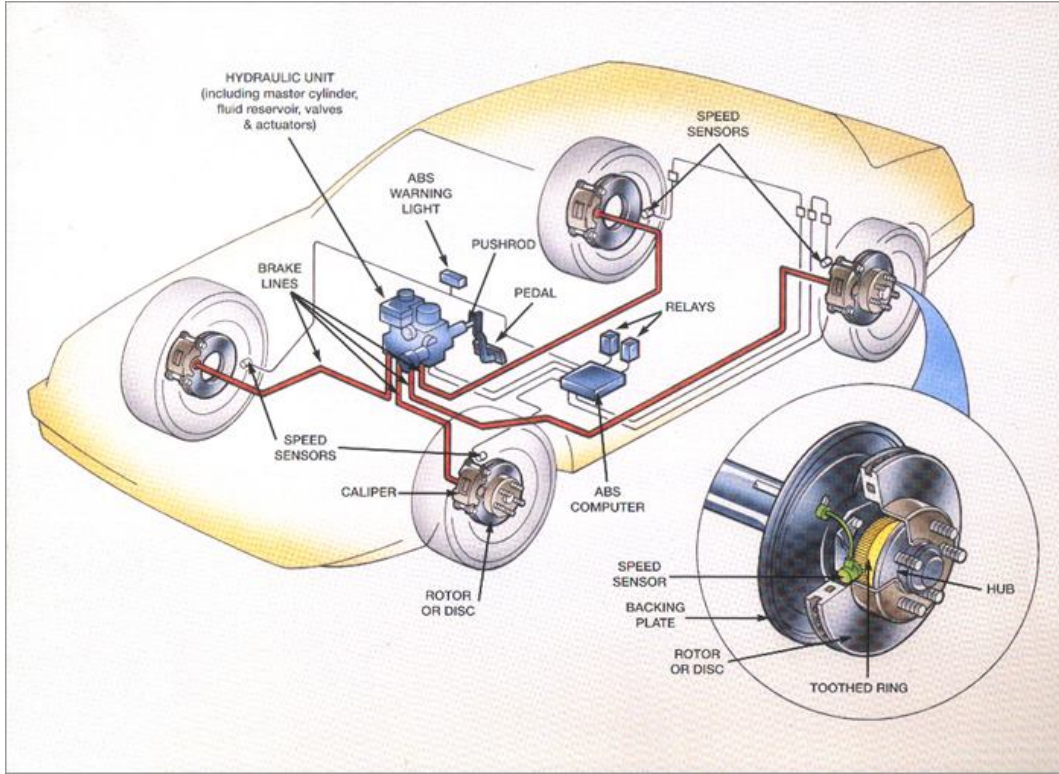
Sürücünün daha az strese girmesi ve buna bağlı olarak yüksek dereceli sürüş güvenliğinin sağlanması, sürücü mahallinde yer alan kontrol elemanlarının en uygun biçim ve konumda tasarlanması ve bunun sonucu olarak taşıtın kolay kumanda edilmesiyle mümkündür. Sürüş güvenliğinin sağlanması konusunda yapılan yeni bir çalışma, güvenli takip mesafesinin korunmasıyla ilgili, "oto radar sistemi"dir. Bu sistem sayesinde, uzun yolculukların daha az yorucu olması, sürücüleri yoran ve kaza riskinin yüksek olduğu alacakaranlık ve yağışlı havalardaki araç kullanımı da kolaylaşmaktadır.

Radar sistemi, aracın önünde 8° genişliğinde ve 150 m boyundaki koni biçimli bir alanın içerisinde bulunabilecek 30 kadar nesneyi algılayabilmekte ve önceliği en yakındaki nesneye vererek, hız ve mesafe bilgilerini kaydetmektedir. Daha hızlı taşıtlar sorun oluşturmadığından (sollayan araçlar da hızlıdır), sadece aynı hızdaki ve daha yavaş. taşıtlar dikkate alınmaktadır. Oto radar sistemini kullanan taşıt, sollama şeridine çıkıncaya kadar hızlanamamaktadır. Sistemde otoyol için belirlenmiş olan güvenli takip mesafesi, 100 km/h hızla seyreden taşıtlar için 50 m'dir..

Benzer bir sistem Mercedes firması tarafından da uygulanmaktadır. Mercedes'in yakınlık kontrol (Proximity Control) sisteminde, taşıtın ön ızgarasının içine yerleştirilen küçük bir radar sensörü, yaklaşık 120 m mesafe içerisinde ilerleyen taşıtları algılayarak, iki taşıt arasındaki mesafeyi ve taşıtların bağıl hızlarını saniyenin kesirlerinde hesaplamaktadır. Sistem 35 ile 150 km/h hızlar arasında çalışmaktadır. Radar ışınları çok kısa bir sürede gidip geldiğinden, sistem öndeki taşıtın hızındaki ani değişikliği algılayabilmekte ve frenleme ile buna uygun yavaşlama sağlamaktadır. Koşullar bilgisayarın başa çıkamayacağı kadar çok riskli hale geldiğinde ise, sürücüyü frenleme yapması için uyarmaktadır. Bilgisayarlı kullanım güvenliği sistemlerine Bölüm 5'te de değinilmiştir.

Aktif güvenlik sistemlerinin başlıcaları olarak ABS, ASR ve ESP sistemleri sayılabilir.

4.3.2.5 ABS (Anti Teker-Kilitleme Sistemi)



Hydraulic Unit (including master cylinder, fluid reservoir, valves&actuators) - Hidrolik Ünite (ana silindir, hidrolik haznesi, valfler ve işletici'yi içerir)

Speed Sensors - Hız Sensörleri,

ABS Warning Light – ABS Uyarı Lambası,

Pushrod – İtici Çubuk,

Pedals – Pedallar,

Relays – Röleler,

Caliper – Kaliper (Fren kumpası),

Rotor or Disk – Rotor yada Disk,

ABS Computer – ABS Bilgisayarı,

Backing Plate – Destek Plakası,

Toothed Ring – Dişli Çark,

Hub – Göbek.

Şekil 4.47 ABS sistemi elemanları

ABS, kullanıldığı taşıtın kararlılığını, manevra ve durma yeteneğini artırabilen bir fren sistemidir. Dört-tekerlek ABS, tekerlek kilitlemesini önleyerek, sürücülere acil frenleme durumlarında kararlılık ve yön kontrolü sağlamaktadır. İlk kez 1936 yılında Almanya'da geliştirilen ve patenti alınan ABS, Almanca "antiblockiersystem." teriminden kısaltılmıştır ve İngilizcesi de benzer anlamdaki Anti-lock Brake System dir. ABS, her tekerleğin yakınında dönme hızını algılayarak tekerleklerin çekiş kaybettiği ve kilitlemek üzere olduğunu algılayan sensörelere sahiptir. Elektronik kontrol ünitesi (ECU- Electronic Kontrol Unit) bu sinyalleri değerlendirerek, fren basıncını değiştirmek yoluyla tekerlek kilitlemesini önleyen hidrolik kontrol ünitesine (HCU- Hydraulic Kontrol Unit) komutlar gönderir. Şekil 4.47'de ABS

sistemi elemanları görülebilir.

Sürücü dört-tekerlek ABS 'li bir taşıtın fren pedalına sertçe bastığında, sistem otomatik olarak fren basıncını dört tekerlekte düzenleyerek, tekerlek kilitlemesini önlemek üzere her tekerleğin fren basıncını bağımsız olarak ayarlar. ABS, frenleri saniyede 18 defa kadar pompalayarak, sürücülere belirli ölçüde yönlendirme yeteneği kazandırmaktadır.

Kilitleme önleyici sistemin görevi, kuvvetli frenleme sırasında tekerleklerin kilitlemesini önlemektir. Yani tekerlekler kaymaya başlamaksızın kilitleme sınırına kadar frenlenmelidir.

ABS fren sisteminin fonksiyonu her türlü frenleme koşulu altında aracın; stabilitesini, direksiyon hakimiyetini, optimum şekilde frenlenmesini sağlamaktır ve optimum şekilde frenlemenin anlamı, maksimum yol tutuşunu elde ederek frenleme mesafesini optimize etmektir.

Acil durumlarda fren yapmak gerektiğinde, sürücü; önüne çıkan bir engelden kaçabilmeli, virajlarda hakimiyeti kaybetmemeli, tekerleklerin yol tutuş seviyeleri farklı olsa bile direksiyon hakimiyetini kaybetmemelidir.

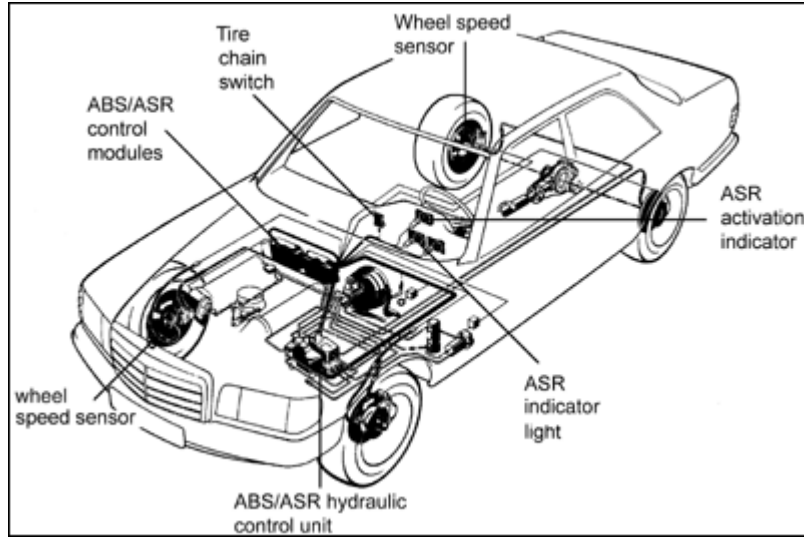
Fren mesafesinin azaltılmasının yanı sıra, ABS fren sisteminin en önemli avantajı, acil frenlemeler sırasında direksiyon hakimiyetinin kaybedilmemesidir. Ancak şu da unutulmamalıdır ki aşırı hızın neden olduğu tehlikeler, hiçbir ABS fren sistemi tarafından telafi edilemez.

4.3.2.6 ASR (Çekiş Kontrol Sistemi)

ASR (Acceleration Slip Regulation - ivme kayması kontrolü) sistemi, frenler ve motor yönetim sistemini birlikte kontrol ederek, tahrik tekerleğinin çekiş yeteneği kaybolduğunda bu durumu algılayarak tekerlek hareketini yavaşlatmakta ve kaymalarını önleyerek, sürücüye yanal ve uzunlamasına dinamik kontrol yeteneği sağlamaktadır. Bu özellik, önlem çekiş yeteneğinin azaldığı kumlu, karlı, yağmurlu yol koşullarında yararlı olmaktadır. Sistem, yol yüzeyinin durumuna göre veya performansın fonksiyonu olarak en uygun sürüş kontrolünü sağlamaktadır. Hangisi olursa olsun, sistem motor tarafından gönderilen torku azaltmak yoluyla devreye girer veya ABS ile koordineli olarak her bir tekerleği bağımsız olarak frenler. Patinaj başladığı anda tekerlek sensörü, fren basınç algılayıcısını ve kontrol ünitesini uyarır. Kontrol ünitesi patinaja kalan tekerleğe titreşim uygulayarak diğer tekerlekle aynı hızla dönmesini sağlar. Buda stabil bir kalkış sağlar. Diğer yöntem ise patinaj yapan tekere fren uygulamak yerine, gazı kesmektir. Kontrol ünitesi enjeksiyon pompası ünitesini uyararak gazı kesmesini sağlar, gaz gerektiği kadar kesilir ve patinaj önlenir. Şekil 4.48'da ASR sisteminin

temel elemanları görülmektedir.

Çekiş kontrolü de ABS gibi modern taşıtlar için önemli bir güvenlik özelliği haline gelmektedir. Ancak yeteneklerinden tam olarak yararlanmak için, geleneksel sürüş stillerinden buna bilinçli bir geçiş yapmak gerekmektedir. Çekiş kontrol yeteneği olan bir taşıta sahip olunur ise, ABS'de olduğu gibi sistemin karakteristiklerini öğrenmek ve sistemi test etmek için güvenli bir alan bulunarak test sürüşleri yapılmalıdır.



Tire chain switch (Lastik zincir düğmesi)

Wheel speed sensör (Teker hız sensörü)

ABS/ASR control modules (ABS/ASR kontrol modülü)

ASR activation indicator (ASR etkinleştirme göstergesi)

ASR indicator light (ASR gösterge lambası)

ABS/ASR hydraulic control unit (ABS/ASR hidrolik kontrol ünitesi).

Şekil 4.48 ASR sistemi temel elemanları

1987 yılında Bosch ilk üretici olarak ABS sisteminin daha gelişmiş olan ASR sistemini piyasaya sürmüştür. ASR sistemi ilk kalkışta ve hızlanmada, tahrik tekerleklerinin aşırı dönmesini engelleyerek, aracın güvenli hareketini sağlar. Bu sistemin diğer kısaltılmış adı İngilizce anlamından dolayı ETC (Electronic Traction Control) olarak da bilinir.

ASR tipleri:

Sınırlı Kaymalı Diferansiyel

Bu sistem, herhangi bir durum için en iyi çekişi sağlayacak motor torkunu transfer eden sistemdir. Elektronik olmayan bu sistem, genellikle yeni çekiş kontrol sistemleri kadar iyi görev yapamamaktadır. Modern sınırlı kaymalı (limited-slip) diferansiyeller gücü kayma

başlamadan hemen önce iyi durumdaki tekerleğe transfer yeteneğine sahiptir, ancak, her iki tekerlek kaygan zeminde ise, sistem etkisiz hale gelmektedir.

Fren Sistemi Çekiş Kontrolü

Bu sistem tıpkı ABS'nin tersi gibi görev yapar. Bu tip sistem bazı sensörler ve elemanlar kullanarak ABS'nin uyguladığı gibi frenleme yaparak tekerleklerin boşa dönmesini önlemektedir. Her tekerlek bağımsız olarak kontrol edilir ve bu çeşitli kayganlıktaki zeminler için mükemmel bir düzenleme sağlar. Genellikle pahalı olmayan ve oldukça etkili olan bu sistem, düşük hız kayması için tasarlanmaktadır. Sistem fren sistemini kullandığından, yüksek hız kaymasında çok fazla sürtünme ve ısı çıkışı olmakta ve fren sistemi elemanlarına hasar verebilmektedir.

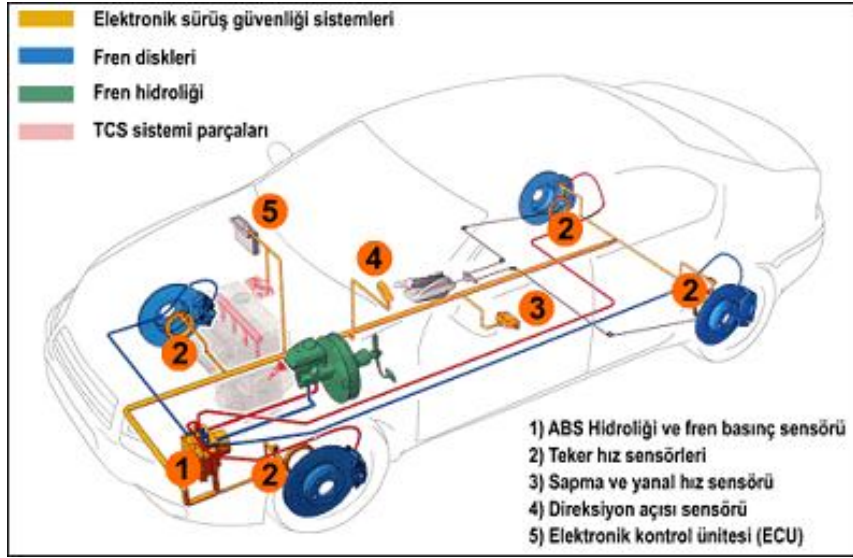
Aktarma Organları Çekiş Kontrolü

Bu sistem, herhangi bir hızda kayan tekerlek veya tekerleklere gönderilen gücü geciktirmektedir. Fren sistemi çekiş kontrolü gibi aynı ABS-tipi sensörler kullanan bu sistem, şu dört işlemi uygulayan bir işlemciye sahiptir: (a) gaz kesme, böylece ekonomi sağlanmaktadır; (b) yakıt beslemesini kesme; (c) ateşleme avansını azaltma; veya (d) silindirleri kapatma. En gelişmiş aktarma organları çekiş kontrol sistemleri bunların tümünü yapmakta, bunlara ek olarak gaz pedalını sürücünün ayağına doğru iterek çalıştığı konusunda sürücüyü uymaktadır. Sistem tüm kaygan zeminlerde gücü kestiğinden, kaymanın arzu edildiği koşullarda sistemi kapatmak için bir düğme bulunmaktadır.

4.3.2.7 ESP (Araç Dinamik Kontrolü)

Her türlü sürüş anında güvenliği sağlamak üzere Bosch firması 1995 yılında FDR sistemi adı altında aktif sürüş emniyetini sağlamak üzere üretime almıştır. Özellikle virajlarda ve ani yol değişikliklerinde FDR sistemi, yıldırım hızı ile motor, şanzıman ve frene müdahale ederek aracın savrulmasını önler. Bu sistemin diğer kısaltılmış adı İngilizce anlamından dolayı ESP (Electronic Stability Programme) ya da VDC (Vehicle Dynamic Control) olarak da bilinir. Şekil 4.49'da ESP sistemi ve elemanları görülmektedir.

FDR sisteminin can noktası olan “devir sensörü” havacılıktan alınmış ve otomobiller için modernize edilmiştir. Son yıllarda bu üç farklı sistemi bir üniteye topladı, bu yeni sistemi ESP (Elektronik Stabilite Sistemi) olarak adlandırdı. Bu sistem sayesinde sürüş güvenliği daha da artırılmıştır. Bu sistemin diğer bir avantajı da düşük maliyeti nedeniyle, sadece yüksek sınıf otomobillerde değil bundan böyle orta sınıf araçlarda da standart olarak bulunabilmesidir.



Şekil 4.49 ESP sistemi

ESP, tekerlek ve direksiyon üzerindeki sensör yani algılayıcılarla çalışan bir sistemdir. Hem direksiyonun hareketlerini, hem de gaz pedalının konumunu inceleyen bir dolu algılayıcı ile birlikte görev yapar. Bu alıcılardan aldığı bilgileri değerlendirip, ona göre hareketlerini ayarlamaktadır. Görevi ise gerekli durumlarda devreye girip, aracın istenmeyen bir pozisyona düşmesini önlemektir. Yani ani girilen bir virajda, ani yapılan direksiyon hareketlerinde (bir engel veya bir cisimden aniden kaçmak isterken) aracın kayarak kontrolden çıkmasını, dolayısıyla da kaza yapmasını veya yoldan çıkmasını engeller.

Aracın direksiyonu ani hareketlerle çevirmiş ise, aracın o anki devri, de alınan virajı dönmeye uygun değilse, ESP duruma müdahale eder. Motor işletim sistemine müdahale ederek tekerleklere ayrı güçler verilmesini sağlar. Fren sistemine hükmederek, her tekerleğe ayrı basınç gönderilmesini, ayrı şiddetlerde fren yapılmasını sağlar. Böylece araç, hızlı girilen bir virajda savrulmayıp, çizgide kalır. Ani engelden kaçma hareketlerinde yine kolayca çizgisine kavuşabilmesini sağlar.

4.4 Asansörlerde Güvenlik

Asansör, binalarda ve inşaatlarda, belirli seviyelerde hizmet veren, esnek olmayan, boyutlan ve yapımı itibarıyla insanları da içine alacak bir kabini olan, tam düşey veya düşey doğrultuya 15 dereceden daha az eğimli olabilen, kılavuz raylar arasında belli duraklara insan ve yük taşıyan araçtır.

Asansörler insan taşımaları sebebiyle güvenlik kavramının öne çıktığı makinelerin başında gelmektedir. Asansörlerin tasarımında alınması gereken güvenlik tedbirleri çoğunlukla

standartlaştırma çalışmalarının konusu olmuş ve pek çok ülkede zorunluluk haline getirilmiştir. Ülkemizde bu konuda genel olarak TSE 10922 EN 81-1 güvenliği sağlayacak kişileri şöyle tanımlar;

- Kullanıcılar
- Servis ve bakım personeli
- Asansör boşluğu, makine dairesi ve varsa makara dairesi dışındaki kişiler.

Yine aynı standart güvenliği sağlanacak maddeler olarak;

- Kabindeki yükler
- Asansör veya servis asansörünün parçaları
- Asansör veya servis asansörünün monte edildiği bina olarak belirlemektedir.

Görüldüğü gibi asansör, oluşabilecek her türlü istenmeyen durum için kendi güvenlik sistemlerini oluşturmalıdır. Asansör güvenlik sistemlerini incelemek için yine aynı standardın olası kaza çeşitleri için yaptığı sıralamayı incelemek gerekir. Asansörde olası kaza çeşitleri şöyle sıralanabilir.

- Koparma
- Ezilme
- Düşme
- Asansörün seyir sınırlarını aşması
- Asansör düşmesi
- Darbe
- Mahsur kalma
- Yangın çıkması
- Elektrik çarpması
- Malzemelerin hasara uğraması
- Aşınmanın ve paslanmanın sonuçları

Güvenlik düzenleri yukarıda sıralanan kaza çeşitlerini önlemek için asansörde oluşturulmuş teçhizatlardan oluşmaktadır. Yeni yaklaşım standartları (başında EN olan ve Avrupa normu özelliği taşıyan) ürün tanımı yerine, oluşabilecek riskleri dikkate alarak, ürün güvenliği üzerine oluşturulmuş standartlardır. Bu yüzden EN standartlarında bahsedilen güvenliklerin sağlanması, ürünün güvenli olduğunun kabulü sayılmaktadır. Asansörde güvenlik şartı TS 10922 EN 81-1/2 standardındaki şartların tam olarak sağlanmasından geçmektedir. Standardın şartlarının uygulanmaması da mümkündür. Ancak bu durumda standartta bahsedilen güvenlik seviyesini sağlamak gerekir.

95/16 Asansör yönetmeliği Ek 1 de bahsedilen temel güvenlik ve sağlık kuralları, bir asansörün güvenli sayılması ve üretimine izin verilmesi için esas noktalardır. Ancak, geniş bir

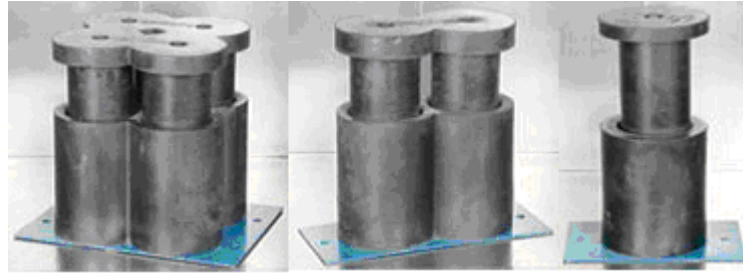
araştırma ve tasarım grubuna sahip olmayan firmalar için, bahsedilen güvenlik seviyesinin oluşturulabilmesinde e kolay yol, standardın tamamen uygulanmasından geçmektedir.

Örneğin insan taşıyan asansörlerde, halatın kopması sonucu kabinin düşmesi veya kabin katta değilken kapıların açılması hayati tehlike oluşturur. Asansörlerdeki güvenlik önlemleri, insan hayatını korumaya yöneliktir ve bunların çoğu yasal zorunluluktur.

Bu önlemlerin başlıcaları şu şekilde özetlenebilir;

Halat kopup, kabin düşmeye başladığında hızı artar. Asansör kabininin bu artan hıza duyarlı olarak devreye giren bir frenleme sistemi (paraşüt düzeni) ile donatılması gerekir. Böylece halat koptuğunda yolcu kabini raylara tutunur ve hayati tehlike önlenir.

Paraşüt düzeninin çalışmaması hali de düşünülerek kuyu dibinde de önlem alınmalıdır. Bunun için kabinin yere çarpma sırasındaki enerjiyi sönmüleyici tamponlar kullanılmaktadır. Bu şekilde kabin içerisindeki yolcuların hayati tehlikeleri önlenmiş olur. Şekil 4.50 Dörtlü, ikiz ve tekli tampon çeşitleri görülebilir.



Şekil 4.50 Dörtlü, ikiz ve tekli tampon çeşitleri

Kabin katta değilken, kat kapılarının kilitli olması sağlanmalıdır. Bunun için de asansör kabinin durduğu kat haricindeki kat kapıları otomatik olarak kilitli duruma geçmelidir. Böylece asansöre binmek isteyenlerin, dalgınlıkla asansör boşluğuna düşüp hayati tehlikeye uğramaları engellenmiş olur.

Son yıllarda kat kapılarının dışında, kabine bağlı bir iç kapı daha bulunması öne çıkmıştır. İç kapı sayesinde kabin içerisindeki insanların, asansör boşluğuna ve kuyu iç duvarlarına teması ve dolayısıyla kolunu veya parmağını sıkıştırıp bir kazaya sebep olması önlenir.

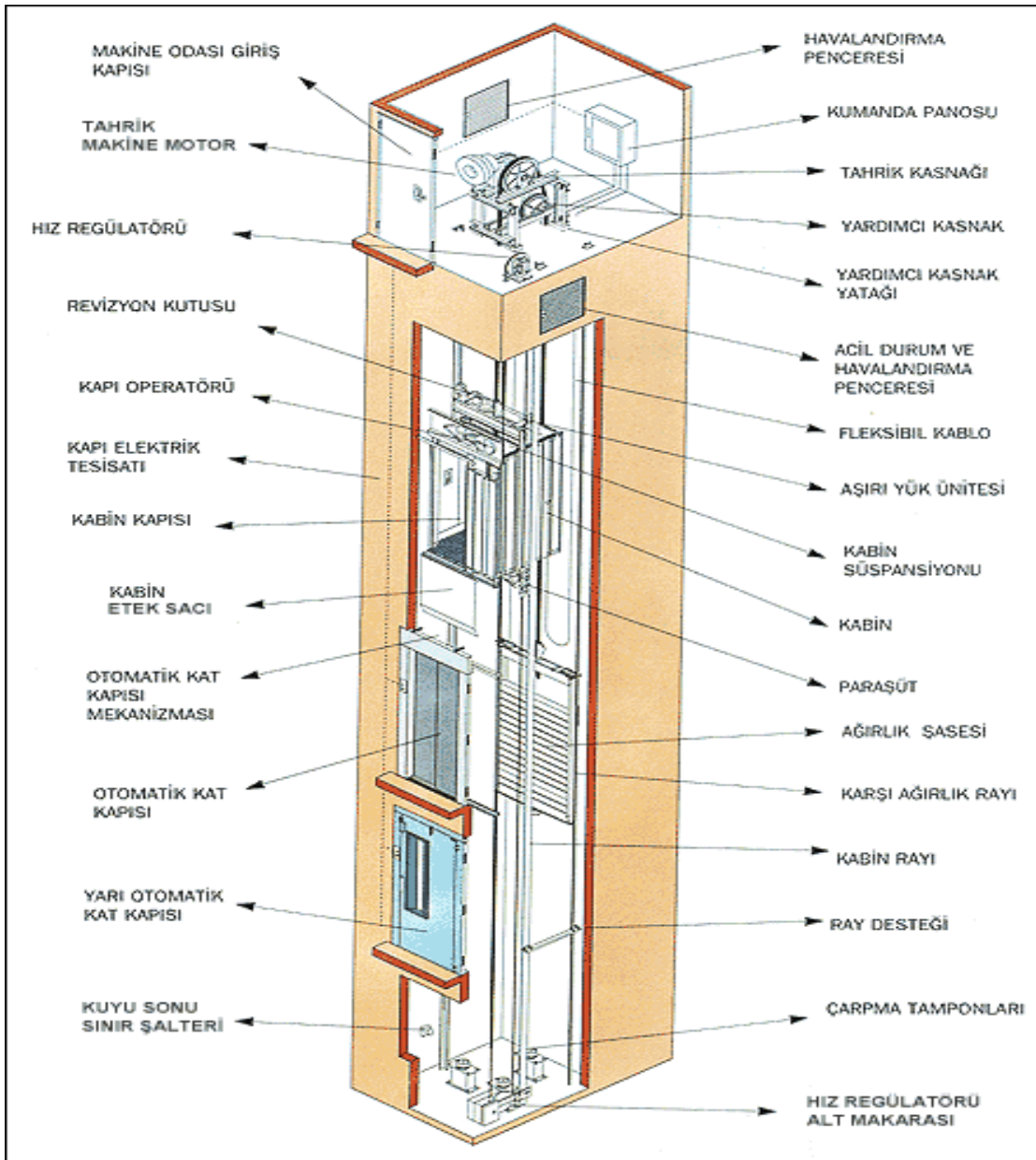
Kapılar tam kapanmadan kabin hareket etmemelidir. Aksi halde asansöre yeni binen veya kolu, ayağı dışarıda kalan kişiler sıkışıp kaza geçirebilir. Bu önlem kapı kontağı ile sağlanır. Yani kapı kapanmadıkça kabinin kontrol devresi kesik kalır

Herhangi bir sebeple kabinin iki kat arasında kalması durumunda, içeriden kumanda ile çalışan ve kabini en yakın kata getirecek (veya imdat sinyali verecek) bir sistemin olması,

içerideki insanların kabinde mahsur kalmalarını önler.

Asansör makinelerinde yaygın olarak kullanılan sonsuz vida sisteminin özelliği sessiz ve küçük boyutlu olmalarının yanı sıra, hareketi motordan kasnağa kolayca iletmesine rağmen, ters yönde gelen hareketlerde kilitleme özelliği göstermesidir. Böylece asansörün hareketsiz kaldığı durumlarda asansör kendi kendine bir frenleme sistemi uygulamış olur.

Herhangi bir sebeple kabinin katlarda durmayıp, sürekli yukarı aşağı hareket etmesi durumunda, içeriden kumanda ile çalışan ve kabini durduracak veya en yakın kata getirecek (veya imdat sinyali verecek) bir sistemin olması, içerideki insanların kabinde mahsur kalmalarını önler. Şekil 4.51’de Asansör kuyusu kesiti ve elemanları görülmektedir.



Şekil 4.51 Asansör kuyusu kesiti ve elemanları

Tamir ve bakım sırasında, tamircilerin kabinin altına veya üstüne sıkışmaması için yeterli boşluk bırakılmalıdır. Bu boşluk, en az bir kişinin oturabileceği kadar (yaklaşık 80 cm) olmalıdır.

Asansörün makine dairesi, tamir- bakım elemanlarının zarar görmemesi için standartlara uygun olarak tasarlanmalıdır. (havalandırma menfezleri vb.)

4.4.1 Durdurma Şalterleri ve Güvenlik Kontakları

Asansörde oluşabilecek sıkışma ve ezilmeler kat kapıları ve kabin kapıları, kabin eşiği ile kuyu arası, kuyuya açılan kapak veya imdat ve kurtarma kapakları, kuyu altı ve kuyu üstünde bakım yerleri, makine dairelerinde oluşabilir. Bu durumlar için asansörde öncelikle durdurma şalterleri konmuştur. Durdurma düzeneği olarak iki konumda kararlı ve asansörün yeniden çalıştırılması ancak bilinçli bir hareketle mümkün olan yapıda şalterler seçilmiştir. Bu şalterler asansörün gerekli yerlerine dağıtılmıştır. Bu yerler sıralanacak olursa;

- Girişlerin tümünde yüzeyi deliksiz kapılar bulunmayan kabinler. (kapısız kabinler dahil)
- Kabin üstünde, bakım kontrol elemanlarının giriş yerlerinden en çok 1 m uzaklıkta makine ve makine dairesinde.
- Kuyu alt boşluğunda.
- Bu sıralanan yerlerde yukarıda tanımlanan yapıya uygun durdurma düzeneği bulundurulması zorunlu hale getirilmiştir. Ayrıca kabin girişlerinde sıkışma ve ezilmeleri önlemek için eşik kontakları veya fotoseller konulması gerekir.
- Kapısız asansörlerde fotosel veya eşik kontakları

Kapılı asansörlerde sıkışma kontakları ve ışık barları kazaları önlemek için konulmuştur. (Yeni yapılacak tüm asansörlerde kabin kapısı konulması zorunludur.)

Bu tür kazaların oluşabileceği diğer yerler ise kuyuya açılan kapak, imdat kapıları, kurtarma kapıları ve kuyu dibi kapılarıdır. Bu açıklıkların bulunduğu yerlerde durdurma düzenleri bulunmasına rağmen hepsinde ayrıca kapı kontakları bulunması gereklidir.

Kontaklardan herhangi birisi açıldığında kontak devreye girerek asansörün hareketi geciktirilmeden durdurulur. Durdurma şalterleri ve sıkışma güvenlik kontaklarının çalışma güvenliğini sağlaması ve günlük kullanımları güvenli bir hale getirmesi için devamlı kontrol altında tutulmaları da gerekir.

Güvenlik kontaklarının özellikleri büyük çoğunlukla standartlarda belirtilmiştir. Ancak her şalter güvenlik kontağı olarak kullanılamaz. Asansörde kullanılan bütün güvenlik kontakları ve şalterleri bahsedilen şu önlemlere sahip olmalıdır. Normalde kapalı kontakları kullanılmayacak özellikte olmalı ve mekanik zorlama etkisiyle devreye girmelidir. Normal durumda basık bulunan kontaklar veya şalterler güvenlik kontağı olarak kullanılamazlar.

Elektrik güvenlik anahtarları çalıştığında, kontakları zorlayıcı mekanik etkiyle ayrılmalıdır. Bu zorlayıcı mekanik etkiyle ayrılma durumu, kontakların birbirine kaynamış olması durumunda dahi gerçekleşmelidir.

Kontakların devreyi birden fazla ayırması durumunda, ayırma sonunda her bir ayırma mesafesi en az 2 mm olmalıdır. İletken malzemenin aşınması kontakların kısa devre olmasına yol açmamalıdır.

4.4.2 Kapı Kilitleri

Kapıların kilitlendiğinin elektriksel ve mekanik olarak kontrolünü yapan fiş-priz ve kilit kontakları, asansörün kapılar kapanmadan hareket etmesi önlerler. Asansör kilitleri, asansörün hareket sırasında kabin içindekilerin kuyu ile, kuyu dışındakilerin kuyu içi ile ilişkisinin kesilmesi ve temasın önlenmesinin ana unsurlarındandır. Şekil 4.52’te çift emniyetli bir kilit ve fiş-priz bağlantısı gösterilmiştir.



Şekil 4.52 Çift emniyetli bir kilit ve fiş-priz bağlantısı

Kilitlerin teknik özellikler özet olarak aşağıda sıralanmaktadır;

1. Durak kapıları: Kapı kanadı veya kanatlarının kilitlenme şartını denetleyen elektrik güvenlik devresi kısmı, zorlayıcı mekanik etki ile ve araya başka mekanizmalar girmeden kilitleme düzeneği tarafından çalıştırılır. Bu düzen ayarı bozulmaz, ancak gerektiğinde ayarlanabilecek şekilde tasarlanmıştır.
2. Kitleme elemanları ve bunların bağlantıları, darbeye karşı dayanıklı, metalden yapılmış veya metal takviyeli olur. Kitleme elemanlarının birbirine geçmesi, kapının açılma yönünde uygulanan 300 N’luk bir kuvvetin kilitlenme etkisini azaltmayacağı bir biçimde olması gereklidir.
3. Kitleme düzeneğinin, sağlıklı çalışmasını engelleyecek toz birikimi tehlikesine karşı

korunması gereklidir. Çalışan parçaların kontrolü, saydam bir kapak kullanılması sayesinde kolayca yapılabilir. Kilit kontaklarının kapalı kutu içerisinde olması durumunda, kutu kapağının bağlantı vidaları kapak açıldığında kaybolmayacak şekilde, kapaktaki ya da kutudaki deliklerinde kalacak şekilde yapılırlar.

4. Durak kapılarından her birinin, kilit açma üçgenine uyacak bir anahtar yardımıyla dışarıdan açılabilmesi gereklidir. Anahtarla birlikte, kilidin açılmasından sonra, tekrar kapama işleminin tam olarak yapılamamasından kaynaklanabilecek kazaları engellenmelidir. Bu yüzden acil durumda bir kilit açma işleminden sonra, durak kapısı kapanınca kilitleme düzeni açık konumda kalmamalı ve kendiliğinden kapanacak şekilde olmalıdır.

5. Her durak kapısı kapının kapanmasını denetleyen ve bir elektrik güvenlik düzeniyle donatılmalıdır. Menteşeli durak kapılarında bu düzen, kapının kapanma kenarının yakınına veya kapının kapalı olduğunu denetleyen mekanik düzenin üzerine takılmalıdır.

6. Kabin kapıları: Her kabin kapısı, uygun olarak kapının kapanmasını denetleyen ve yukarıdaki maddede belirtilen şartları sağlayan bir elektrik güvenlik düzeniyle donatılmalıdır. Kabin kapısının kilitlemesi gerekiyorsa, kilitleme düzeni durak kapılarının kilitleme düzenlerine benzer bir şekilde çalışmalı ve tasarlanmış olmalıdır.

4.4.3 Frenleme Tertibatları

Asansörün herhangi bir şekilde hızı beyan hızının %115'inden fazla bir hıza ulaştığı anda, mekanik bir sistem devreye girerek kabini raylara sıkıştırır ve durdurur. Mekanik fren veya güvenlik sistemi olarak da isimlendirilen bu sistem iki ana parçadan oluşmaktadır. Sistemin devreye girmesini sağlayan regülatör ve sistem devreye girdiğinde kabinin durmasını sağlayan güvenlik düzeni kısmı mekanik freni oluşturan ana parçalardır.

4.4.3.1 Regülatör

Regülatör sistemi hızın mekanik olarak değerlendirilmesini yapan bir sistemdir. Çok değişik çeşitleri olmasına rağmen ortak özellikleri merkezkaç özelliğine bağlı olarak çalışmaları ve belirlenen hıza ulaşınca kendini kilitleyip, üstünde yataklanmış olan regülatör halatının durmasını sağlamaktır. Tamamen mekanik olarak çalışırlar. Şekil 4.53'de bir regülatör görülmektedir.

Elektriksel olarak aşağı yönde kullanılmaları kabul edilmez. Kabin güvenlik düzenini çalıştırmak için hız regülatörü, kabin beyan hızının %115'ine eşit bir hıza erişmesinden sonra devreye girmelidir. Regülatörün devreye girme süresi güvenlik düzeni çalışıncaya kadar tehlikeli hızlara ulaşılmasına olanak vermeyecek kadar kısa olmalıdır. Beyan hızının üstündeki hızlarda ve halat gevşemesinde regülatör kontağı devreyi kesmelidir. Regülatör

kilitleme yönü asansörün aşağı iniş yönünde olmalıdır.

Kuyu altında insan trafiği varsa karşı ağırlıkta da regülatör ve mekanik fren olmalıdır. Kasnak ve halat çapı oranı 30 olmalıdır. Hız regülatörü bir gergi makarası ile veya yayıyla gerilir. Çok esnek bir halatla (minimum 6 mm çap) tahrik edilmelidir. Regülatör halatı güvenlik düzeninden kolayca sökülebilir bir şekilde monte edilerek, gerektiğinde test edilebilirler. Hız regülatörü ya da başka düzen uygun bir elektrik emniyet düzeni yardımıyla, kabin hızı regülatörün devreye girdiği hıza ulaşmadan asansör motorunu durdurmalıdır. Regülatör üzerinde bulunan regülatör halat kontakları, regülatör halatının gevşemesi veya kopması durumunda devreye girerek asansörü durdurur.



Şekil 4.53 Regülatör

Asansörlerde zorunlu olarak olması gereken regülatörlerin özellikleri özet olarak aşağıda verilmiştir. Asansörün en önemli güvenlik düzenlerinden birisi olan regülatörler, gerekli olduğu durumlarda standartta verilen tam metin değerlendirilerek incelenmelidir.

Kabin güvenlik düzenini çalıştırmak için hız regülatörü, beyan hızının %115'ine eşit bir hızdan önce devreye girmemelidir. Devreye girme anındaki hız, aşağıda belirtilenlerden daha küçük olmalıdır.

- Ani frenlemeli güvenlik düzenlerinde, makaralı tip haricinde 0,8 m/s;
- Makaralı ani frenlemeli güvenlik düzenlerinde 1 m/s;
- Ani frenlemeli tampon etkili güvenlik düzenlerinde ve 1 m/s'ye kadar olan beyan hızlarında kullanılan kaymalı güvenlik düzenlerinde 1,5 m/s ;
- 1 m/s'den büyük beyan hızlarında kullanılan kaymalı güvenlik düzenlerinde: $1,25.v + 0,25/v$, m/s

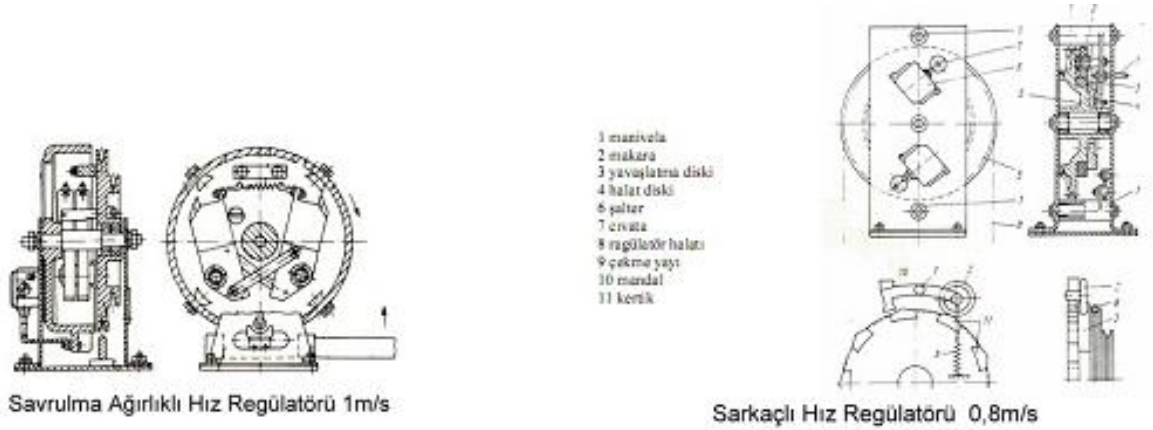
Çok büyük beyan yükü ve çok küçük beyan hızı olan asansörlerde hız regülatörü, bu amaç için özel olarak tasarlanmalıdır.

Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığındaki güvenlik düzenini çalıştıran bir hız regülatörünün devreye girdiği hız, Kabindeki güvenlik düzenini çalıştıranın devreye girdiği hızdan büyük

olmalı, ancak bu oran %10'dan fazla olmamalıdır.

Güvenlik düzenini çalıştıracak dönüş yönü, hız regülatörünün üstünde belirtilmemiştir. Hız regülatörü, bu amaca uygun bir çelik halat ile tahrik edilmelidir. Regülatör halatının anma çapı en az 6 mm olmalıdır.

Hız regülatörü kasnağının (halat ortasından ortasına ölçülen) çapı ile regülatör halatı anma çapı arasındaki oran en az 30 olmalıdır. Halat bir gergi makarasıyla gerilmelidir. Bu makara veya bunun gereği ağırlığı kılavuzlanmalıdır.



Şekil 4.54 Sivrulma ağırlıklı hız regülatörü ve sarkaçlı hız regülatörü

Hız regülatörü veya başka bir düzen uygun bir elektrik güvenlik düzeni vasıtasıyla, kabin hızı aşağı veya yukarı yönde regülatörün devreye girdiği hıza ulaşmadan asansör motorunu durdurmalıdır. Ancak, 1 m/s'den büyük olmayan beyan hızlarında bu düzen hız regülatörünün devreye girdiği hıza ulaşıldığı anda çalışabilir.

Güvenlik düzeninin kurtarılmasından sonra hız regülatörü normal işletme durumuna otomatik olarak gelmiyorsa, uygun bir elektrik düzeni hız regülatörü normal konumuna dönmedikçe asansörün çalışması engellenir. Şekil 4.54'te görülen sivrulma ağırlıklı hız regülatörü ve sarkaçlı hız regülatörleridir.

4.4.3.2 Elektromanyetik Fren

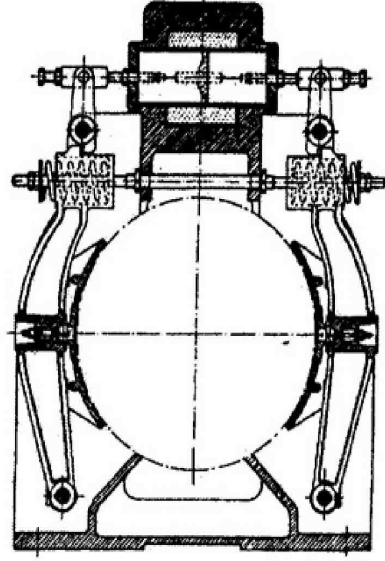
Asenkron motorların duruşu için ayrıca bir fren mekanizmasına ihtiyaç vardır. Frenler normal durumda kapalı durumdadır. Asansör hareket etmeden önce fren mekanizması bir elektromanyetik bobin vasıtası ile açılarak motorun harekete geçmesine müsaade eder. Elektromekanik fren, beyan yüküne ilâve olarak % 25 fazla yüklü kabini, beyan hızıyla hareket halindeyken yalnız kendi etkisiyle durdurabilmelidir. Bu durumdaki kabin frenleme ivmesi, güvenlik düzeninin çalışması veya tamponlara oturma sırasındaki ivmelerden büyük

olmamalıdır.

Fren tamburu veya diski üzerindeki frenleme etkisinin sağlanmasına katkıda bulunan, frene ait mekanik parçaların tümü ikişer adet olmalıdır. Parçalardan birinin devre dışı kalması durumunda dahi, aşağı yönde hareket eden ve beyan yükü ile yüklü kabini güvenlikle durduracak ölçüde frenleme etkisi sağlanmalıdır. Fren mıknatıslarının nüveleri mekanik parça olarak kabul edilir. Fren bobinleri mekanik parça olarak kabul edilmez.

Fren tamburu veya diski, tahrik kasnağı ile doğrudan mekanik bağlantılı olup hareket harici zamanlarda asansörün devamlı kilitli kalmasını sağlar. Frenleme fren tamburu veya diski üzerinde en az iki fren çenesi, fren pabucu veya fren bloğunun tatbikiyle sağlanır. Fren pabuçlarının basıncı kılavuzlanmış, basınç altında çalışan yaylar veya ağırlıklarla sağlanır. Fren çenelerini tutan tije güvenlik olarak kontra somun ilave edilir.

Elektrik kesilmelerinde bir elle kurtarma düzeneği frenler üzerine monte edilmiştir. Asansör makinelerinde çift pabuçlu fren haricinde redüktörsüz modellerde diskli frenlerde kullanılabilir. Şekil 4.55'te motor makine kaplini üzerine monte edilmiş bir elektromanyetik fren gösterilmiştir. Kullanım amaçlarına göre çok çeşitli tiplerde olabilirler.



Şekil 4.55 Motor makine kaplini üzerine monte edilmiş bir elektromanyetik fren

Fren tamburu veya diski, tahrik kasnağı, tambur veya zincir makarası ile doğrudan mekanik bağlantılı olmalıdır. Normal çalışmada, frenin sürekli açık kalması, elektrik akımının kesintisiz uygulanmasıyla sağlanmalıdır. Bu elektrik akımının kesilmesi, birbirinden bağımsız en az iki elektrik cihazı ile sağlanmalıdır. Bu amaçla, tahrik motorunun akımını kesen cihazlar da kullanılabilir. Asansörün durması sırasında bu cihazlardan birinin ana kontaklarının

açmaması durumunda, en geç bunu takip eden hareket yönü değişiminde, asansörün yeniden harekete geçmesi engellenmiş olmalıdır.

Asansör motorunun, jeneratör gibi çalışması durumunda, freni çalıştıran elektrik cihazının motor tarafından beslenmesi mümkün olmamalıdır. Fren bobinini besleyen elektrik enerjisinin kesilmesiyle birlikte fren, ilâve bir gecikme olmaksızın etkili olmalıdır.

Tahrik sisteminde bir elle kata getirme düzeni varsa fren elle açılabilmesi ve elle açma kolu bırakıldığında kendiliğinden kapanmalıdır. Fren çeneleri veya pabuçlarının basıncı, basınç altında çalışan kılavuzlanmış yaylar veya ağırlıklarla sağlanmalıdır. Bant frenlerin kullanılması yasaktır. Fren balataları yanmaz malzemeden yapılmalıdır.

4.4.3.3 Paraşüt Düzeni

Halat kopması veya iniş hızının aşırı derecede artması halinde, asansörü kılavuz raylar üzerinde frenleyerek durduran sistemdir. Kabinin üst veya alt kirişlerine yerleştirilir. Elektrikli, hidrolik veya pnömatik sistemler güvenli olmadığından mekanik olarak çalışırlar. Ani frenleyerek kısa mesafede durdurma, atalet kuvvetleri yüzünden gerek insan, gerekse taşıyıcı elemanlar üzerinde zararlı etki yapacağından, yumuşatıcı ve kaydırıcı paraşüt freni uygulanır. 0,85 m/s asansör hızına kadar kullanılan sert fren etkilerinden başka, kılavuz raylarını da zedeleyebilirler.

Bunlardan, tutma mesafesi 1-2 cm olan paraşüt düzeni sakıncalarından dolayı önemini yitirmiştir. Tüm asansör kabin ve platformları için regülatör yardımcılığı ile birlikte konulması zorunlu olan paraşüt düzeni, karşı ağırlık için de özel bir halde gereklidir. Karşı ağırlığın hareket alanı altında, insanların bulunduğu, konut, büro, toplantı salonları gibi yerler varsa karşı ağırlık da paraşüt düzeni ile donatılmalıdır.

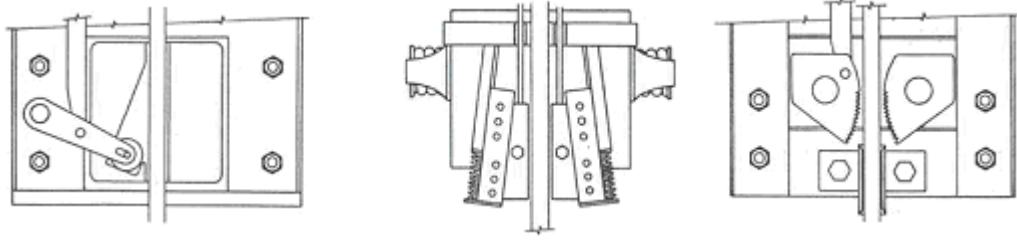
Kabinin aşağı yönde hareketi sırasında normal hızının 1,4 katını aşması, halatların kopması veya halatlardan birinin fazla uzaması halinde, kabin paraşüt düzeni vasıtasıyla kılavuz raylara tespit edilir. Bu düzen kabinin altına veya üstüne yerleştirilir. Bu sırada motor ve fren şebekeden ayrılır. Paraşüt düzeninin kabin hızına bağlı olarak kullanılan başlıca iki türü vardır.

- Ani Olarak Etki Eden Paraşüt Düzeni
- Kademeli Olarak Etki Eden Paraşüt Düzeni(Mekanizması)

Ani Olarak Etki Eden Paraşüt Düzeni

Bu tip paraşüt düzeni 1 m/s'lik kabin hızlarına kadar kullanılırlar. Kabini durdurma mesafesi küçük olduğundan kabin ve kılavuz raylar aşırı zorlanır. Daha büyük hızlarda paraşüt düzeni

çalıştığı zaman yolcular şok etkisi altında kalacağından, bu tip paraşüt düzeni tercih edilmez.. Ani etki eden paraşüt düzenleri (a) tırtıllı tip (b) masuralı tip (c) köşeli tip olmak üzere üç değişik tiptedir. Şekil 4.56’te ani olarak etki eden paraşüt düzenleri görülmektedir.



Şekil 4.56 Ani etki eden paraşüt düzenleri (a) tırtıllı tip (b) masuralı tip (c) köşeli tip

Tırtıllı tipi paraşüt düzeni, Şekil 4.56(a)'da görüldüğü gibi paraşüt düzeni testere dişli kamlarla tutturulmuştur. Bunlar kabinin her iki tarafına kılavuz raylar sıkıştırarak tarzda yerleştirilmiştir. Bunlar aralarında mekanik olarak temastadırlar. Manivela koluna bağlı bulunan ve regülatör halatı adı verilen çelik halat çekirdeği zaman kamlar kılavuz rayı sıkıştırarak kabinin durmasını sağlarlar.

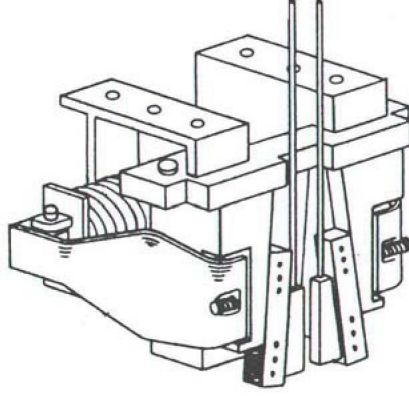
Masuralı tip paraşüt düzeni, şekil 4.56(b)'de görüldüğü gibi sertleştirilmiş bir çelik silindir gittikçe daralan çeneye girer ve böylece kılavuz rayın karşısında kendi sıraya giren bir tampon levha oluşturur. Bu tip paraşüt düzeni genellikle düşük hızlarda çalışan ağır yük asansörlerinde tercih edilir.

Köşeli tip paraşüt düzeni, Şekil 4.56(c)'de görüldüğü gibi çelik çeneler eğimli dökme demir bloklara yerleştirilmiştir. Çenelerin kılavuz rayla birleşmesi anında bir takoz hareketi meydana gelir ve paraşüt düzeni kilitlenir.

Kademeli Olarak Etki Eden Paraşüt Düzeni

Hızı 1 m/s den büyük olan modern asansörlerde genellikle bu tip paraşüt kullanılır. Kademeli olarak etki eden paraşüt düzeninde kılavuz raylara uygulanan durdurucu kuvvet kademeli olarak büyüdüğünden kabin gerek kılavuz raylara gerekse yolculara bir zarar vermeksizin darbesiz olarak durur. Bu tip paraşüt düzeni halat kopma esasına göre çalışabilir, fakat daha çok kullanılan metot bu düzenin çalışmasını hız kontrol cihazına bağlı kılmaktır.

Basma yaylar bulunan kaymalı paraşüt düzeninde frenleme kuvveti, serbest düşmeye geçen kabinin emniyetle durmasını sağlamaktadır. Çözme tesisatlı kaymalı güvenlik düzeni hızı 6 m/s az olan asansörlerde kullanılmaktadır. Paraşüt düzeni sadece aşağı doğru ve sürtünme katsayısı 0,1 değerindedir. Kaymalı paraşüt düzenine ait şematik resim Şekil 4.57'de görülmektedir.



Şekil 4.57 Kaymalı paraşüt düzeni

4.4.3.4 Sensörlü Disk Fren

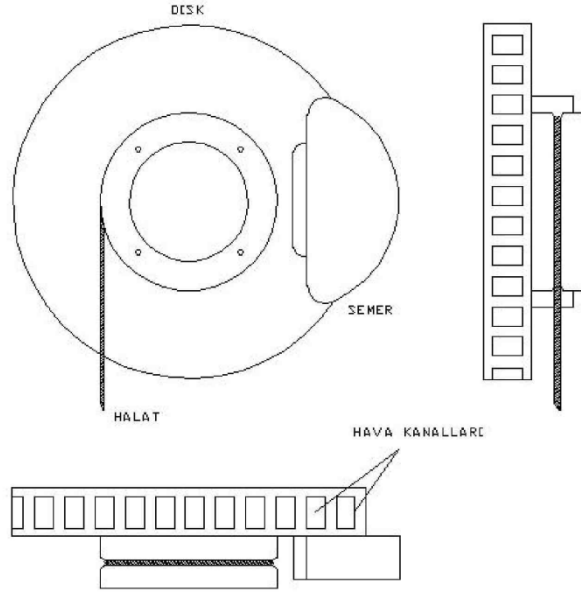
Paraşüt ve frenleyicisi sisteminde, asansör kabini normal hızının %15 üzerine çıktığında, frenleme etkisi devreye girer. %15 fazla hız ayarı yay kuvveti ayarlanarak yapılmaktadır. Burada birkaç problem çıkabilir. Örneğin yay kuvvetinin ayarı çok hassas yapılamayabilir. Ya da asansör kabini normal hızının %13-14 gibi üzerinde bir değerle aşağıya doğru indiğinde ne olacağıdır. Dolayısı ile sadece %15 gibi bir hız artışına duyarlı olan ve her zaman ayarlanabilme gibi bir özelliği olmayan paraşüt ve frenleyicisi sisteminde bu durum tehlike yaratabilir. Asansör kabini frenlenemezse, duramayacağından, aşağıya sert bir şekilde çarpacaktır. Bir diğer problem de, paraşüt kendini bloke ettiğinde ve frenleme olduğundadır. Bu iş, normal hızın %115'ine gelindiğinde olacağı için bu safhaya kadar asansör biraz hızlanacaktır. Frenleme yapıldığında, asansör kabini içindekileri sarsacak ya da zarar verecek sert bir durma meydana gelecektir.

Bu iki problemi iyileştirme amacıyla ilk olarak paraşüt ve frenleyicisinin yerine paraşütün bulunduğu kısma sensörlü bir disk fren konulması uygun olacaktır

Sensörlü disk fren, taşıtlarda kullanılan disk frenlere benzer yapıdadır. Kasnak yerine içinde hava kanalları bulunan bir disk kullanılmaktadır. Asansör halatı yine asansör kabininin üstünden çıkar ve bu diske bağlı göbekten geçerek, makine dairesindeki diğer kasnaktan dolaşır ve tekrar asansör kabinine bağlanır.

Sistemin çalışma prensibi şu şekildedir: Eş eksenli monte edilen disk ile göbek birlikte dönerler. Göbek 6 mm'lik güvenlik halatını döndürür. Disk üzerinde ise bir semer bulunur. Bu semerin içinde diskin iki yüzeyine de yaslanan balatalar, frenleme sırasında hidrolik basınç ile diski her iki yönden eşit kuvvetle sıkıştırırlar ve frenleme yaparlar. Diskin göbekten

büyük imal edilmesinin amacı, moment prensibine göre daha küçük kuvvetler uygulanarak frenleme yapılmasıdır.



Şekil 4.58 Sensörlü disk fren

Burada, disk içine kanalların açılmasının nedeni, semer tarafından örtülü olmayan kısımların içine hava akımlarının girmesi ve sistemin kolayca soğutulabilmesidir. Aksi takdirde yüksek ısılar sistemin işleyişini geciktirir ya da zarar verebilir. Hava kanalları sayesinde iyi bir ısı transferi gerçekleşir. İçeriye alınan hava akımı ve disk yüzeyi arasında konveksiyon (Taşınım) gerçekleşir.

Hidrolik basıncı sağlayacak bir pompa ve fren hidroliği deposu ya makine dairesine ya da üst kısma yerleştirilir. Ne zaman ve hangi hızlarda frenlemenin yapılacağı önemlidir. Bu iş için de hıza duyarlı elektronik bir sensör kullanılır. Sensörün hassasiyeti ya da programlanabilir olması ile çok küçük toleranslarda bir hız artışı dahi olsa balatalar disk freni durduracaktır. Başka bir ifadeyle, asansörün işleyişi sürekli frenlemeler ile olacağından, ani duruşlara veya tam frenlemeye gerek kalmadan konforlu bir asansör yolculuğu yapılabilmektedir.

Sensörlü Disk Frenin Avantajları

- Maliyetleri yüksek değildir. Özellikle disk frenin maliyeti artık otomobil sektöründe de kullanıldığından düşüktür. Sistemde basit bir sensör kullanılabileceğinden hız algılamının maliyeti de yüksek olmayacaktır. Maliyeti arttıran tek bileşen, hidrolik sıvısına hareket kazandıracak olan pompa olabilir.
- Bu sistem sayesinde yıllardan beri kullanılan kazık frene ihtiyaç duyulmamaktadır.
- Daha güvenli ve konforlu bir asansör sistemi ortaya konmaktadır.

- Kullanılabilirlik alanı geniştir. Farklı asansör ve kabin türlerinde de aynı sistem kullanılabilir.

Sensörlü Disk Frenin Dezavantajları

- Pompanın ve hidrolik sıvısı için deponun asansör sistemlerine yerleştirilebilmesi için, boş alanı optimum kullanmak adına iyi bir tasarımın yapılması gerekir.
- Ek olarak sistemde bir hidrolik pompa ve yağ deposu düşünülmelidir.
- Balataların aşınması söz konusu olduğundan birkaç yılda bir değiştirilmeleri gerekir.

4.4.4 Kabin

Asansör kabini amacına göre yük veya insanların seyir mesafelerinde güvenli bir şekilde taşınmalarını sağlayan çelik konstrüksiyondan yapılmış, çelik profil iskelet ile askı halatlarına bağlı, olan taşıma bölümüdür

Kabin girişlerinde sıkışma ve ezilmeleri önlemek için eşik kontakları veya fotoseller konulur. Bu asansörlerde kabin girişi ve kuyu duvarı arasında deliksiz düz bir yüzey bulunmalı ve aralarında en çok 2 cm aralık olmalıdır. Bu kabinlerin içinde ayrıca iki konumlu durdurma şalteri bulunur. Buna rağmen kazaların artması yüzünden 1995 yılında çıkan yönetmelik 1996 Nisanından itibaren bütün kabinlere kapı konmasını zorunlu hale getirmiştir. Böylece kabin ile kuyu arasındaki yüzey kabinden soyutlanmış ve kabin kapısı kapanmadan asansörün hareketi önlenmiştir. Kabin kapısı kabin hareket etmeden önce kilitlenir. Kabin kapılarında sıkışmayı önleyici sıkışma kontakları veya fotoseller konmuştur. Bu tip kabinlerde durdurma şalteri yerine kapı açma butonu bulunur.

Kabin girişleri kapılarla donatılır (bütün asansörlerde). Kabin kapılan yüzeyleri deliksiz olarak yapılır. Kabin kapılan kapandıklarında, çalışma için gerekli olan aralıklar haricinde, kabin girişini tam olarak kapatmalıdır. Herhangi bir arıza anında Kabin içindeki şahıslara daima dışarıdan yardım edilebilmelidir. Kabin tavanında, insanların kurtarılması ve boşaltılması için bir imdat kapağı yapılmalı, bunun boyutları en az 0,35 m x 0,50 m olmalıdır.

Kabin tamamen deliksiz duvarlar, taban ve tavan ile çevrelenmiş olmalıdır.

Kabin içi serbest yüksekliği en az 2 m olmalıdır. Bu bir insanın rahatça durabileceği ve kendini rahat hissedebileceği yüksekliktir. Kabinlerin normal olarak kullanılan girişlerinin serbest yüksekliği en az 2m olmalıdır.

Deliksiz yüzeyli kapıları olan kabinlerde, kabinin alt ve üst kısımlarında havalandırma menfezleri bulunur.

Duvarlar, taban ve tavan yeterli bir mekanik dayanıma sahip olması gereklidir. İskelet,

patenler, duvarlar, taban ve tavandan meydana gelen kabin normal işletmede, güvenlik düzeninin çalışmasında veya kabinin tamponlara çarpmasında maruz kaldığı kuvvetlere dayanacak bir mekanik yapıya sahip olmalıdır.

Kabin duvarları, tabanı ve tavanı, gerek çok kolay yanabilme ve gerekse çıkabilecek gaz ve dumanın cinsi ve miktarı itibarıyla tehlikeli olabilecek malzemelerden yapılmamalıdır. Ayrıca makine emniyeti yönetmeliğine göre kaymaz malzeme kullanılması zorunludur.

Her kabin eşiğinin altında, karşısındaki durak kapısının genişliğinde bir kabin eteği monte edilir. Düşey bölümün ucu, aşağıya doğru, yatay düzlemle en az 60°'lik bir açı yapacak şekilde eğik bir kısımla uzanacak biçimde olur. Bu kısmın yatay düzlemdeki izdüşümü 20 mm' den az olması sağlanır. Eteğin düşey bölümünün yüksekliği en az 0,75 m olmalıdır.

Kabin üstü ile açık durak kapılarının üst kenarı arasında bir boşluk varsa, kabin girişinin üst kısmı, yukarıya doğru, durak kapısının genişliğinde ve boşluğu örtecek bir düşey panel ile uzatılmalıdır. Bu konu önlem, yükleme rampası hareketi kumandasına sahip asansörler için geçerlidir.

4.4.5 İmdat Kapakları

Yan yana bulunan iki kabin arasındaki yatay açıklığın 0,75 m'yi aşmadığı durumlarda imdat geçiş kapıları kullanılabilir imdat geçiş kapıları varsa, bunlar en az 1,8 m yükseklikte ve 0,35 m genişlikte olmalıdır.

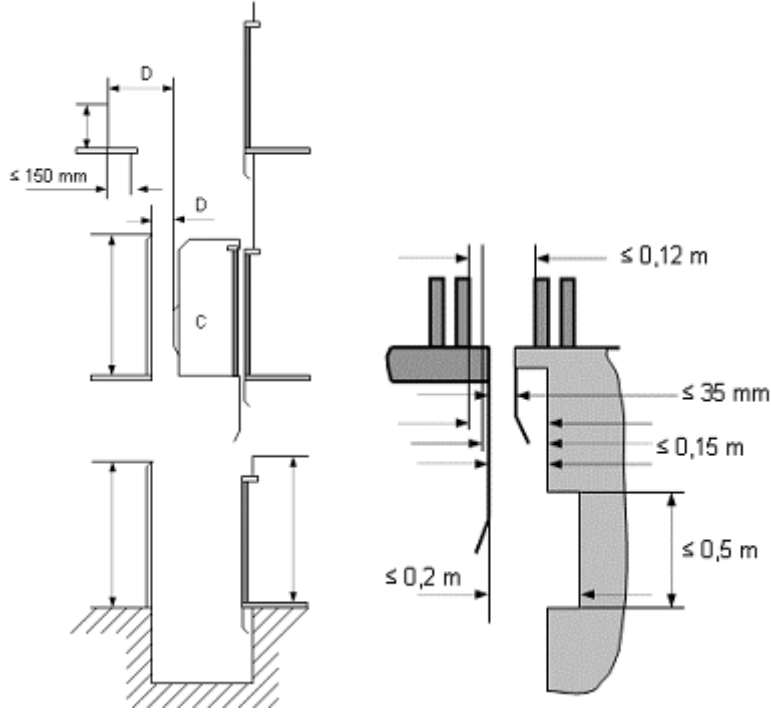
İmdat kapakları veya imdat geçiş kapıları elle kilitlenebilir bir düzene sahip olmalıdır. İmdat kapakları kabin üstünden anahtara gerek olmadan, kabin içinden ise kilit açma üçgenine uyan bir anahtarla açılabilir. İmdat kapakları kabin içine doğru açılmamalıdır. İmdat kapakları açık konumda iken kabin kenarından dışarı taşmamalıdır.

İmdat geçiş kapıları da aynı kuyu içerisinde 2 kabinin çalıştığı asansör sistemlerinde kullanılabilir. Kabin dışından anahtara gerek olmadan, kabin içinden ise kilit açma üçgenine uyan bir anahtarla açılabilir. İmdat geçiş kapıları, kabin dışına doğru açılmamalıdır. İmdat geçiş kapıları, kuyu içerisindeki bir kabinden diğerine geçişi engelleyecek şekilde karşı ağırlığın veya dengeleme ağırlığının yolu üzerinde veya sabit bir engelin önünde bulunmamalıdır (Kabinler arasındaki ayırıcı putreller bu kapsamın dışındadır).

İmdat kapı ve kapaklarında bulunan kilitleme düzeni, kilitleme durumunda uygun bir elektrik güvenlik düzeniyle denetlenmelidir. Bu düzen, kilitlemenin etkili olmadığı durumlarda asansörü durdurmalıdır. Asansörün tekrar devreye alınması ancak, kasıtlı bir tekrar kilitleme işleminden sonra mümkün olmalıdır.

4.4.6 Kısmen Kapalı Asansör Kuyusunda En Az Açıklıklar

Bir asansör tesisinin tasarımı yapılırken kabin ile kuyu arasındaki mesafe de yaralanmaları ve sıkışmaları önlemek için güvenlik açısından uygun bir değerde olmalıdır. Bu amaçla tasarımcı asansör standartlarının öngördüğü değerleri kullanmalıdır. Şekil 4.59'da bu açıklıklar gösterilmektedir.



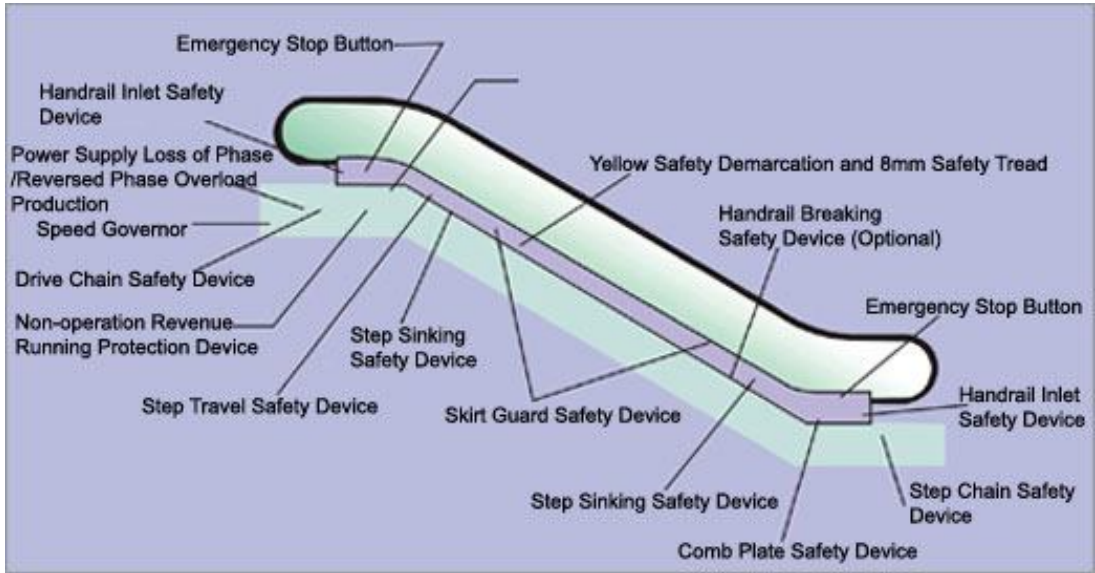
Şekil 4.59 Asansör kuyusunda en az açıklıklar ile kabin-kabin girişine bakan kuyu duvarı arasındaki açıklık değerleri.

- C: Kabin
- H: Duvarların yüksekliği (Mimari detaydır)
- D: Asansörün hareketli kısımlarına yatay mesafe (~150 mm)

4.5 Yürüyen Merdivenlerde Güvenlik

Yürüyen Merdivenler insanları yönlendirmekte özellikle alışveriş merkezlerinde yoğun olarak kullanılmaktadırlar.

Yürüyen merdiven hızı trafik hesabına göre değişmekle birlikte 0.5 m/s ile 0.8 m/s arasındadır. Daha yüksek hızlarda merdivenlerden iniş ve merdivenlere biniş olayı zorlaşmakta ve kaza riski yaratmaktadır. Şekil 4.60'ta yürüyen merdivenlerde güvenlik detayları görülmektedir.



Günlük yaşantıda sık karşılaşılan bu taşıma aracı için alınan güvenlik önlemleri şu şekilde sıralanabilir:

Emergency Stop Button – Acil Durdurma Butonu

Handrail Inlet Safety Device – Yürüyen Korkuluk Giriş Güvenlik Cihazı

Power Supply Loss Of Phase/Reversed Phase Overload Protection

Speed Governor – Hız Yöneticisi

Drive Chain Safety Device – Sürücü Zincir Güvenlik Cihazı

Non-Operation Revenue Running Protection Device

Step Travel Safety Device – Basamak Hareketi Güvenlik Cihazı

Step Sinking Safety Device – Basamak Kaybolma Güvenlik Cihazı

Skirt Guard Safety Device – Etek Koruma Güvenlik Cihazı

Comb Plate Safety Device – Ayırma Levhası Güvenlik Cihazı

Step Chain Safety Device – Basamak Zinciri Güvenlik Cihazı

Handrail Breaking Safety Device (Optional) - Yürüyen Korkuluk Frenleme Güvenlik Cihazı (Seçmeli)

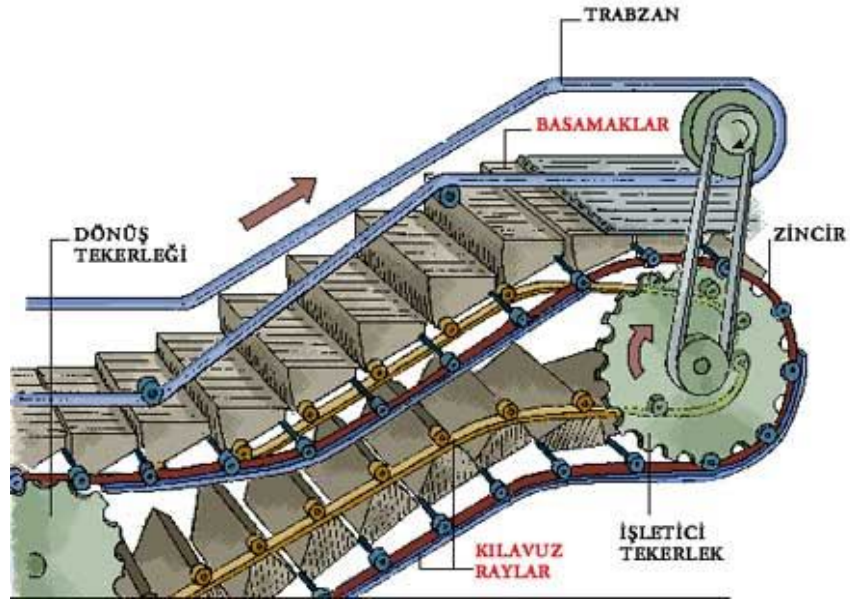
Yellow Safety Demarcation And 8mm Safety Tread – Sarı Güvenlik Sınırlaması ve 8 mm Güvenlik Basamağı

Şekil 4.60 Bir Yürüyen merdivende bulunan güvenlik elemanları

Yürüyen merdivenlerde insanın ayakta durabilmesi ve elinin merdiven kenarlarındaki saclara takılmaması için kayar el bantları yapılmıştır. Bu sayede hareket halinde tutunulan yüzeyde yolcu ile birlikte hareket etmektedir. Aksi takdirde kişiler (sac veya cam) korkuluklara dayandıklarında geriye doğru çekilecekler ve dengelerini kaybedeceklerdir.

Yolcuların ayakkabı bağları veya kıyafetlerinin merdiven ile kenarlardaki boşluklara takılıp düşmemeleri için kenar yükselticileri konmuştur. Bu şekilde kenardaki boşluklar minimuma

indirgenmiş olmaktadır.



Şekil 4.61 Yürüyen merdivenlerde güvenlik detayları

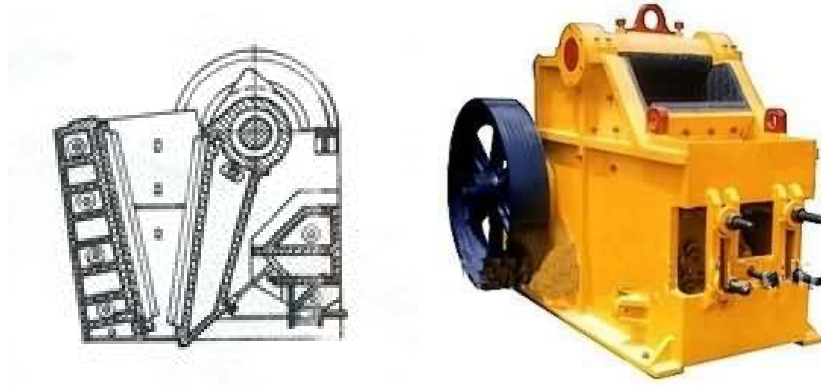
Yürüyen merdivenlerin iniş ve biniş kısımları güvenlik bölgesi olarak adlandırılır ve merdiven bitmesine rağmen bu kısma kayar el bantları uzatılarak kullanıcıların dengesini kaybederek kayar el bandına tutunması durumunda rahat bir şekilde inip binmesi sağlanır. (Şekil 4.60'ta bir yürüyen merdivenin aksamaları görülmektedir)

4.6 Değirmen ve Öğütücülerde Güvenlik

Konkasörler, değirmenler ve öğütücülerle çalışma prensipleri nedeniyle ezilmeler başta olmak üzere kazalara ve yaralanmalara sebep olabilen makinelerdir. (Şekil 4.62) Bu makinelerin tasarımında alınan bazı önlemler şu şekilde sıralanabilir.

Kuru ve yanıcı maddelerin öğütüldüğü makinelerde, öğütme ile ilgili kısımlar, bronz, veya pirinç gibi çarpma ile kıvılcım çıkarmayacak malzemeden yapılmasına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde çıkan kıvılcımların yangına sebep olması mümkündür. Öğütülecek malzeme, önce mıknatıs ile tel, çivi gibi demir parçalardan tamamen ayıklanması için öğütme makinesinin malzeme giriş kısmına bir elek düzeni tasarlanır.

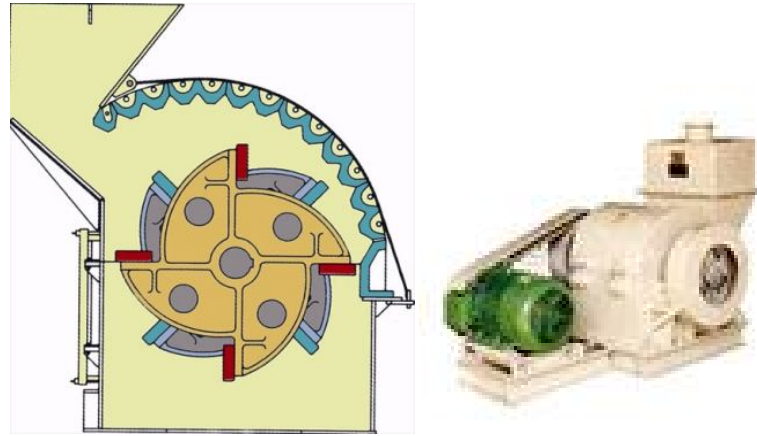
Konkasörler, taş fırlamalarına karşı korunmuş olmalıdır. Bu yüzden çepeçevre koruyucu ile kaplanması uygundur. Açıkağızlı döner konkasörler üzerine işçilerin düşmemeleri için mutlaka korkuluk yapılmalıdır.



Şekil 4.62 Konkasörler

Mekanik besleme düzeni öğütücülerde güvenliği sağlayan düzenlerden biridir. Bu sayede işçilerin uzuvlarının öğütücüye yaklaşması önlenmiş olur.

Elle beslenen helezon dişli öğütücülere, dar boğazlı bir besleme hunisi konması ve bu huninin boğaz çapı 5 cm.den fazla ve boğazın, dişliye olan aralığı da 15 cm.den az olmaması gereklidir. Besleme hunisi işçinin elinin tehlikeli bölgeye girmesi önler.



Şekil 4.63 Darbeli kırıcı

Maden hurdası kırıcılarının (değirmen) bulunduğu yerlerin etrafı, sağlam ve yeteri yükseklikte bir duvar veya paravana ile çevrilerek sıçrayabilecek parçaların çevredeki kişilere zarar vermesi önlenir.

Silindirli kırıcılar, değirmenler ve merdaneli öğütücülerde, besleme ağzlarına huni veya oluk gibi uygun düzen yapılmalıdır ve tehlikeli bölgeye elin girmesi önlenir. (Şekil 4.63)

4.7 Paketleme Makinelerinde Güvenlik

Doldurma, ambalaj ve kutulama tezgahlarının tasarımında, aşağıda sıralanan güvenlik önlemleri alınır.

Şişe doldurma tezgahlarında gelen ve giden şişe, kavanoz gibi cam malzemelerin, taşındıkları konveyörlerde düşüp kırılmalarının ve kişilere zarar vermelerini engellemek için konveyörlerin iki yanına boydan boya uygun yükseklikte kenar korkulukları yapılır. Şekil 4.64'te Paket makineleri (Paket ağzı kesme ve şişe doldurma) görülmektedir.

Basınçlı şişe doldurma tezgahlarının doldurma, mantar veya kapak takma yeri, çalışma tabanından itibaren şişeyi 10 cm. aşacak şekilde uygun koruyucularla korunur.

Şişe doldurma tezgahlarında, çalışma sırasında kırılan cam ve kavanozların etrafa saçılmaması için fiberglas ya da metal malzemedeki toplama tepsi yapılması bir önlemdir. Bu şekilde düşen şişeler kesiklere yol açmaması sağlanır. Orada toplanan kırıklar hem geri dönüşüme rahat sevk edilebilir.



Şekil 4.64 Paket makineleri (Paket ağzı kesme ve şişe doldurma)

Otomatik veya yarı otomatik teneke doldurma ve kapama tezgahları, tamamen koruyucularla korunmalıdır, Bu koruyucularda yalnız kutuların girmesi ve çıkması için kutu büyüklüğüne uygun delikler bırakılır, bunun yanı sıra lehim veya yapıştırıcıda çıkan duman ve kokuları dışarı atacak uygun bir aspirasyon düzeni düşünülmelidir.

Çuval doldurma tezgahlarında, doldurma borusunun önü, saydam (fiberglas) ve menteşeli kapaklarla örtülü olacaktır. Bu şekilde hem doldurma işlemi izlenebilir. Hem de menteşeli yapı sayesinde rahatça doldurma ağzındaki çuval değiştirilebilir.

Paketleme tezgahlarında paket kağıdını kesen bıçaklar ya da poşetin ağzını yakan kısımlar tehlike yaratabilir. Bu yüzden bu bıçaklar makine dururken sürekli özel tasarlanmış yuvalarında durmalıdırlar. Makine çalışırken de aynı şekilde bıçaklar kesme işleminin ardından başlangıç konumuna dönmelidir.

4.8 Konveyörlerde Güvenlik

Bir bantlı konveyörde insan hayatı ve sağlığı yönünden en önemli tehlike konveyörün kapma noktalarıdır. Genellikle konveyörlerde iş kazaları el, ayak gibi uzuvların kasnak, makara, tambur gibi dönme hareketi yapan elemanlara sıkıştırılması sonucu yaşanmaktadır. Dolayısıyla bir konveyör tasarımı yaparken kapma noktaları adı verdiğimiz bu kısımlarda güvenlik önlemleri alınması gerekir. Konveyörün kapma noktaları Şekil 4.65'te görülmektedir.

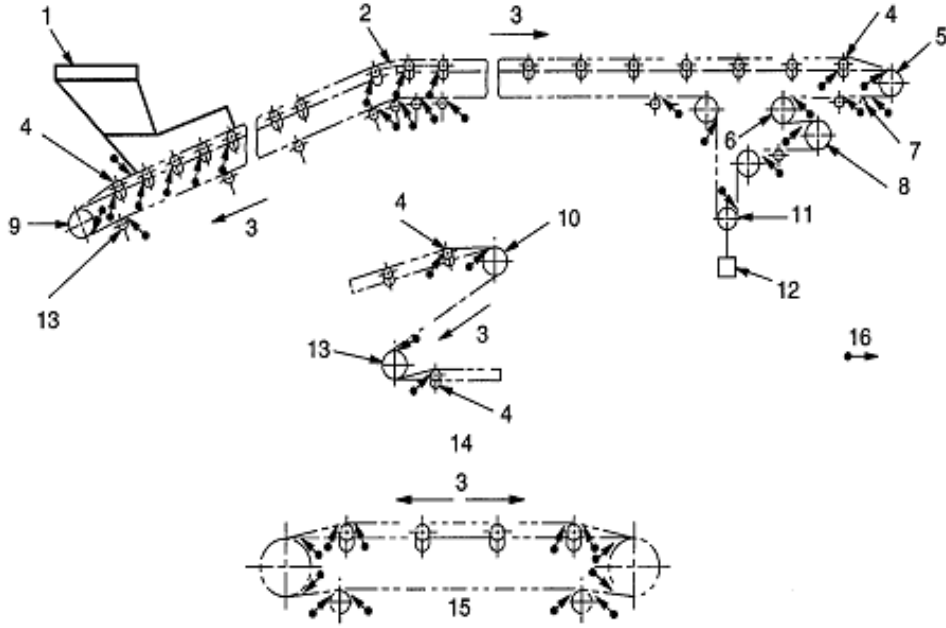
Konveyörün kapma noktalarından birini, örnek olarak Şekil 4.66'da görülen tahrik tamburunu ele alınırsa. Tahrik tamburunda sabit bir kapalı koruyucu kullanarak güvenliğe yönelik tasarım yapılabilir. Bu durumda koruyucunun tambur merkezinden uzaklığı "a mesafesi" standartların öngördüğü değerlerde seçilmelidir (Çizelge 4,3).

Çizelge 4.3 Kullanılacak sabit kapalı koruyucu kenarının kasnak, makara veya tamburun merkezinden asgari mesafesi (a mesafesi).

Kasnak, makara veya tambur çapı mm	"a" mesafesi mm
200	950
315	950
400	950
500	950
630	1000
800	1000
1000	1050
1250	1100
1400	1100
1600	1100
(1800)	1150
(2000)	1150

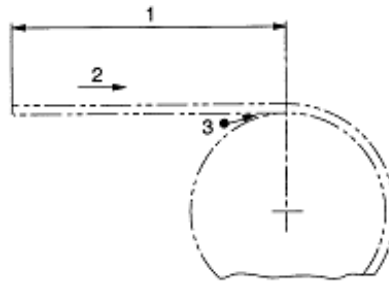
Konveyörlerde paketlenerek üst üste dizilmiş ağır plastik ürünler bant üzerinde ilerlerken bantın hızından ve sabit olmamalarından dolayı devrilip hatta düşerek çevredekilerin yaralanmasına sebep olabilirler.

Plastik parçaların konveyör bant üzerine düşmesi ve taşınması esnasında meydana gelen sürtünmeden dolayı yüksek oranda statik yük oluşmaktadır. Bu statik yük plastik parçaların istem dışı hareketlerine ve de hız değişimlerinden dolayı devrilmelerine neden olabilmektedir.



- | | |
|---|------------------------------|
| 1 -Besleme silosu | 9 -Kuyruk kasnağı |
| 2 -Dışbükey dönüş konumundaki makaralar | 10 -Tripper boşaltma kasnağı |
| 3 - Bant hareket yönü | 11 -Germe kasnağı |
| 4 - Geçiş makarası | 12 -Germe ağırlığı |
| 5 - Baş kasnağı | 13 -Yönlendirme kasnağı |
| 6 - Saptırma kasnağı | 14 -Tipik tripper |
| 7 - Skreyper (sıyırıcı) | 15 -Tersinir bant |
| 8 - Tahrik kasnağı | 16 -Kapma noktaları |

Şekil 4.65 Bir bantlı konveyörde kapma noktaları.



Şekil 4.66 Bantlı konveyörün tahrik tamburunda kapma noktası.

- | | |
|-----|-------------------|
| 1 - | “a” mesafesi |
| 2 - | Bant hareket yönü |
| 3 - | Kapma noktası |

Problemin çözüm aşamasında konveyör bant üzerine yerleştirilecek bir statik önleyici bar ile ortamdaki ve parçadaki statik yük nötralize eder. İstifleme ünitesinin üst kısmına şekil 4.67’de görüldüğü gibi birbirine karşılıklı gelecek şekilde zıt kutuplara sahip olan statik yükleyici çubuk (charging bar) yerleştirilir. Böylece ürünler birbirlerine ve hatta ambalaj yapılına kadar sabitlenmiş olur. Bu sayede güvenli bir iletim sağlanır.



Şekil 4.67 Konveyör üzerindeki statik yükleyici çubuklar

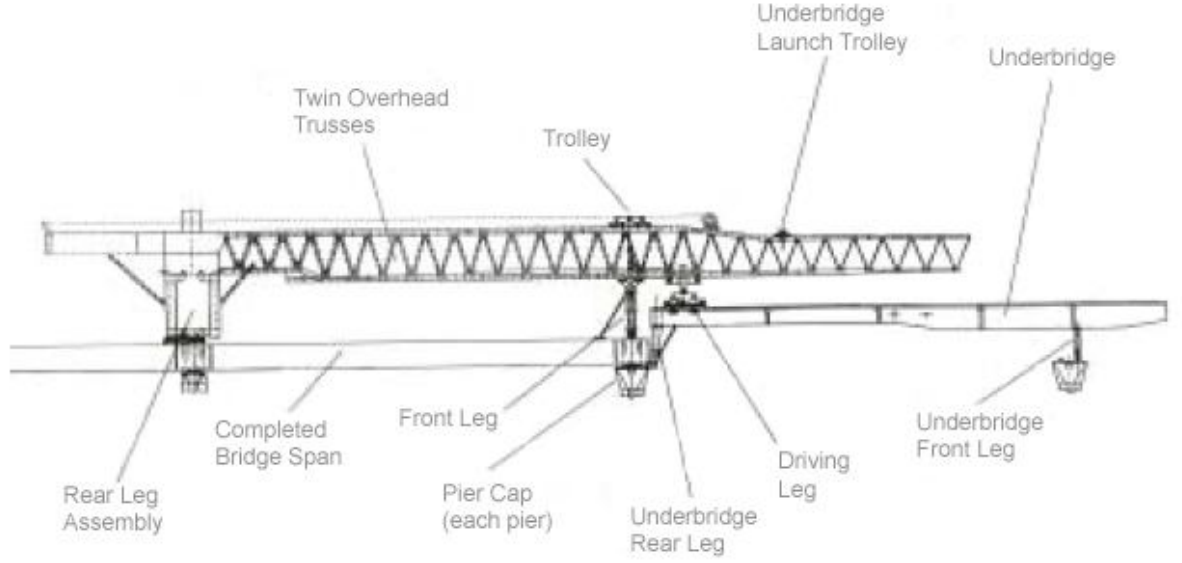
4.9 Kren ve Vinçlerde Güvenlik

Krenlerde emniyet amacıyla oluşturulan bazı ekipmanlar şu şekilde sıralanabilir.

Krenlerin yakıt tanklarında otomatik kapanan alev önleyici sistem tasarlanmıştır. Bu şekilde yakıt tankının çevreden sıçrayan maddelerden etkilenmesi ve tutuşma ihtimali bu şekilde önlenmiş olur.

Bom duruşları şok absorbsiyonlu olmalıdır. Bom kaldırma sistemi emniyetli durma düzenleri (boru patlama valfleri gibi) ile donatılır.

Normal vinçler ile oklu, raylı, köprülü, ayaklı köprülü, tek raylı, motorlu seyyar atölye vinçleri ve platformlu kaldırıcı arabalar, maçunalar, elektrikli, pnömatik, hidrolik zincirli ve halatlı palangalar gibi kaldırma makineleri ve araçların tamburları, kaldıracağı yüke ve kullanılacak halatın çap, nitelik ve sargı sayısına uygun olarak yapılır. İki yanı gerekli yükseklikte faturalı olarak yapılır. Şekil 4.68’de kren yapısı görülebilir.



Twin Overhead Trusses (İkiz hava makasları)	Trolley (araba)
Underbridge Launch Trolley (Köprü altı fırlatma arabası)	Underbridge (Köprü altı)
Rear leg Assembly (Arka ayak birleşim noktası)	Completed Bridge Span (Tam köprü kirişi)
Front Leg (Ön ayak),	Pier Cap (İskele kapağı)
Underbridge Rear Leg (Köprü altı arka ayağı),	
Driving Leg, Underbridge Front Leg (Köprü altı ön ayağı)	

Şekil 4.68 Kren elemanları

Elektrikle çalışan kaldırma makinelerinde, belirtilen üst ve alt noktalar geçildiğinde, elektrik akımını otomatik olarak kesecek ve tamburun hareketini otomatik şekilde frenleyecek bir düzen bulunur. Kaldırma makineleri, kabul edilen en ağır yükün en az 1,5 katını, etkili ve güvenli bir şekilde kaldıracak ve askıda tutabilecek güçte olacak şekilde imal edilir ve bunların bu yüke dayanıklı ve yeterli yük frenleri bulunur.

Vinçlerin üzerine limit şalterleri konulur. Basınç altındayken bu fren kapalı konuma geçer ve halatın ya da zincirin boşalmasına engel olur. 5 ton veya daha fazla yük kaldıran raylı vinçlerde, 2 elektrikli fren veya bir elektrikli ve bir mekanik fren bulundurulur ve yedekli çalışma sistemi sağlanır.

Raylı vinçlerin yükseltmeyi sınırlayıcı düzeni, doğrudan doğruya vincin kasmağı veya kancası tarafından harekete geçirilecek uygun akım kesme düzenli ve yükün, beklenmedik bir anda inmesini önleyebilecek şekilde yapılır. Bu düzen, vincin, fren tesisatına bağlı olarak çalışır ve raylı vinç operatörlerin çalışmaya başlamadan önce ve çalışmanın bitiminde, bu düzeni

çalıştırarak kontrol edebilirler.

Elektrikli mıknatıslı vinçler, dinlenme halinde iken, mıknatıslar vinç üzerinde asılı olarak yüksekte bırakılmamalıdır. Bunlar bu amaçla yapılmış özel platformlar üzerine indirilir. (Şekil 4.69 Monoray ve mıknatıslı vinçler)



Şekil 4.69 Monoray ve mıknatıslı vinçler

Kaldırma araçlarının kancalarının güvenlik kat sayısı (taşıma gücü), taşıyacakları yükün en az; el ile çalıştırılanlarda 3 katına, mekanik olarak çalışanlarda 4 katına ve erimiş maden veya yakıcı veya aşındırıcı (korozif) maddeler gibi tehlikeli yükleri taşıyanlarda ise, 5 katına eşit olacak şekilde kabul edilir.

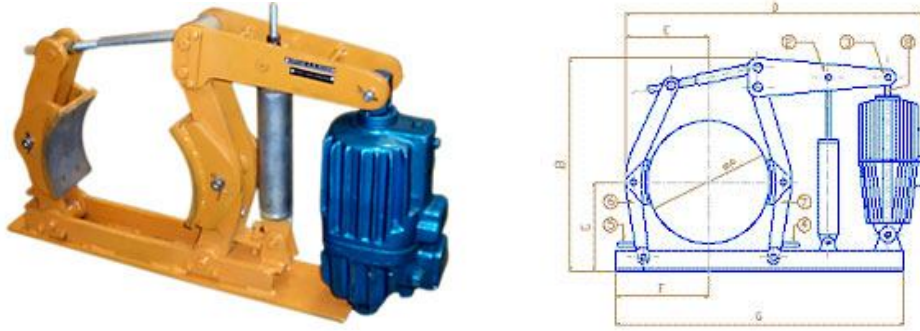
Geçme (teleskopik) platform tipli kaldırıcı arabalarda, yükselen üst kısmın birdenbire inmesini engelleyecek otomatik sürgülü veya benzeri uygun düzen tasarlanır ve bunlar elektrikle çalıştıklarında, platformun yükselmesini ve inmesini sınırlayacak bir düzen ile yüklerin indirilmesini ayarlayan elektrikli veya mekanik bir fren bulunur.

Raylı vinçlerin yükseltmeyi sınırlayıcı düzeni, doğrudan doğruya vincin kasnağı veya kancası tarafından harekete geçirilecek uygun akım kesme düzenli ve yükün, beklenmedik bir anda inmesini önleyebilecek şekilde yapılır. Bu düzen, vincin, fren tesisatına bağlı olarak çalışır.

Vincin veya kaldırılan yükün hareketi sırasında çalışanları uyarmak için sesi açıkça işitilebilen zil, çan ve benzerleriyle otomatik olarak işaret verilir ve bunlar hareket halinde devamlı olarak çalar. Vinçlerdeki elektrikli maçunaların durması halinde, yükü askıda tutabilecek frenleri bulunur ve bunların kumanda kol başlıkları, çarpılmaya sebep olmaması için elektrik akımı geçirmeyen maddelerden yapılır.

Ray üstünde çalışan vinçlerde, vincin ve vinç arabasının üzerinde gidip geldikleri rayların her iki başında ve en az tekerleklerin yarıçapı yüksekliğinde takozlar konur, köprülü ve asma vinçlerin, köprü ve vinç arabası tekerleklerinde, uygun el, kol ve ayak koruyucuları tasarlanır.

Asma vinç kurallarının tekerleklerinden, tekerlek koruyucuları ve bunların yanında vinci tespit için uygun düzen tasarlanır.

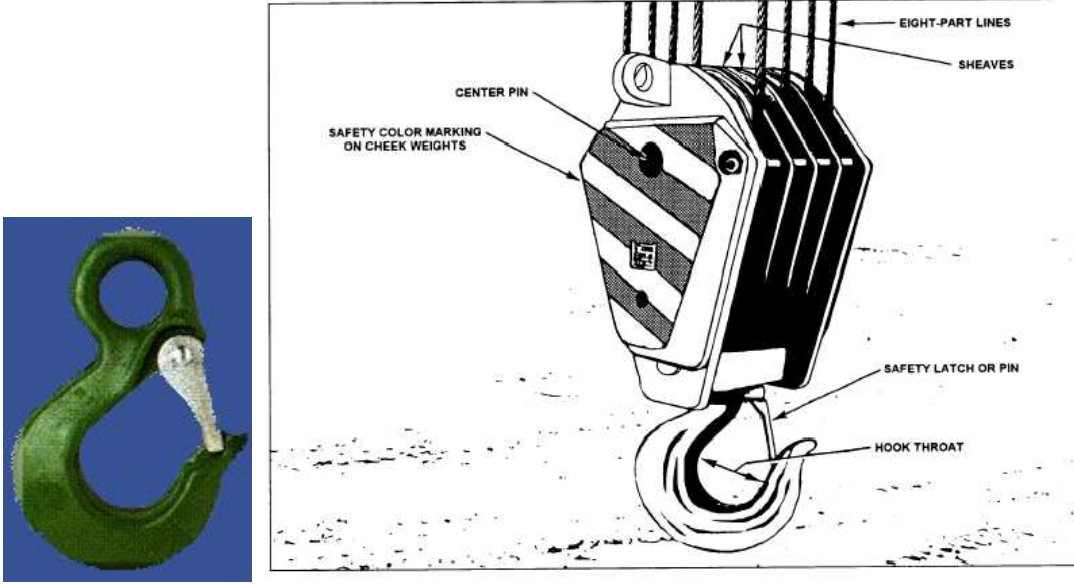


Şekil 4.70 Vinç acil durum freni

(Pnömatik) basınçlı hava ile çalışan maçunaların kumanda kutusu kolları, bırakıldığında otomatik olarak kendiliğinden ölü noktaya gelecek şekilde tasarlanır. El maçunaları, kaldırılacak en ağır yüke göre, kaldıraç kolu veya kolları üzerinde yapılacak baskı, adam başına 10 kilogramı (normal koşullarda bir insanın uygulayabileceği bir kuvvet) geçmeyecek şekilde yapılır. Kaldıraç kolu bırakıldığında, yükü askıda tutabilmek için, tambur mili üzerine güvenlik mandalının oturacağı dişli bir kasnak veya aynı işi görebilecek otomatik sonsuz bir vida konulur. Ayrıca yüklerin indirilmesini ayar ve kontrol etmek ve acil durumlarda durdurmak için bir fren düzeni (Şekil 4.70) konulmaktadır.

Yüklerin kaldırılmasında kullanılan zincirlerde, düğüm ve büküm olmamasına dikkat edilir ve sert kesici köşeli yükler kaldırılırken, köşelerle, zincirler arası, uygun yastıklarla beslenir.

Vinçlerin alt kısmında bulunan makaraların üzeri tamamen kapalı olmalıdır. Bu şekilde makaraların içinden geçecek ip veya halatlara takılabilecek kıyafet veya el, parmak gibi uzuvların yaralanması önlenecektir. Kaldırma araç ve makinelerinin yük kancaları; demir, dövme, çelik veya benzeri uygun malzemeden yapılmış olacak, yüklerin kurtulup düşmelerini önlemek için, bunların uçları güvenlik mandalı özelliği göreceği şekilde kendinden açılmayacak şekilde tasarlanır. Kancalara yükün kolaylıkla asılmasını sağlayan bu yapı yükün kendi kendine, sallanması yahut başka bir şekilde oynaması ile kancadan çıkmasına engel olur. Şekil 4.71’de vinç kancası ve kanca makarası görülmektedir.



Center pin – Merkez pimi

Safety color marking on cheek weights – yük kaldırıcı üzerindeki renkli emniyet işaretleri

Eight part lines – Sekiz bölüm halatları

Sheaves – makaralar

Safety latch or pin – güvenlik mandalı ya da pimi

Hook throat – Kanca gırtlığı

Şekil 4.71 Vinç kancası ve kanca makarası görülmektedir.

4.10 İplik Dokuma ve Örne Tezgahlarında Güvenlik

İplik, dokuma ve örme tezgahlarının tasarımında güvenlik açısından alınan önlemler sıralanacak olursa;

Pamukla çalışan tezgahların motor kısmı koruyucular ile kapatılmalıdır. Ancak bu koruyucular tel kafesli olamaz. Çünkü pamuk bu tellere takılabilir ya da tel koruyuculardan geçerek hareketli elemanlara sarılabilir. Bu yüzden bu tarz dokuma tezgahlarının koruyucuları paslanmaz çelikten ya da düz sac malzemeden yapılır. Ancak pamuktan farklı diğer malzemelerin işlendiği tezgahlarda, uygun koruyucular bulunabilir.

İplik bükme ve çekme tezgahlarında hareketi sağlayan dişlilerin üzeri kapatılmalı ve koruyucu altına alınmalıdır. Bu koruyucunun kapağı açıldığında, tezgahı durduracak bir düzenin düzeni (Switch Sistemi) konulması sağlıklı olacaktır. Bu düzen temizleme, bakım ve onarım sırasında tezgahın çalışmasına engel olacaktır.

Gidip gelmeli çalışan tezgahlarda, hareket alanında iki bitimi ile diğer sabit makineler veya duvarlar arasındaki açıklık en az 1 metre olacak şekilde koruyucular konulur ve bu tezgahların

uç noktaları, çarpmalara karşı korunma sağlaması için yumuşak bir malzeme ile kaplanmalıdır.

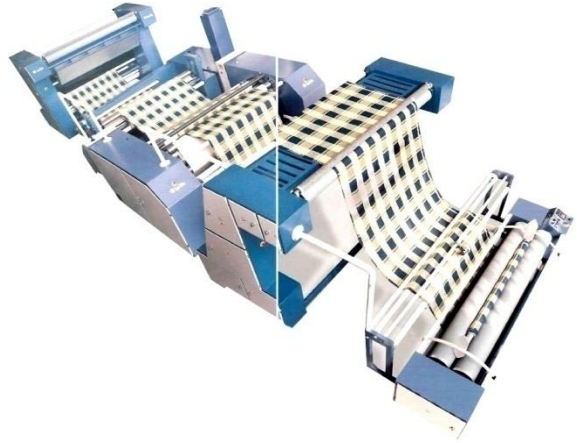
Başlık tezgahları ile fitil ve iplik tezgahlarında, merdanelerin kapma noktaları üstüne kalkan şeklinde koruyucu konur, ayrıca bu makinelerin dişli kutusu açılınca tezgahı durduracak bir düzen de bulunur.

Kendir, halat ve elyaf bükme makinelerinde kullanılan bobin millerinin üzerine, fırlamaları önleyecek koruyucular konur, bunlar tezgah çalışırken kurtulmayacak şekilde sağlam bağlantı elemanları ile (cıvata-somun) yapılacak ve koruyucu takılmadan tezgah çalıştırılmaz.

Haşıl tezgahlarında, merdanenin kapma noktası korunması için yine koruyucu kalkanlar yapılır ve uygun yükseklikte yatay çubuklu durdurma düzeni tasarlanır. Mahlul deposundaki sıkma merdaneleri, manivelalarla kaldırılacak şekilde yapılır.

Haşıl tezgahlarının buhar borusuna, basınç düşürme vanası ile tezgah arasına bir manometre ve emniyet supabı konacaktır. Haşıl kazanlarının kapaklarında, genişleme çemberi olacaktır.

İplik, dokuma ve örme tezgahlarının hareketsiz kısımları ile bu tezgahların tabanı, tezgah durdurulmadan temizlenmeyecektir. Tezgahların çalışırken temizleme zorunluluğu bulunan hallerde, bir emme düzeni yapılacak veya özel fırçalar kullanılacaktır.

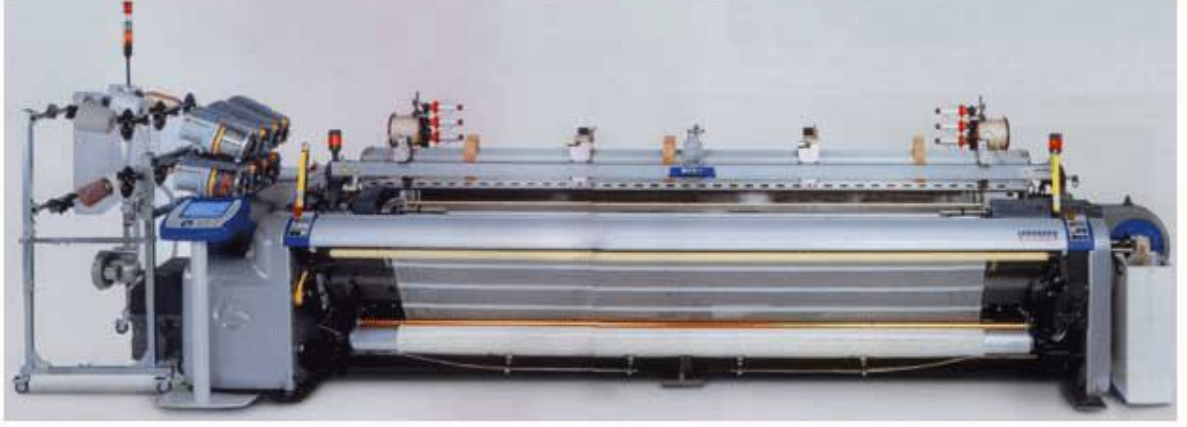


Şekil 4.72 Örme ve apre tezgahları ve koruyucuları

Dokuma tezgahlarında, tefenin ön kısmına, uygun nitelikte mekik koruyucusu konacak ve mekiğin fırlaması önlenecektir. Mekik koruyucularının ayalarının düzgünlüğü ve tokmak yuvası ile mekik başı çubuğu arasındaki açıklık, sık sık kontrol edilir. Dokuma tezgahlarında ayar, bakım ve onarım sırasında tezgahın aniden çalışmasını önleyecek bir düzen bulunur.

Dokuma atölyesinde leventler, transportörlerle yüksekte taşındığı hallerde, tezgah arasındaki açıklıktan bir kazayı önleyecek şekilde ayarlanmış olacaktır.

Aprenin tezgahlarının ana mil ve merdaneleri, koruyucu içine alınacak ve merdane koruyucusunun kapağı açılınca, tezgahı durduracak bir düzen bulunacak ve bu kapak açık iken tezgah çalışmayacaktır. Şekil 4.72’de örme ve aprenin tezgahları ile koruyucuları görülebilir.



Şekil 4.73 Örme tezgahı

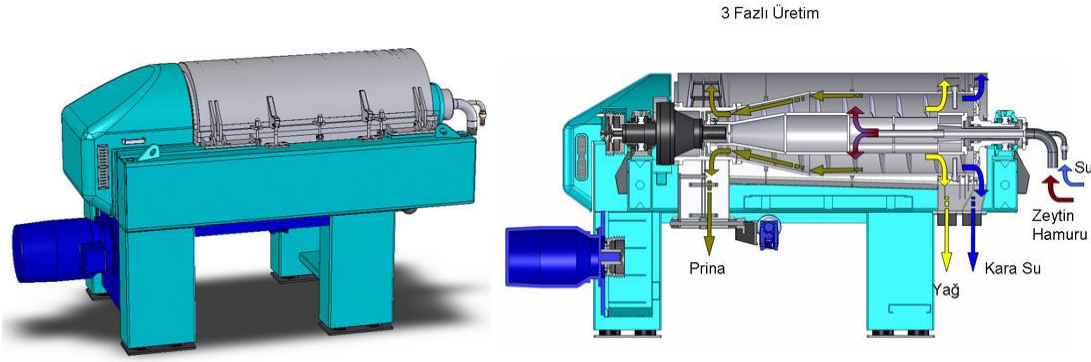
Trikotaj ve örme tezgahlarında (Şekil 4.73), tığ fırlamalarına karşı koruyucular yapılacak ve örme tezgahlarındaki dolaşıklar, makine durdurulmadan giderilmeyecektir.

4.11 Seperatör Makineleri ve Eleklerde Güvenlik

Seperatör, santrifüj ve elek makinelerinin tasarım aşamasında şu önlemler düşünülüp uygulanır.

Merkezkaç (santrifüj) kuvvetle çalışan ayırıcı, sıkıcı ve kurutucu makinelerde (Şekil 4.74), kapakların açılmasına yahut içerideki malzemenin savrulması sonucu zedelenmesinin ve delinmesinin önlenmesi amacıyla, 1 milimetreden ince koruyucu saç kapaklar konulamaz. Ayrıca kapaklar açılırken makineyi otomatik olarak durduracak ve açık iken makinenin çalışmasına engel olacak düzen (switch sistemi) entegre edilmelidir, makine dururken döner kabın elle hareketi sağlanacaktır. Bu sayede kullanıcıların yaralanması olasılığı mümkün olduğunca ortadan kalkmış olacaktır. Aksi takdirde kullanıcılar çalışan makine içerisine uzuvlarını veya giysilerini kaptırıp yaralanma ile sonuçlanacak kazalara uğrayabilirler.

Büyük makinelerde hız ayarlayıcı ve sınırlayıcılar (regülatör) bulunacaktır. Bu sayede aşırı hız artması durumunda makineye etki ederek yavaşlaması sağlanacak ve herhangi bir kopma veya savrulmanın oluşması engellenmiş olacaktır. Her makine üzerine fren düzeni takılmalıdır. Regülatörden alacağı komutla makineyi yavaşlatacak ve (acil durumlar da dahil) durduracak bir fren düzeni tasarlanır.



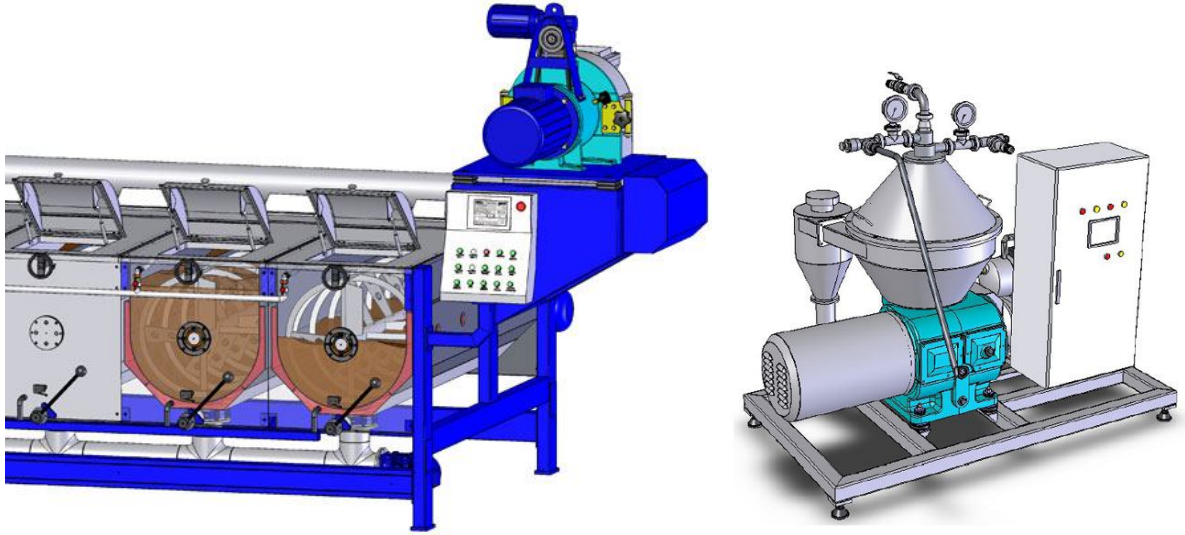
Şekil 4.74 Santrifüj makineleri

Santrifüj makinelerinin tekneleri, sıvı sızdırmayacak şekilde yapılır. Bu şekilde makine teknesi içerisindeki sıvının (kimyasal, sıcak) çalışma sırasında dışarı sızması ve fişkırması ve çevredeki kişilerin yaralanması önlenir.

Temizleme, apre, boya ve buna benzer işlerde, yanıcı ve parlayıcı sıvıları kumaştan ayırmakta kullanılan santrifüjlerde; kapaklar ve tekneler, demir veya çelikten yapılamaz, bu maddelere dayanıklı diğer malzemedan yapılır (fiberglas, teflon yahut polipropilen gibi). Aksi takdirde içerideki malzemenin korozif etkisiyle beraber makinenin teknesi yıpranabilir ve delinebilir. Bu da tekne içindeki kimyasalların büyük bir hızla dışarı savrulduğu kazalara sebep olabilir.

Boşaltma borusu üzerinde bir sifon tasarlanması da bir diğer önlemdir. Boşaltma borusu kanalizasyona direk bağlı olmalıdır, atıklar ve kirli sıvı, özel bir çukura boşaltılmalı veya damıtılması için ayrı bir kaba alınabilmesi sağlanmalıdır. Makinenin yataklarının fazla ısınmaması için yağlama ve soğutma tesisatı tasarlanması da yine güvenlik açısından alınabilecek önlemlerden sayılabilir. Makinede kullanılan elektrik motorları, kıvılcım çıkarmayan kapalı tipten olması da önemlidir.

Kakao, un, baharat, nişasta, pudra, şeker, kömür ve diğer benzeri maddeleri eleyen kalbur ve elekler tozu dışarıya vermeyecek şekilde tambur şeklinde tasarlanır ve makine durmadan kapağın açılmasını engelleyecek güvenlik düzeni (switch) eklenir.



Şekil 4.75 Seperatör makineleri (zeytinyağı ve krema)

Krema, süt, zeytinyağı gibi sıvıların ayrılmasında kullanılan sepatör makineleri (Şekil 4.75), karıştırma makineleri gibi tencere şeklinde yapılara sahiptirler. Karıştırma aparatları ve emici borular bu yapının içinde bulunur. Bu yapıların kapakları üzerinde bulunan switch sistemi ile çalıştırma düğmesi ilişkilendirilir. Kapak kapalı olmadan çalışmaları mümkün olamaz.

4.12 Plastik Kırma ve Enjeksiyon Makinelerinde Güvenlik

Plastik enjeksiyonlarda güçlü hidrolik ve mekanik sistemler kullanılmaktadır. Operatörün dikkatsizliği sonucunda çeşitli kazalar meydana gelmektedir. Bu kazaların önüne geçebilmek için enjeksiyon makinesinde alınan önlemler şöyledir:

Operatör ürün almak için kapı açıldığında sensörler kapı açık sinyalini işlemciye ileterek işlemcinin valflere kapalı konumda kalmalarını sağlamalıdır.

Operatör makinenin iki yanında bulunan kapılardan birini açık bıraktığı takdir mengene kapama işlemi başlamaması için çift sürgülü sensör destekli yarı-mekanik bir düzenek vardır. (Şekil 4.76)

Operatör kapıyı belirli bir hızdan fazla sürdüğü anda kapı açık alarmı verilir. Bunun sebebi de kapının fazla hızdan ötürü geri açılabilme riskidir.

Enjeksiyon grubu tarafında meme olarak tabir edilen Nozzle grup geride iken temizleme işlemi için püskürtülecek olan yüksek sıcaklıktaki plastiğin etrafa sıçramaması için koruyucu bir kapak vardır.

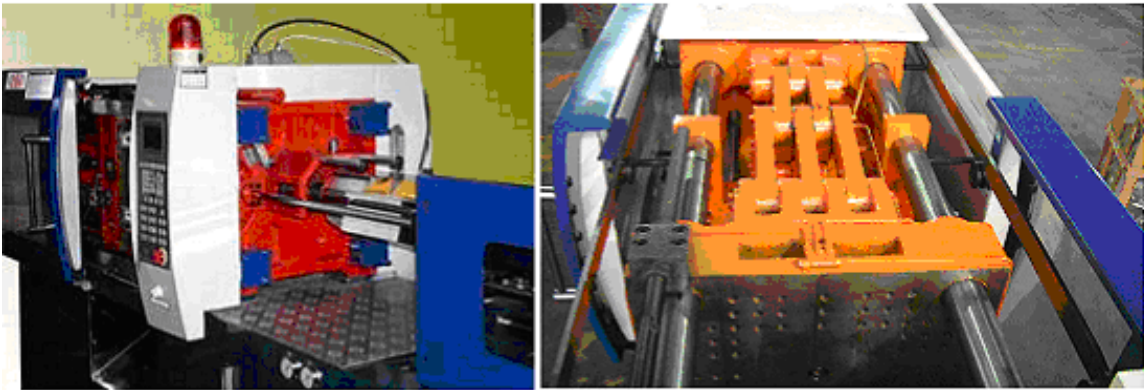


Şekil 4.76 Plastik enjeksiyon makinesindeki yarı-mekanik düzenek

Plastik enjeksiyonlarda bazı kalıplarda yolluk denilen sonradan kırılıp geri dönüşümlü olarak kullanabilen parçalar çıkar. Bunlar plastik kırma makineleri ile kırılır. Bu makinelerdeki güvenlik önlemleri şöyledir:

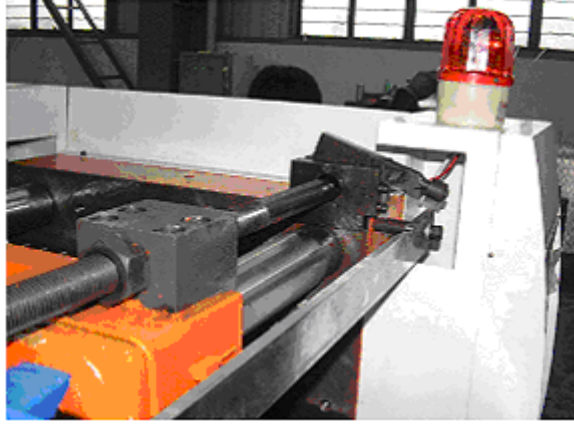
Kırma işlemi kırmayı yapan kişiye kırılan mamulün sıçramaması için kırma bölümünün önünde sac muhafaza olmalıdır. Şekil 4.77 ve Şekil 4.78’de plastik enjeksiyon makinesindeki caydırma ünitesi ve mekanik koruyucu kapaklar görülmektedir.

Kırma işlemini gerçekleştiren bıçak muhafaza içinde insan elinin direkt uzanamayacağı şekilde konumlandırılmalıdır. Kırma bıçaklarını gizleyen bölme açık kalması durumunda işlemin başlamaması için kapak sensörleri hem üst hem de alt bölmede olmalıdır.



Şekil 4.77 Plastik enjeksiyon makinesindeki caydırma ünitesi ve koruyucu kapaklar

Kırılan ürünlerin boşaldığı haznenin açık halde kalıp bıçaklara ulaşımın sağlanmaması için ayrıca buradaki muhafaza kapağına da sensör konmalıdır. Kırma anında oluşacak sorunlara karşı emniyet şalteri bulunmalıdır.



Şekil 4.78 Plastik enjeksiyon makinesindeki caydırma ünitesi ve koruyucu kapaklar

Güvenlik sağlamak amacıyla sıkıştırma çerçevesi açık iken yani pnömomatik sıkıştırma pistonları açık iken ısıtıcı arabanın hareketi engellenmiştir. Böylece makineyi kullanan personelin hata yapma riski ortadan kaldırılmıştır.

Ortalama 300-600 kg olan ısıtıcı araba basit tasarlanmış raylar üzerinde el ile zorlukla itilip çekilmekteydi. Artık ısıtıcı arabayı lineer rulman ve indüksiyonlu mil üzerinde hareket ettirerek sürtünmeyi en aza indirilmekte. Isıtıcı arabaya hareketi pnömomatik sistem ile vererek zaman kaybı ve insan gücü ortadan kaldırmaktadır. Ekstra güvenlik sağlamak amacıyla ısıtıcı araba hareket ettiğinde sesli ikaz sayesinde kullanıcıyı uyarılmaktadır. Eğer sıkıştırma çerçevesi açıksa ısıtıcı araba kesinlikle hareket etmemektedir ve ısıtıcı araba hangi tablanın üzerindeyse o tablaya ait sıkıştırma çerçevesi kesinlikle açılmamaktadır. Böylece makineyi kullanan personelin hata yapma riski ortadan kaldırılmıştır.

Enjeksiyon makinelerinde manüel olarak zaman rölesi ve termostat kullanılarak yapılan vakum işleminde makineyi kullanan personelin sürekli olarak zamanı ve ısıyı kontrol etmesi bir yandan da vakumlanan malzemeyi gözetlemesi gibi 3 ayrı görevi birden yapması gerekmektedir. Bu durum hata yapma riskini arttırmakta ve kaza oluşumuna neden olabilmektedir. Artık manüel kullanıma otomatik kullanım eklenerek ve seçici buton ile istenilen kontrol sisteminin seçimi sağlanabilmektedir. Otomatik seçeneğinde kullanıcı personel malzemeyi yerleştirip sıkıştırma çerçevesini kapattıktan sonra tek tuşa basarak vakumlama işlemini başka hiçbir müdahale yapmadan rahatlıkla izleyebilir. Makine sırası ile işlemleri tamamlayarak hazır ürünü kullanıcıya sunmaktadır. Böylece kullanıcıdan kaynaklanacak herhangi bir hata ve kaza riski en aza indirilmiştir. Aynı zamanda bu sayede iş süresinde %50 oranında tasarruf da sağlanmaktadır.

Makinelerde herhangi bir tabla seçildiğinde kullanıcının bir takım işlemler yaparak makineyi

o tablanın kullanımına uygun hale getirmesi gerekmektedir. Tabla seçici kademe şalter ile herhangi bir tabla seçildiğinde makinenin kendisini otomatik olarak kullanıma hazırlaması sağlanmaktadır.

Örnek olarak:1.tabla seçildi ise ısıtıcı araba 1.tablanın üzerini açıp malzeme yerleştirmeye hazır hale getirmektedir. Isıtıcı araba üzerinde yerleşik olan rezistanslardan sadece 1. tablanın boyutlarına uygun olanlara enerji verip tasarruf sağlamaktadır. Sadece 1. tablaya ait olan selenoid valfe komut vermektedir. Zamanlayıcı sadece 1. tabla üzerine hareket ederken saymaktadır. Bu özellik hem otomatik hem de manuel sistemde etkindir.

Bu güvenlik unsurlarına ek olarak 3 ayrı noktadan acil stop butonu bulunur. Acil stop butonuna basıldığında makine ölü pozisyona gelmektedir. Sadece elektrik-elektronik devreleri kesmekle kalmayıp kompresörden gelen hava basıncını keserek pnömatik aksamların olduğu yerde kalmasını sağlamaktadır. Böylece herhangi bir sıkışma, arada kalma veya takılma problemlerine karşı önlem alınarak pistonların kuvvet uygulamasını engellemektedir.

Faz ve motor koruma rölesi kullanılarak makineye ters bağlantı yapıldığında veya gerilimin %20 oranında değişmesi halinde makineyi korumaya alır ve pompanın tersine dönmesini engeller. Tüm kablo ve iletkenler spiral boru ve makaranlar içerisinde geçirilerek üst düzeyde yalıtım sağlanmıştır. Rezistans bağlantıları çift kat yanmaz makaran ile kaplanmıştır.

4.13 Ev Aletlerinde Güvenlik

Ev aletleri atölyelerden farklı olarak her türlü insan profiline kullanımına açık olan makinelerdir. Atölyelerdeki makineleri işinin gereği formasyonu almış kişiler kullanmaktayken, ev aletlerini bayan erkek, genç yaşlı pek çok insan kullanmaktadır. Bu açıdan bakıldığında güvenliğin öne çıktığı makinelerin başında ev aletleri gelmektedir.

Bütün ev aletleri güvenlik açısından bezer tarzda üretilirler. Bunların hemen hepsi elektrikli aletler olduklarından başlıca güvenlik önlemi, çok iyi bir elektrik izolasyonudur. Ev aletlerinin dış kısımları ve tutma yerleri yalıtkan plastikten yapılarak, elektrik akımını iletilebilecek sac kısımlara doğrudan temasın önüne geçilir.

Örnek olarak Şekil 4.79'daki çamaşır makinesinin çalışma sırasında, çamaşırların doldurulduğu tamburun, insan eline değmemesi gereklidir. Aksi takdirde elin kapılması veya elektrik çarpması gibi istenmeyen durumlar ortaya çıkabilir. Bu amaçla alınan güvenlik önlemleri şu şekilde sıralanabilir.



Şekil 4.79 Bir çamaşır makinesi detayı.

Motor çalışırken kapağın açılması engellenmelidir. Aksi halde hem yıkama suyu dışarı akar, hem de bilinçsiz kişilerin yaralanmalarına sebep olabilir. Bu önlem, bir kilit sistemi ile sağlanabilir. Motor ve mekanizma grubu tamamen koruma perdesi ile örtülmelidir. Böylece mekanizma grubuna el kol, çamaşır vs. sıkışması önlenmiş olur. Aynı zamanda tamburda bulunan yük kontrol ünitesi yardımıyla aşırı yükleme durumunda makine çalıştırılmamaktadır. Bu şekilde makine çalışırken aşırı yükleme sonucu hasar meydana gelmesi önlenmiş olur. Şekil 4.78’de bir çamaşır makinesi detayı görülmektedir.

Güvenlik düzenlerine bir diğer örnek de, ancak kullanıcı makine tutacağıın arkasında iken çalıştırılabilen çim biçme makineleridir. Aynı şekilde her iki ayak da hareketli bıçaklara emniyetli bir mesafede durduğu zaman, çalıştırılabilen geleneksel motorlu çim biçme makineleri de örnek olarak verilebilir. Çim biçme makinelerinde uygulanan bir diğer güvenlik mekanizması ise çift el kumandası sistemidir. Çim biçme makinesinin tek el ile çalışmasını engelleyen bu sistem bir yandan çalışma düğmesine basılmasını bir yandan da tutamağın elle temasının sağlanmasını şart koşar. Bu sayede boşta kalan elin bıçaklara temas etmesi engellenmiş olur. Şekil 4.80’de bir çim biçme makinesindeki çift el kumandası görülmektedir.



Şekil 4.80 Çim biçme makinesi çift el kumandası.

Su ısıtıcıları, elektrikle çalışan ve paslanmaz çelik rezistansla su kaynatılmasını sağlayan ev aletleridir. Kullanıcıların emniyetini garantileyen üçlü güvenlik sistemi sayesinde, ısıtıcı susuz çalıştığında elektrik devresi kesilir, su kaynadığında cihaz otomatik olarak kapanır ve otomatik kapanma sırasında cihaz sesli uyarı yapar. Isıtmayı istenilen anda durdurmayı sağlayan ‘stop’ düğmesi ise, arzu edilen ısıda su etmek için kullanılmaktadır. İçi boşken çalıştırıldığında, kaynadığında ya da ayak tablasından kaldırıldığında cihaz otomatik olarak durur. Şekil 4.81’de bir elektrikli su ısıtıcı görülmektedir.



Şekil 4.81 Elektrikli su ısıtıcısı

Mutfak robotunda motor tarafından döndürülen keskin bıçakların kullanılması gereklidir. Bu makinenin tasarımında, motor çalışırken bu bıçakların kullanıcıya ve çevredeki insanlara zarar vermemesi için tasarımda şu güvenlik önlemleri alınmalıdır.

Kıyılıp parçalanacak malzemelerin doldurulduğu kabın kapağı tam kapalı değilse motor çalıştırılmamalıdır. Aksi halde bıçak, kapağı açık olan kaptan dışarı fırlayıp yaralanmalara sebep olabilir. Bu önlem, tasarımda motorun çalıştırma devresinin kapakla ilişkilendirilmesi ile sağlanabilir. Şekil 4.82’de bir mutfak robotunun saydam kap tasarımı görülmektedir.



Şekil 4.82 Mutfak robotunun kap tasarımı

Havuç gibi uzun sebzelerin doğranması için delikli kapak kullanılması gerekir. Bu delikten içeri el veya parmak girmesi halinde yaralanma olabilir. Buna önlem olarak bu delikli kısımların tasarımı, baca gibi yukarı doğru uzatılmış şekilde yapılır ve bu kısmın ölçüleri elin sığamayacağı büyüklükte seçilir. Böylece el veya parmakların bıçağa uzanması engellenir.

Ev aletlerinden ütüler çalışmaları sırasında tabanı çok ısınan makinelerdir. Uzun süre kumaşa temas halinde kalırsa kumaşa tahribata ve yangın çıkarmaya varan sonuçlar oluşturabilir. Bu durumun önlenmesi için Arçelik firması ayaklı ütü modelini geliştirmiştir.



Şekil 4.83 Kumaş koruma sistemli ayaklı ütü

Bu ütü kullanıcının ütüyü bırakmasıyla birlikte dokunmaya ve basınca duyarlı özel sensörler sayesinde oturduğu zeminden kalkar. Ütü tabanından çıkan ayaklar sayesinde ütünün kumaşla teması kesilir. Böylece herhangi bir yangın olasılığının yanı sıra kumaşın yanması olasılığı da ortadan kalkar. Ön kısımdaki birinci ve arka kısımdaki şerit halinde bulunan ikinci ayak sayesinde ütü dengeli bir şekilde durabilir. Şekil 4.82’de kumaş koruma sistemli ütü görülmektedir.

5. GÜVENLİK OTOMASYON İLİŞKİSİ

Otomasyonun genel tanımı, bir işin insan ile makine arasında paylaşılmasıdır. Toplam işin paylaşım yüzdesi otomasyonun da düzeyini belirlemektedir. İnsan gücün yoğun olduğu otomasyon sitemleri yarı otomasyon, makineleşmenin yoğun olduğu sitemlerde tam otomasyon olarak adlandırılırlar. Makine güvenliğinde son zamanlarda öne çıkan bir diğer çözüm yöntemi makine otomasyonudur. İnsan unsurunun makinelerden ve iş alanından mümkün olduğunca uzaklaştırılması ve işlemlerin makineler tarafından gerçekleştirilmesi kaza tehlikesinin minimuma indirilmesinde etkili olmaktadır.

Makinelerde emniyet, makinelerin mekanik, elektriksel ya da elektronik kontrolle ilgili açıklarından meydana gelebilecek kazaları ortadan kaldırmaya yönelik yapılan tüm işlemleri kapsamaktadır. Ağırlıklı olarak emniyet kelimesi mekanik tedbirleri ifade etmektedir. Ancak makineler mümkün olduğunca hızlı çalışmak zorunda olduğundan ve çalışabilmeleri için de genellikle bir operatör gerekeceğinden alınan mekanik tedbirler çoğunlukla üretimin hızını düşmesine de neden olabilmektedir.

Makine güvenliğinde önemsenmesi gereken konulardan biri de, makineye ‘acil dur’ komutu geldiğinde makinenin durdurulabilmesidir. İşte bu noktada kullanıcıyı bekleyen önemli riskler vardır. Özellikle metal işleyen tehlikeli makinelerde oluşabilecek emniyet açıkları ciddi kazalara neden olabilmektedir. Bu yüzden tehlikeli makinelerle çalışanların çok dikkatli olması, bu dikkatin yanında makinenin donanımının da yeterli olması gerekmektedir.

Bu açıdan düşünüldüğünde emniyetli bir makine elde etmenin iki aşaması olduğu görülmektedir. Birincisi operatör acil duruş butonuna bastığında makinenin duracağına garanti altına alınmış olması, ikincisi ise makine kumanda sisteminin birbirini doğrulayan çift paralel bir yapıda olması ve sistemin kendinde tespit ettiği hatalardan dolayı makinenin çalışmaya hiç başlamamasıdır. Şu bilinmelidir ki makineyi acil olarak durduran bir sistemin olması yetmemektedir. Sistemin çelişki durumunda makineyi hiç çalıştırmayarak kazayı olmadan önlemesi de gerekmektedir. Bu nedenle de mekanik tedbirlere elektrik ve elektronik yapıyı içeren tedbirlerin eklenmesi ihtiyacı doğmaktadır. Kumanda sisteminin ona göre yapılandırılması, makas, pres, giyotin, testere gibi atölyelerde kullanılan makinelerin farklı yönlerden incelenerek tüm donanımın uygun hale getirilmesi gereklidir.

5.1 Makine Güvenlik Otomasyonu Elemanları

Güvenlik otomasyonu sistemleri mekanik ile ilgili olmanın yanı sıra elektromekanik elemanların bulunduğu sistemlerdir. Güvenlik otomasyonunda hareketi hissedilen algılama

elamanları, bu sinyallerle kumanda sağlanmasını sağlayan operatör haberleşme elemanları ve bu cihazların içindeki yazılımlar olarak sıralanabilir;

Algılama Elemanları: Emniyet şalterleri, Işın bariyerleri, Dokunmatik emniyet halıları, Güvenlik kenarları, Emniyet sürgüleri

Operatör Haberleşme Elemanları: Acil durdurma butonları, Ayak pedalları, Çift el ile kontrol panelleri,

Yazılımlar

5.1.1 Emniyet Şalterleri

Tehlikeli makine hareketlerinin koruyucu açıldığında durdurulması ve yeniden çalışmaları engellenmesi gereklidir. Bu korumalar üzerinde müdahale açısından herhangi bir eylem mümkün olmamalıdır.

Aynı şekilde, belirli bir takım uygulamalar, tehlikeli üretim süreci tamamlanıncaya dek emniyet kapısının kilitlenmesini de gerektirebilirler. Emniyet şalterleri, özellikle bu gereklerin yerine getirilmesinde verimli ve ekonomiktir. Şekil 5,1’de bir emniyet şalter, görülmektedir.



Şekil 5.1 Emniyet şalteri

Riskli bölgeler özellikle tehlikeli olabileceklerinden, operatörün bölgeye erişmesinden önce makinenin durdurulması gerekli kılmaktadır. Koruma kilitlemeli mekanik emniyet şalterleri, örneğin ana milin aşırı şekilde dönmesi gibi herhangi bir tehlikeli hareketin tamamen durağan hale gelmesine dek, korumaların kapalı pozisyonda kalmasını garantilemektedir.

Koruma kilitlemeli mekanik emniyet şalterleri, aynı zamanda, bir süreç çalışmakta iken emniyet aygıtının beklenmedik bir şekilde açılmasını da önlerler.

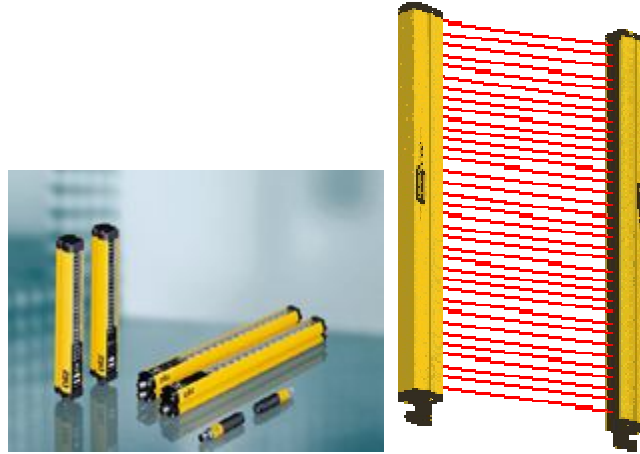
5.1.2 Işın Bariyerleri

Işık bariyerleri ve ışık perdeleri elektro-hassas koruyucu teçhizat (ESPE) olarak sınıflandırılır. Bunlar, optoelektronik koruyucu cihazlardır ve bazı sektörlerde geleneksel mekanik koruyuculara göre daha etkin ve ekonomik açıdan daha hesaplı alternatifler olarak öne

çıkılmaktadırlar. Işın perdesi veya ızgarası karşılıklı duran bir alıcı ve vericiden oluşur. Çözünürlük ve uzunluğa bağlı olarak farklı sayıda alıcı ve verici diyotlar karşılıklı konumlanır.

Bu cihazlar, üretim sürecinin aktif müdahale gerektirdiği tehlikeli bölgelere erişimi güvence altına almak için kullanılır. Kızılötesi ışın demetlerinden oluşan gözle görülmez bir koruma alanı, makine ve insan arasındaki etkileşimi izler. Bu koruma vücudun bir parçası olabileceği gibi prosesin gerçekleştiği büyük bir alanda olabilmektedir. Eğer ışın demeti kesintiye uğrarsa, bu derhal emniyetli bir kapatma komutunu tetikler. Bu yolla, personeli bir engellemeye neden olmaksızın emniyetli ve etkin bir şekilde yaralanmalara karşı korumak mümkün olmaktadır.

Optoelektronik emniyet donanımları giriş, tehlike noktası veya tehlikeli bölge korumaları olarak kullanılmaktadır. Işıklı güvenlik ızgaraları ve perdeleri, son derece kompakt tasarımlarından dolayı çok dar alanlarda bile makine veya işletmelerin güvenlik konseptine entegre edilebilirler. Bu emniyet donanımları ayrıca tehlikeli noktaları veya bölgeleri korumak için preslerde de sıklıkla kullanılmaktadırlar. Işıklı güvenlik ızgara ve perdelerinin kendilerine özel ışığın ayrıştırmasına bağlı olarak insanların, ellerin hatta parmakların korunması sağlanabilir.



Şekil 5.2 Işın bariyerleri

Optoelektronik emniyet donanımlarının üzerindeki verici ve alıcı birimleri iki ayrı muhafaza içinde bulunmaktadır. Görülmeyen kızıl ötesi bir sinyal vericiden gönderilir ve bu sinyal alıcının lens sistemi tarafından yakalanarak ya bir entegral veya bir harici emniyet denetim modülü ile değerlendirilir. Işık huzmesi kesintiye uğrarsa emniyetli çıkışlar anahtarlanır. Burada listelenen bütün optoelektronik emniyet donanımları bakım gerektirmez ve kolay yerleştirilerek ayar edilebilirler. Şekil 5,2 'de ışın bariyerleri görülmektedir.

Optoelektronik emniyet donanımları giriş, tehlike noktası veya tehlikeli bölge korumaları olarak kullanılırlar. Işıklı güvenlik bariyerleri tehlikeli alanlara giriş koruma birimleri olarak kullanılırlar. Fiziksel temas sağlanmadan çalışan bu koruma donanımları, emniyetli denetleme modülleri ile birlikte EN 954-1" e uygun Control Category 2 veya 4" ü karşılar. (Sayfa 15'te bahsedilen) Optoelektronik emniyet donanımlarının üzerindeki verici ve alıcı iki ayrı muhafaza içinde bulunmaktadır. Görülmeyen kızıl ötesi bir sinyal verici tarafından gönderilir ve bu sinyal alıcının lens sistemi tarafından yakalanarak ya bir entegral veya bir harici emniyet denetleme modülü tarafından değerlendirilir. Işık huzmesi kesintiye uğrarsa emniyetli çıkışlar anahtarlanır. Burada listelenen bütün optoelektronik emniyet donanımları bakım gerektirmez ve kolay yerleştirilerek ayar edilebilirler.

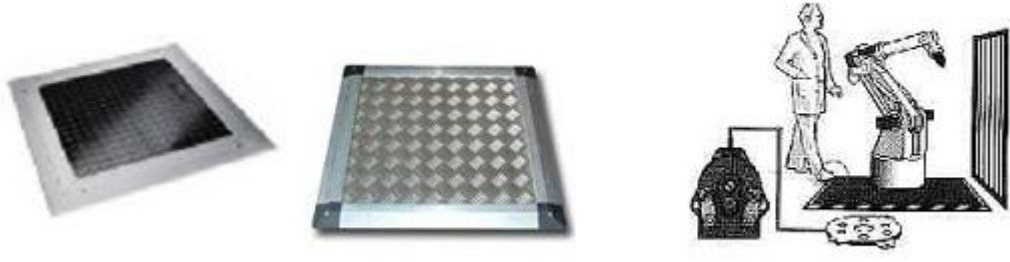
5.1.3 Dokunmatik Emniyet Halıları

Fiziksel temasla uyarıldığında dokunmatik güvenlik kontrol donanımları tehlikeli hareketleri durduracak sinyal gönderen cihazlardır. Uygulamaların çeşitliliği yapısal olarak farklı kontrol donanımlarını gerektirmektedir.

Emniyet halıları ürün aralığı tehlikeli hareketlere sahip makine ve işletme birimlerinin üzerinde bulunan tehlikeli bölgelerdeki yüzeyleri korumak için kullanılır. Korunacak olan yüzeyin şekline bağlı olarak emniyet halıları aynı hat üzerine elektriksel olarak bağlanarak döşenebilirler. Emniyet halısı uyarıldığında, uyarı sinyali değerlendirilerek makinenin stop edilmesi sağlanmaktadır. Uygun bir emniyetli kontrol modülü ile birlikte kullanılmak zorunluluğu vardır.

Bazı emniyet halıları akım taşıyan 2 ayrı çelik sacı içerir. Bunlar, kimyasallara son derece dirençli ve mekanik açıdan sağlam olan kalıplanmış Plastisol malzemeden imal edilir. Emniyet halısının uyarılması üzerine içteki çelik saçlar hafifçe bükülerek elektriksel olarak bir kısa devrenin meydana gelmesini sağlar. Bu sinyal bağlı bulunan emniyetli kontrol modülü tarafından değerlendirilerek anında makinenin devre dışı kalmasını sağlar.

Bu tip emniyet halıları uzun ömürlüdür ve bakım gerektirmez. Şekil 5.3'te çeşitli güvenlik paspasları görülmektedir.



Şekil 5.3 Güvenlik paspasları

5.1.4 Güvenlik Kenarlıkları

Ürün aralığının güvenlik kenarları koruma kapılarında, kaldırma tabla ve platformlarında, hareketli depo raflarında, çalışan işlem tablalarında, depolama asansörlerinde, asansör kapılarında, yükleme rampalarında, kaldırma ve devirme donanımlarında veya endüstriyel kapılarda uygulanabilen ezilme ve yırtılmalara karşı koruyucu önlem olarak tasarlanmışlardır. Tehlikeli hareketi anında durdurarak fiziksel hasarı veya malzemenin zarar görmesini önlerler.



Şekil 5.4 Güvenlik kenarlığı

Güvenlik kenarlıkları ürün aralığı, geniş malzeme girişi veya besleme alanlarına sahip makinelerdeki insan ve makinenin güvenliği için uygundur.

Güvenlik kenarları bir alüminyum profil, bir lastik profil ve bir çift geçme bağlantılı sensörden olmak üzere 3 temel elemandan oluşur. Şekil 5,4'de bir güvenlik kenarlığının kesiti görülmektedir. Güvenlik kenarındaki lastik profilin deformasyonu değerlendirilir. Temel eleman lastik profilin her iki ucundaki arıza güvenli bir transmitter / alıcı birimidir. Lastik profilin deformasyonu, transmitter ve alıcı arasındaki sinyali keser veya bu sinyalin etkisini azaltır. Kendisine bağlı olan emniyetli kontrol modülü sinyalin azalan etkisini değerlendirerek tehlikeli hareketi durdurur.

EN 1760-2 standardı güvenlik kenarları için talepleri tekrar ederek tasarım ve türdeşlerini açıklar. Bu standartta ayrıca çalışma sıcaklığı aralığı, cevap verme süresi, kuvvetler, sınırdaki çalışma mesafeleri ve aşılacak mesafeler gibi güvenlikle ilgili özellikler tanımlanmıştır. EN 954-1 standardı makine kontrolünün güvenliğe ilişkin komponentlerinin tasarımı için yönetmelikleri tanımlar. Bir makine veya birimi kullanırken bunun riski mutlaka tespit edilmelidir. Risk ne kadar yüksekse kontrol için güvenlik talepleri de aynı oranda yüksek olmalıdır. Sistemde 2 hatanın olması durumunda bile güvenlik kenarı makine veya birimin güvenli ve etkili bir şekilde duruşunu garanti eder.

Güvenlik kenarını kullanırken, tehlikeli hareketin hızı güvenlik kenarının maksimum başlama hızından daha düşük olması gerekmektedir. Tehlikeli komponentlerin durma mesafesi ve belirgin profil verileri birbirleri ile uyumları sağlanır. Bir taraftan makineyi en kötü konumda durdurmak için durdurma mesafesi yeterli olmalı, diğer taraftan gövdenin tehlike altındaki parçaların üzerine uygulanan kuvvetin maksimum sınırı aşmasına izin verilmemelidir. Planlama sırasında karşıt tarafların işleyişleri mutlaka dikkate alınmalıdır. Seçilen güvenlik kenarının mesafe aşımı yetersiz ise, ya makinenin durdurma mesafesi düşürülmeli veya farklı bir modelin kullanımı düşünülmelidir.

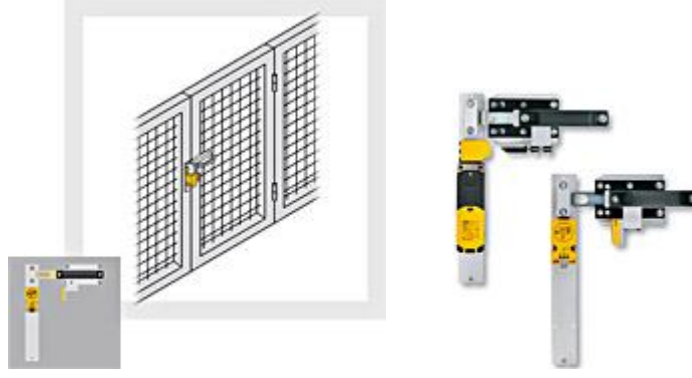
5.1.5 Emniyet Sürgüleri

Emniyet sürgüleri, ayarlaması zor veya sıklıkla açılıp kapatılan emniyet kapılarında uygulanmaktadır. Herhangi bir koruma açıkken tehlikeli makine hareketleri ve yeniden makine başlatması engellenmelidir. Korumaları etkisiz hale getirebilme veya müdahale edebilme mümkün olmamalıdır.

Bu ürünler klasik makine mühendisliğindeki uygulamaların yanı sıra, gıda, ambalajlama ya da ecza-ilaç endüstrisi gibi titiz hijyen gereklerinin söz konusu olduğu sektörlerde kullanıma uygundur.

Emniyet kapılarının ayarlanmasının zor olduğu veya sık açılıp kapatıldığı durumlarda devre dışı bırakmaya ve müdahaleye karşı koruma sağlanmalıdır, fakat aynı zamanda uzun hizmet ömrü de garantilenmelidir. Emniyet anahtarlama ile bunları gerçekleştirebilir.

Otomotiv sanayi, ve metal işleme ve baskı makineleri emniyet kapılarının yoğun olarak kullanıldığı sektörler olarak öne çıkmaktadır. Şekil 5,5'e emniyet sürgüleri ve kapı üzerine monte edilmiş halleri görülmektedir.



Şekil 5.5 Emniyet sürgüleri ve kapı üzerine montaj edilmiş hali

5.1.6 Acil Durdurma Butonları

Kumanda donanımları, endüstriyel uygulama alanındaki insan-makine ara yüzü için çok büyük öneme sahiptir. Acil durumda her türlü takım tezgahı için her zaman gerekli işlemlerin en başında gelir. Bu buton tezgah kontrol paneli üzerinde operatörün her yönden rahatlıkla ulaşabileceği konumda bulunur. Şekil ve renk olarak diğerlerinden farklıdır. Enerji kesilmesi kesici kırılması ya da kesicinin iş parçasına aniden dalması vb. durumunda kullanıldığından tezgah tekrar çalıştırıldığında kesicinin başlangıç sıfır konumunda (intial position) gönderilmeden önce manuel olarak emniyetli mesafelere götürülmesi gerekir. Herhangi bir acil durumda bu butona basıldığında tezgahın tüm sistemleri durur. Yani tezgah mili ve eksensel ilerlemeler durur, soğutma sistemleri kapanır. Bu düğmeye hızla basılacağı düşünüldükçe kendiliğinden açılması için otomatik olarak kilitlenir ve basılı durumda kalır.

Örneğin switch boardlarında, kontrol panolarında, çift el kontrol panellerinde, kaldırma ve malzeme taşıma sistemlerinde CNC tezgahlarda ve konveyörlerde kullanılır. Donanımların manuel olarak uyarılması sıralı çalışmayı ve fonksiyonel prosesleri başlatır veya sona erdirir. Acil durdurma butonları hareket aldıkları anda işlemin tamamlanmasına olanak vermeden makinenin durmasını sağlarlar. Şekil 4,6'da acil durdurma butonu (emergency stop) görülmektedir.

Emniyet devrelerinde kullanılması uygun olmayan kumanda donanımları, basmalı buton, selektör anahtarları ve kilit anahtarları olarak mevcuttur. Operatörler kontak bloklarına bir kilitleme mandal ile bağlanırlar.



Şekil 5.6 Acil durdurma butonu (emergency stop)

5.1.7 Ayak Pedalları

Manuel operasyonun tehlikeli olduğu makine ve tesislerin üzerine ayaklı emniyet anahtarları monte edilir. Ayak ile çalışan bütün emniyetli anahtarları maksat dışı operasyonlara karşı koruma kalkını ile korunmuşlardır. Ayak pedalı baskı kuvveti noktasına kadar uyarıldığı zaman kontak düzeni kapanır. Tehlike anında pedal baskı kuvveti noktasının ötesinde uyarılırsa pozitif kesmeli kontak düzeni açılır ve mekanik olarak sürgülenir. Şekil 5,7’de ayak pedalları görülmektedir.

Reset operasyonu bir basmalı buton aracılığıyla sağlanır. Reset operasyonu süresince anahtar çalışma konumuna hareket etmez. Ayaklı emniyet anahtarları EN 954-1 standartlarının koruma amaçlı olarak uygun gördüğü kategori 4’ü karşılamakta kullanılmaktadır.



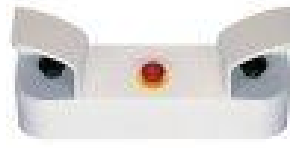
Şekil 5.7 Ayak pedalları.

5.1.8 Çift El ile Kontrol Panelleri

Çift el kontrol panelleri, uyarı için her iki elin aynı anda kullanımını gerektiren koruma donanımlarıdır. Mecburiyet karşısında eller tehlikeli bölgeden uzakta bulunur. Tehlikeli olabilecek bir makine veya çalışma düzeneğinin çalışmasını başlatmak ve bu çalışmayı devam ettirmek için tehlike var olmaya devam ettiği sürece ellerin konumu kontrol altında bulunmaktadır. Çift el kumanda cihazları, mekanik ve hidrolik preslerde veya emniyetli akım

devrelerinde el korunması için kullanılırlar. Aynı anda iki düğmeye basılmasıyla aktifleşirler. Bir veya iki düğmenin birden bırakılması halinde presin inmesi emri iptal olur.

Örneğin presin inmesi ancak iki düğmenin birden bırakılarak başlangıç durumuna dönülmesi, sonrasında birlikte basılması ile mümkün olur. Genelde, tehlikeli olabilen bir hareketin kontrol sinyalini veren bir makine operatörünün iki elini birden kullanımını temin eder. Böylece bir makine veya çalışma düzeneği çalışmaya başladığı zaman tehlike arz eden hareketli proseslerde operatörün müdahale etmesi engellenir. Şekil 5,8'de bir çift el paneli görülmektedir.



Şekil 5.8 Çift el paneli

Saç presleri, toz metalürjisi, baskı ve kağıt proses makineleri, kıyma makineleri ve benzerleri ile lastik, plastik ve kimya endüstrilerinde kullanılan makinelerde çok geniş uygulama alanları bulunmaktadır. Çift el kontrol panelleri besleme ve boşaltma proseslerinde ayarlama işleri ve tek stroklu operasyonlarda kullanmak için tercih edilen koruma donanımlarıdır. Çift el kontrol panellerinden ve acil stop donanımlarından sinyallerin güvenli bir şekilde değerlendirilmesi için emniyetli denetleme modülleri kullanılır.

Çift el kontrol panelleri EN ISO 13850" ye uygun olarak bir adet Acil Stop basmalı butonu ve iki adet çalıştırma birimi olmak üzere standart olarak üretilirler. Ek olarak, çalışma elemanlarının üzerine örneğin elleri, dirsekleri, mideyi, kalçaları veya dizleri kullanarak koruma fonksiyonunun manipüle edilmesini engelleyen koruma kapakları bulunmaktadır. EN 574, kontrol emniyetinin teknik derecesi açısından çift el anahtarlama devrelerinin farklı tipleri arasındaki farklılıkları gözetir. Bu açıdan yapılacak tip seçimi riskin değerlendirilmesine bağlıdır.

5.2 Makinelerdeki Uygulamalar

Makine ve otomasyon sistemlerinin emniyeti ve güvenilirliği, iş güvenliğinin iki temel bileşenini oluşturmaktadır. Otomasyon sistemli üretimlerin operatör güvenliği açısından potansiyel güvenlik problemleri oluşturmasıyla; gelişen güvenlik otomasyonları ve standartlar

daha katı güvenlik sınırları çizmektedir.

5.2.1 Konveyörlerdeki Uygulamalar

Konveyörlerde uygulanan güvenlik otomasyon sistemi “muting fonksiyonudur”. Muting fonksiyonu; süreç gereği işlem gören malzemelerin tehlikeli bölgeye giriş noktasında algılanarak, ışık perdesinin tamamının ya da bazı bölgelerinin otomatik ve geçici olarak köprülenmesidir. Konveyör uygulamalarında, üzerinden insanların yürüyerek tehlikeli bölgeye girişinin algılanması ve tehlikeli durumda sistemin durdurulması en çok tercih edilen yöntemdir. Ürünün geçmesine izin verilir, fakat insan geçerse ışık perdesi bu durumu algılar ve emniyet rölesi üzerinden sistem durdurulur.

Bu uygulamada ışık perdesi ile birlikte seri veya paralel bağlı muting sensörleri ve muting durumunda operatörü bilgilendirmesi için muting lambası kullanılır. Şekil 4,9’da gösterilen bağlantıda sensörlerin kesiştiği nokta ışık perdesi ile tehlikeli bölge arasında kalacak şekilde yerleştirilir. Bant üzerinde hareket eden kutunun köşeleri 0,5 saniye içinde iki sensörü keser ve bu esnada muting lambası çalışarak operatör uyarılır.



Şekil 5.9 Konveyörlerdeki muting sistemi

Işık perdelerinde, istenen bölge kadarının iptal edilebilme özelliği sayesinde sadece kutunun boyutu kadar olan kısım köprülenmiş olur ve kutunun üzerinde bulunabilecek insanların algılanarak sistemin durdurulması da sağlanmış olur. Muting lambası, kutunun ışık perdesinden geçişi esnasında sürekli olarak çalışır. Kutu, muting sensörlerini aştıktan sonra, ışık perdesi eski durumuna geçerek insanların ışık perdesinden geçişini algılar ve tehlikeli durumlarda sistemin durdurulması sağlanır.

5.2.2 Otomobillerdeki Uygulamalar

Bir aracın diğer bir araca arkadan çarptığı anda, araç sahibinin tam anlamıyla frene

basamadığını bilinmektedir. Bunun sebebi büyük olasılıkla, sürücünün ne olacağını anlayacak zamanı olmaması ve bu nedenle kazayı önleme şansının bulunmamasıdır. Günümüzde otomasyonla pekiştirilmiş aktif araç güvenlik sistemleri, sürücüyü tehdit eden bu durumu önlemek için, aracın manevra yapmasına imkan verecek zamanı kazandırmaya çalışmaktadır.

Kalabalık sokaklar ve yeni iletişim araçlarının tümü sürücünün dikkatini dağıtan unsurlardır. Yeni geliştirilen ve çalışma aşamasında bulunan aktif güvenlik sistemleri, sürücüyü herhangi bir tehlikeye karşı uyarıyor ve çarpışmanın önlenmesi için yeterli zamanın olmaması halinde harekete geçiyor.

IDIS (Intelligent Driver Information System-Akıllı Sürücü Bilgi Sistemi), stresli durumlarda gereksiz bilgilerle sürücünün dikkatinin dağıtılmasını engelleyen elektronik bir bilgi sistemidir. Tekerlek hareketleri, gaz pedalı, gösterge kumandası ve fren gibi otomobildeki belirli fonksiyonları sürekli kontrol eden IDIS, durumun karmaşıklığını değerlendirebilir. Bilgi işlenir ve güvenlik için hayati önem taşımayan bilgiler, örneğin gelen cep telefonu çağrısı veya mesajlarının iletimi ertelenir.

Sürüş durumunun daha iyi kontrol edilmesine yardımcı olacak BLIS (Blind Spot Information System-Kör Nokta Bilgi Sistemi) yan aynalardaki kameralar yardımıyla kör noktada araç olup olmadığını belirliyor. Böyle bir durumda sürücüyü uyarmak ve doğru kararı vermesini sağlamak amacıyla aynanın yanındaki uyarı ışığı devreye giriyor.

ACC (Adaptive Cruise Control - Adaptif Hız Sabitleyici), sürücünün öndeki otomobil ile arasındaki mesafeyi korumasına yardımcı olan bir sistemdir. İlk bakışta bu bir konfor unsuru gibi görünse de, düzensiz trafik akışı durumunda daha kontrollü bir sürüş sağlıyor. Bu teknoloji aynı zamanda, yeni güvenlik sistemlerinin birçoğunun da temelini oluşturuyor.

(Driver Alert System - Sürücü Alarm Sistemi)'nde ani ve hatalı şerit değiştirme durumunda alarm sesi devreye giriyor. Böylece sistem sürücüyü uyku durumunda göz kapakları kapanmaya başlamadan önce uyarıyor. Driver Alert Sistemi, yorgunluktan ileri gelen kazaları önlemede önemli avantajlar sağlıyor.

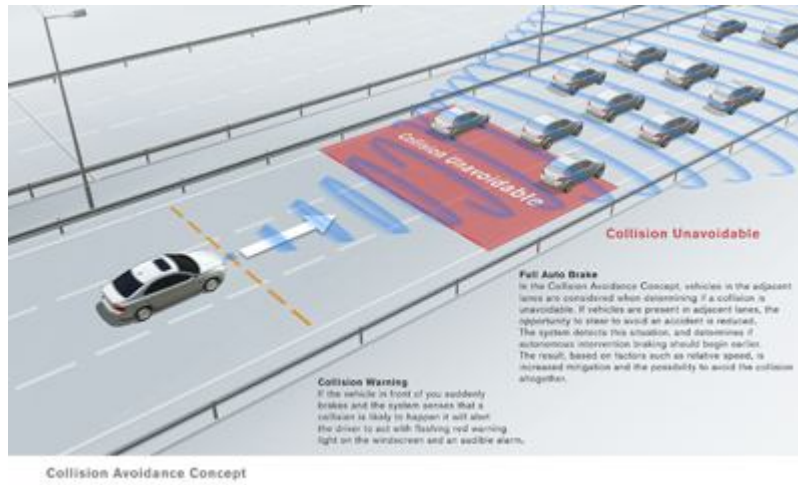
CoDriver System (Yardımcı Sürücü Sistemi) (Şekil 4.10) tüm sistemlerden gelen verileri ve bilgileri koordine ediyor ve etraftaki trafiği de değerlendirerek çözümlüyor. Bu sistem, sürücü yorulduğu ya da gerildiği zaman uyarı yaparak, yardım fonksiyonlarını devreye sokuyor. Sistem, sürücünün doğru kararı alıp uygulaması için daha çok zaman tanırken güvenliği de artırıyor.

Lane Departure Warning System (Şeritten Ayrılma Uyarı Sistemi)'nde yol, dikiz aynası

üzerindeki bir kamera yardımı ile izleniyor. Araç lastiklerinin şerit çizgilerinin dışına çıkması durumunda, düzeltme yapması için sürücü sesle uyarılıyor.

Lane Keeping Aid System (Şerit Koruma Yardım Sistemi)'nde aracın şerit dışına çıkması durumunda sesli uyarı veriliyor. Eğer sürücü aracı rotasına geri döndürmek üzere direksiyon simidini çevirmezse, sistem derhal otomobili şeridine sokmak için kontrolü ele alıyor.

Emergency Lane Assist System (Trafik Şeridi Acil Durum Destek Sistemi)'nde kamera ve radar kullanılarak otomobil, üzerine doğru gelen araçları izliyor ve uyarı veriyor. Sürücünün uyarı sinyaline zamanında tepki vermemesi durumunda sistem, otomobili şeridine sokmak için ilave direksiyon döndürme kuvveti uyguluyor. Şekil



Şekil 5.10 Co-Driver sistem

Park Uyarı Sistemi :Uzun mesafe yollarda ya da geniş alanlarda seyir ve herhangi bir manevra rahat olabilmektedir. Ancak günümüz koşullarında önlem büyük şehirlerde aracını park etmek isteyen bir sürücü için bu durum pek de kolay değildir. Bu tür şikayetler ve istekler yeni sistemlerin gelişmesinde etkin rol oynamaktadırlar. Park uyarı sistemi de bu doğrultuda üretilen yeni bir güvenlik sistemidir.

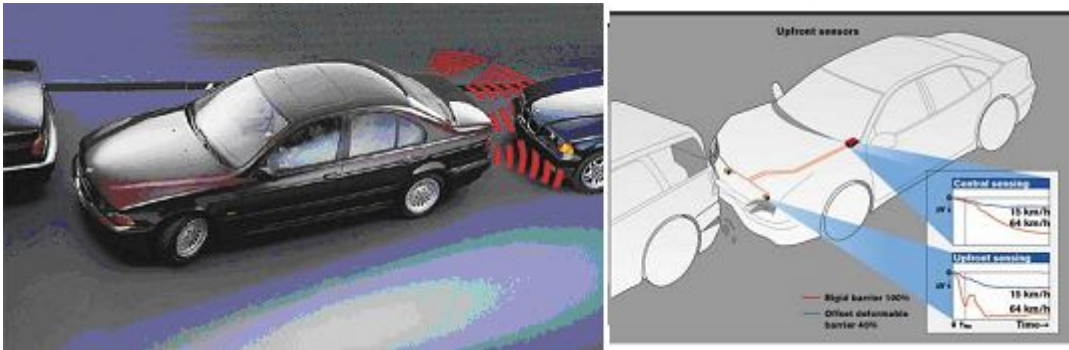
Bugüne kadar orijinal donanım olarak araçlarda bulunan park sistemi, artık araçlara sonradan da monte edilebilmektedir. Elektronik park etme sisteminde aracın arkasına yerleştirilen sensörler, yakın mesafedeki alanı tarayarak, karşılaştığı engelleri sesli bir uyarı sinyali ile sürücüye bildirmektedir. Bu sensörler, alçak bitki saksıları, tel örgüler veya ince direkler gibi fark edilmesi zor nesnelere bile görerek, sürücüyü uyarabilmektedir. Önceleri sistem yalnızca otomobilin arkasını gözlemek için kullanılıyorken, aracın önüne monte edilen yeni sensörler sayesinde, artık aracın önündeki alan da taranabilmektedir. Aracın kasa genişliğine bağlı olarak, arka tamponda ise üç ya da dört sensör kullanılabilmektedir.

Park uyarı sisteminde algılayıcılar üzerinden ses üstü dalgalar üretirler. Bu dalgalar bir engele çarptığında yansır, tekrar algılayıcılar tarafından alınırlar ve sayısal sinyal biçiminde modüle geri gönderilirler.

Bu aşamada modül ses üstü sinyalin gönderilme ve alınması arasındaki süreyi ölçer ve engele olan mesafeyi hesaplar. Burada her algılayıcı bağımsız olarak çalışır ve modül tarafından ayrı ayrı izlenip devreye sokulur. Modül araç ile engel arasındaki mesafeye göre ekran birimindeki farklı uyarı lambalarını, LED lambaları veya sesli uyarıları devreye sokar.

Az sayıda bileşen, küçük sensörler içeren bu sistem sürücü aracı geri vitese aldığı zaman, sistem otomatik olarak devreye girer. Uyarı lambalarının (yeşil, sarı, kırmızı) kısa yanması ve işitsel bir sinyal sistemin çalıştığını gösterir. Aracın arkasındaki mesafeyi sensörleri ile tarayarak, sürücüye muhtemel engeller hakkında sesli bir uyarı sinyali verir. Aracın ön tarafına monte edilmiş sensörler ise, araç ön vitese alındığında çalışmaya başlar. Sistem, aracın önünde herhangi bir engele rastlanmadığı durumda 20 saniye sonra otomatik olarak kapanmaktadır.

Sistemde çamurluk üzerine yerleştirilmiş ses üstü algılayıcıları, bir gözetim modülü ve arka camın, görüntü camı içinde bir gösterge birimi bulunur.



Şekil 5.11 Park uyarı sistemi

Diğer ses kaynakları sonucu ortaya çıkan ölçüm hataları veya arızalı algılayıcı gibi sistem hataları tüm uyarı lambalarını yanması ve sesli arıza sinyalinin verilmesi ile belirtilir. Sistemin doğru çalışması için algılayıcılar kir, buz ve kardan etkilenmeyecek şekilde temiz tutulması gereklidir. Aksi takdirde sensörler sağlıklı çalışmaz. Bunun yan sıra en yakın engelin hassas bir şekilde algılanması şiddetli yağmur ve fiziksel olarak uygun olmayan yansıtma şartlarında her zaman mümkün olmayabilir.

Otomobilde emniyet araştırmasının en önemli hedefi, insan-makine arasındaki en uygun bağlantının tespiti olmuştur. Çünkü sadece sürücü ile araç arasındaki iyi bir bağlantı, kritik durumlarda ve tam zamanında doğru kararın verilmesini sağlar. Sürücünün refleks hareketleri

ölçülerek, hangi konstrüksiyonların çabuk ve doğru olan kararların alınmasını mümkün kılacağı tespit edilebilir. Buna göre taşıtlarda güvenlik unsurları üzerinde çalışılırken insan psikolojisinin büyük önemi olduğu görülmüştür.

5.2.3 Plastik Enjeksiyon Makinelerindeki Uygulamalar

Plastik enjeksiyon preslerinde kalıp bir hidrolik pistonun itmesi ile kapanır. Malzemenin kalıba taşınması tek kollu bir valf ve sonsuz vida sistemiyle yapılmaktadır. Sonsuz vida bir elektrik veya hidrolik motor tarafından döndürülmektedir. Vidanın çevresinde malzemeyi ısıtmak üzere bir ısıtıcı vardır ve koruma kapağı mevcuttur. Kalıp kapanma bölgesi tehlikeli bölgedir ve makinenin çalışması sırasında bu bölgeye erişim engellenmelidir.



Şekil 5.12 Kalıp mengeneri üzerinde bulunan bağlantılar.

Bu amaçla sürgülü kapak kullanılmaktadır. Enjeksiyon makinesinin kapağı 2 adet emniyet nihayet şalteri ile kontrol edilir. Bu iki şalterin konum değişimi, oluşturulan emniyet devresi tarafından aynı anda izlenir. Kasıtlı olarak veya arızalanma sonucu olursa mengenenin kapanma yönündeki hareketi kesinlikle engellenir. Şekil 5.12’de kalıp mengeneri üzerinde bulunan bağlantılar görülmektedir.

Kapı emniyet nihayet şalterleri “PLC” gibi programlanabilir bir üniteye direk bağlanmaz. Bu güvenli anahtarlama yapacak özel bir devre kurulur. Ve otomasyon sistemine bilgi amaçlı sinyal alınır.

5.2.4 Robotlardaki Uygulamalar

Robotlar, üretim esnasında yaptığı çok hızlı manevralarla üretimde artış ve kolaylık getirirken diğer yandan etrafındaki canlılar için büyük bir tehlike oluştururlar (Şekil 4.13). Robotun yanına yaklaşan bir insan, robotun bir sonraki hareketinin hangi yönde olacağını tahmin edemez. Hareketsiz duran bir Robot, harekete başlamak için bir sensörden (algılayıcı) alacağı

sinyalle bir anda hareket etmeye başlayabilir. Bu durumda "robot çalışmıyor" düşüncesi ile robotun etrafında bulunan bir insanın kazaya maruz kalması olasılığı çok yüksektir. Bu kazaların engellenmesi ve kaza maliyetlerinin minimum düzeyde tutulması için EN 775 endüstriyel robot standardı hazırlanmış ve uygulanması öngörülmüştür.

Bu standartlarla robot uygulamalarında gerekli emniyet tedbirleri alınmaya başlanmıştır. Ancak görülmüştür ki, her bir emniyet önlemi üretimde ciddi kayıplara yol açmaya başlamıştır. Buna karşılık emniyet sistemlerini geliştiren firmalar emniyeti en üst düzeyde tutarken üretimde verimi de artıran çözüm arayışlarına girmiştir.



Şekil 5.13 Bir robot kolu

Robot uygulamalarında emniyet çözümleri, robotun etrafı tel örgülerle çevrilerek insanlar ve diğer canlılar tehlikeli hareketlerden uzak tutulur. Maliyeti düşük bir o kadarda emniyeti tek başına tamamen yetersiz bir çözümdür. Ayrıca üretim sahasının büyük bir kısmı koruma alanı olarak harcanmaktadır. Bunun yerine uygulanması gereken bazı çözümler şu şekilde sıralanabilir;

a-Hücre girişinin denetlenmesi: Robot hücresi tamamen kapatılamaz. Bakım esnasında içeriye giriş yapılacak bir geçit olmalıdır. Bu geçit ya bir ışık perdesi yada bir emniyet şalteri ile denetlenen bir yapıda olmalıdır.

b-Işık Perdesi: EN 999, EN 50100 standardına göre montaj yeri hesaplanmalıdır. Manual reset (operatör tarafından etkisiz hale getirilme) sistemi kullanılmalı, operatör ışık perdesini keserek hücre içersine girdiğinde tüm tehlikeli hareketler bir emniyet rölesi ile durdurulmalıdır. Dışarıya çıkıp reset butonuna basmadığı sürece de sistem tekrar çalıştırılmamalıdır. Tam emniyet için sadece ışık perdesinin kullanılması yeterli değildir. Operatör içerdeyken başka bir kişinin yanlışlıkla reset butonuna basması durumunda sistem tekrar çalıştırılabilir. Ayrıca ışık perdesinin ışınları görülebilir olmadığından insanların

yanlılıkla bu ışını keserek üretimde gereksiz durmalara sebep olması mümkündür.

c-Emniyet Kapısı: Daha düşük maliyette olmasından dolayı en çok kullanılan yöntemdir. Ancak bir çok uygulama kapı şalterinin bağlantısı önemsenmemektedir. Oysa büyük oranda kazaları önleyen kapı şalterlerinde, EN 954-1e göre çift kanal olarak bağlantı yapılmalı ve bir emniyet rölesi ile izlenmelidir. Kapının açılması durumunda tehlikeli hareketler aniden durdurulmalıdır. Işık Perdesinde olduğu gibi burada da operatörün içerde kalması durumunda başkası tarafından kapının kapatılma olasılığı bulunmaktadır.

d-Alan Tarayıcı: Robot hücresinin ve kapı izlemesinin yeterli görülmediği ortamlarda alan tarayıcılar da kullanılabilir. Ancak sadece 2 boyutta tarama yapabildiğinden bazı kör alanlar denetim dışında kalmaktadır. Yüksek fiyatlarda olan bu cihazların birden fazla kullanılması gerekli olmaktadır.

e-Emniyet Paspası: Alan tarayıcısının kullanılmaması durumunda tercih edilen bir diğer yöntemdir. Metrekare fiyatı gayet yüksek olan paspasların uygulanması gereken alan çok geniştir. Bu yüzden birden fazla paspas birbirine bağlanarak kullanılır. Maliyetleri daha da artıran bu yöntemle paspasların herhangi birisinin arızalanması durumunda tamamının da çalışmaması bu sistemin dezavantajıdır.

f-Üç Boyutlu Emniyet Kamera Sistemi: Bu sistem tesislerde kuşbakışı, konik bir alan oluşturur. Cihaz üzerinde, emniyet gereği birden fazla kamera kullanılmalıdır. Bu kameralar sayesinde üç katmandan oluşan koruma alanı, üretimin emniyetli olarak devamını garantiler. Bu katmanlar, ikaz, tampon ve tehlikeli çalışma bölgeleridir.

Sisteme komut veren operatör, emniyet gereği riskli bölge dışında bulunmaktadır. Eğer operatör herhangi bir sebeple, ikaz bölgesine girerse dışarı çıkması için uyarılır. Aynı anda sistem, robotu daha yavaş çalıştıracak gerekli komutları gönderir. Bu aşamada robot durmaz ve üretim kesintisiz devam eder. Eğer operatör ikaza rağmen tampon bölgeye girecek olursa kamera sistemi, robotu aniden durdurarak olası kazaları önler. Şekil 4.14'de otomotiv sektöründe üretim bandında kullanılan bir robot görülmektedir.

Sistemin üretimi durdurmak yerine yavaş dahi olsa devam ettirmesi, istenmeyen durumlarda üretim verimini düşürmemek adına önemli bir avantajdır. Sistemin sağladığı bir diğer üstünlük de yavaşlayan robota müdahale etme hızının artırılması ve kazaların mutlak şekilde önlenmesidir.



Şekil 5.14 Otomotiv sektöründe üretim bandında kullanılan bir robot.

Bu sayede, tampon bölge mesafesi önemli oranda azaltılmış olur. Bu sistemle emniyet sektörünün robot uygulamalarında yeni bir kavram oluşmuştur. Üç boyutlu kamera sistemi ile sağlanan emniyet çözümleri, üretimin hızını azaltan bir etken değil aksine üretimin verimini artırarak kaza maliyetlerini minimize eden bir yöntemdir. Bu teknolojilerin gelişmesi ile yakın zamanda robotlarla insanlar arasındaki çit engeli kalkması ve robotların daha güvenilir makineler haline gelmesi beklenmektedir.

SONUÇ

Bu tez çalışmasında, makine tasarımında güvenlik parametresi incelenmiştir. İlk başta güvenliğin ve riskin tanımı yapılmış ve makine tasarımındaki öneminden bahsedilmiştir. Bu sırada makine tasarımı hakkındaki konularda temel bilgiler tanımlanmış ve makinelerdeki tehlike yaratan hareketler belirtilmiştir. Aynı zamanda makinelerin tipine göre zorunluluk haline getirilen standartlar hakkında bilgi verilmiştir.

Tasarımda alınabilecek güvenlik önlemleri bölümünde, riskin tasarım yoluyla azaltılması için uygulanabilecek metotlara değinilmiş, güvenlik koruma önlemleri ve koruyucu tipleri açıklanmış, koruyucu seçiminde etkili olan konular ifade edilmiştir. Aynı zamanda caydırma düzenleri ve güvenlik düzenekleri hakkında bilgi verilmiştir.

Son bölümde ise makine tasarımında göz önüne alınan bu güvenlik yöntemlerinin makinelerdeki uygulamaları örneklerle anlatılmaya çalışılmıştır. Bu kısımda atölyelerde kullanılan makinelerden ve koruyucularına, asansörlerden, otomobillerdeki güvenlik düzeneklerine ve vinçlere kadar değişik makinelerde güvenlikle ilgili alınması gereken önlemlere ve uygulanan çözümlerine değinilmiştir. Güvenlik amaçlı tasarımın bir diğer dalı olan güvenlik otomasyon ilişkisi hakkında bilgi verilmiş ve örneklemelerde bulunulmuştur.

Sonuç olarak bu çalışmada, günümüzde makine tasarımında çok önemli bir kriter haline gelen “güvenliğe yönelik tasarım” konusu üzerinde durulmuştur. Bu amaçla tasarımcının alacağı güvenlik önlemleri, konuyla ilgili standartların ışığında ayrıntılı olarak incelenmiş ve bir araya toplanmış örneklerle açıklanmıştır.

KAYNAKLAR

- Alkış A., (1993) “Landinformationssystem in Türkei am Beispiel der Stadt Istanbul”, Proceedings Of 16th Urban Data Management Symposium, 6-10 Sept. 1993, Wien, 159-167
- Babalık F.C., Makine Elemanları ve Konstrüksiyon Örnekleri Cilt 1, UÜ Yayınları, 1997.
- Barlas, E, “Paraşüt Emniyet Freninin Basit Tarihi Ve Tampon Tesirli Fren Sistemi”, Asansör Dünyası Dergisi Sayı 73 S 82
- Berkman A.F. ,(1972) , “İş Emniyeti”, İTÜ, 1972, İstanbul.
- Bozacı A. “Sistematik (Metodik) Konstrüksiyon (Dizayn)”, YTÜ, İstanbul.
- Ciniviz, Murat. ‘Tasıt Güvenlik Sistemleri’ S.Ü. Yüksek Lisans Semineri. Konya, 2000
- Çakar, Ali Ekber. ‘Modern Binek Otolarında Pasif Güvenlik Sistemlerinde Hava Yastığı’, G.Ü. Trafik Planlaması ve Uygulanması A.B.D.,Yüksek Lisans Tezi, Ankara Subat 1995.
- Çavdar K., Karpat F., Güngören Y. “Asansörler İçin Paraşüt Fren Sistemi Tasarımı”, UÜ, Bursa, 2006
- Çetinkaya S. Prof. Dr. Politeknik Dergisi, G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Dergisi, s. 7-16, Cilt: 3, Sayı: 1, 2000
- De Jong, J, “Understanding The Natural Behaviour Of Elevator Safety Gears And Their Triggering Devices”, Elevator Technology 14 Iae (Türkçe Tercümesi Asansör Dünyası Dergisi Sayı 74 De Yayınlanmıştır)
- Dikmen F. “Konstrüksiyon Tekniğinde Gelişmeler” , YTÜ, İstanbul
- Eren, İ ,Yüksel, H. "Hava Yastığı (Airbag)". 1. Uluslararası Katılımlı Otomotiv Teknolojisi Kongresi, S. 224-231. Adana, 26 - 30 Mayıs, 1997
- Ersoy, H. ‘Motorlu Kara Taşıtlarında Kullanılan Emniyet Kemerinin Önemi’, G.Ü.
- Güngören Y., Asansörler için Hiz Ayarlayıcısı Tasarımı, Makine Projesi, Uludağ Üniversitesi Müh.Mim. Fakültesi, 2004
- Kazaların Demografisi ve Epidemiyolojisi A.B.D. Yüksek Lisans Tezi. Ankara, 1995
- Ersoy S. Yılmaz Ö. “Araç Güvenlik Sistemleri” MÜ.
- Erşan N. ve Gülten Z. “Kaynakta Emniyet Önlemleri”, İstanbul.
- Gücer D.(çeviren), “Mekanik Koruyucular – Prensipleri ve Tekniği” Amerikan İş Standartları Bürosu, İTÜ
- İmrak C.E.(1996) “Asansör Sistemlerinin Trafik Analizi Dizaynı ve Simülasyonu” İTÜ, İstanbul
- Janovsky, L, “Elevator Mechanical Design” Third Edition Part 8 S 264
- Klebanov B., M, Barlam D. M., Nystrom F., E. , “Machine Elements: Life And Design”, Boca Raton, FL, CRC Press, 2008
- Okutan C. ve Akman Ö. (1962), “Mekanik Koruyucuların Esasları”, İstanbul.
- Phelan M. R. , (1962), “Fundamentals of Mechanical Design “,New York, McGraw-Hill
- Tavaslıoğlu, S, “Asansör Uygulamaları” 2005 Final Matbaası Bölüm 6
- Simburger, W. "Oto Radar Sistemi Ve Emniyetli Bir Mesafenin Korunması". Teknolojik

Güvenlik, Sayı 2, 1997.

TMMOB Makina Mühendisleri Odası Mühendis Ve Makina Dergisi, Temmuz 2000 / Sayı 486 (Sayfa 37 – 40)

İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü

TS EN 292-1

TS EN 953

TS EN 626-1

TS EN 620

TS EN 294

BS EN 294

TS EN 349

TS EN 999

TS EN 457

TS EN 842

TS EN 418

TS EN 953

TS EN 954

TS EN 10922

TS EN 81-1

İNTERNET KAYNAKLARI

http://www.batul.deu.edu.tr/ASANSOR/ders_notlari/sonasans%F6r_notlari/1.3%20Asans%F6r%20g%FCvenlik%20sistemleri.pdf

www.bykon.net/tr_teknik.aspx?id=1

<http://isguv.net>

<http://www.obitet.gazi.edu.tr>

http://www.schneiderelectric.com.tr/schneider_tr/urun_endeksi_.htm

<http://site.mynet.com/azizhayri/kusadasimem/id6.htm>

http://www.schneiderelectric.com.tr/Schneider_en/ehaberler/september_2003/Safety_appli2_tr.pdf

www.zorluasansor.com

EKLER

Ek 1 Görsel Uyarı Levhaları













TEHLİKE AMONYAK	TEHLİKE ASETİLEN	TEHLİKE BENZOL	TEHLİKE BUHAR
TEHLİKE DİNAMİT	TEHLİKE ETİLEN	TEHLİKE FOSFORİK ASİT	TEHLİKE HİDROJEN SÜLFÜR
TEHLİKE KARBON Dİ OKSİT	TEHLİKE KARBON Dİ SÜLFÜR	TEHLİKE KLOR	TEHLİKE KLORALİ
TEHLİKE KLORHİDRİK ASİT	TEHLİKE KOSTİK	TEHLİKE METAN	TEHLİKE OKSİJEN
TEHLİKE OKSİTLEYİCİ MADDELER	TEHLİKE ORGANİK PEROKSİTLER	TEHLİKE PARLAYICI	TEHLİKE PARLAYICI GAZ
TEHLİKE PATLAYICI	TEHLİKE PROPAN	TEHLİKE RADYOAKTİF	TEHLİKE SİYANÜR
TEHLİKE SİTRİK ASİT	TEHLİKE SODYUM HİPOKLOROİT	TEHLİKE SOLVENT	TEHLİKE SUD KOSTİK
TEHLİKE SÜLFÜRİK ASİT	TEHLİKE YAKICI AŞINDIRICI TAHRİŞ EDİCİ	TEHLİKE ZEHİRLİ GAZ	TEHLİKE ZEHİRLER
TEHLİKE ZEHİRLİ SIVI VE KATILAR	TEHLİKE ISLANDIĞINDA TEHLİKELİ	TEHLİKE SAĞLIĞA ZARARLI ZEHİRLİ	TEHLİKE KİMYASAL YAKICI
TEHLİKE ASİT	TEHLİKE ZEHİR	TEHLİKE ZEHİRLENME TEHLİKESİ	TEHLİKE ASİT ÜZERİNE SU DÖKMEK TEHLİKELİDİR





DİKKAT

İNŞAATA ÖNERİLENDEN BASKINININ GİRİŞİ YASAK VE TEDBİRLERİN İŞ TALİMATI

1. İş güvenliği baskını ve baskınları önlemek için,
2. Çalışma alanı, çalışma alanına girme, baskınları önlemek için,
3. Yerde ve yolda çalışırken iş yapma, baskınları önlemek için,
4. Baskın güvenli çalıştırma,
5. Baskınları önlemek için,
6. Baskınları önlemek için,
7. Baskınları önlemek için,
8. Baskınları önlemek için,
9. Baskınları önlemek için,
10. Baskınları önlemek için,
11. Baskınları önlemek için.

İŞÇİLERE TÜM KAZA VE YARALANMALARI BİR AN ÖNCE USTABAŞINA BİLDİR, KAZAYA NEDEN OLAN DURUMU BİLDİR, KAZALARI ÖNLEMEK İÇİN HER ZAMAN DİKKATLİ OL!

EMNİYETSİZ ŞARTLAR

1. Emniyetsiz şartları önlemek için,
2. Emniyetsiz şartları önlemek için,
3. Emniyetsiz şartları önlemek için,
4. Emniyetsiz şartları önlemek için,
5. Emniyetsiz şartları önlemek için,
6. Emniyetsiz şartları önlemek için,
7. Emniyetsiz şartları önlemek için,
8. Emniyetsiz şartları önlemek için,
9. Emniyetsiz şartları önlemek için,
10. Emniyetsiz şartları önlemek için,
11. Emniyetsiz şartları önlemek için.

EMNİYETSİZ ŞARTLAR NASIL GİDERİLİR:

1. Emniyetsiz şartları önlemek için,
2. Emniyetsiz şartları önlemek için,
3. Emniyetsiz şartları önlemek için,
4. Emniyetsiz şartları önlemek için,
5. Emniyetsiz şartları önlemek için.

GÜVENLİK KURALLARI

1. İş güvenliği kuralları ve baskınları önlemek için,
2. İş güvenliği kuralları ve baskınları önlemek için,
3. İş güvenliği kuralları ve baskınları önlemek için,
4. İş güvenliği kuralları ve baskınları önlemek için,
5. İş güvenliği kuralları ve baskınları önlemek için,
6. İş güvenliği kuralları ve baskınları önlemek için,
7. İş güvenliği kuralları ve baskınları önlemek için,
8. İş güvenliği kuralları ve baskınları önlemek için,
9. İş güvenliği kuralları ve baskınları önlemek için,
10. İş güvenliği kuralları ve baskınları önlemek için.

EMNİYETSİZ ŞARTLAR

1. Emniyetsiz şartları önlemek için,
2. Emniyetsiz şartları önlemek için,
3. Emniyetsiz şartları önlemek için,
4. Emniyetsiz şartları önlemek için,
5. Emniyetsiz şartları önlemek için,
6. Emniyetsiz şartları önlemek için,
7. Emniyetsiz şartları önlemek için,
8. Emniyetsiz şartları önlemek için,
9. Emniyetsiz şartları önlemek için,
10. Emniyetsiz şartları önlemek için.

EMNİYETSİZ ŞARTLAR NASIL GİDERİLİR:

1. Emniyetsiz şartları önlemek için,
2. Emniyetsiz şartları önlemek için,
3. Emniyetsiz şartları önlemek için,
4. Emniyetsiz şartları önlemek için,
5. Emniyetsiz şartları önlemek için.

ELEKTRİK KAYNAK İŞLERİNDE DİKKAT EDİLECEK KURALLAR

1. Elektrik kaynak işlerinde dikkat edilecek kurallardır.
2. Elektrik kaynak işlerinde dikkat edilecek kurallardır.
3. Elektrik kaynak işlerinde dikkat edilecek kurallardır.
4. Elektrik kaynak işlerinde dikkat edilecek kurallardır.
5. Elektrik kaynak işlerinde dikkat edilecek kurallardır.
6. Elektrik kaynak işlerinde dikkat edilecek kurallardır.
7. Elektrik kaynak işlerinde dikkat edilecek kurallardır.
8. Elektrik kaynak işlerinde dikkat edilecek kurallardır.
9. Elektrik kaynak işlerinde dikkat edilecek kurallardır.
10. Elektrik kaynak işlerinde dikkat edilecek kurallardır.

PATLAMA TEHLİKESİ OLAN MAHALLERDE DİKKAT EDİLECEK KURALLAR

1. Patlama tehlikesi olan mahallerde dikkat edilecek kurallardır.
2. Patlama tehlikesi olan mahallerde dikkat edilecek kurallardır.
3. Patlama tehlikesi olan mahallerde dikkat edilecek kurallardır.
4. Patlama tehlikesi olan mahallerde dikkat edilecek kurallardır.
5. Patlama tehlikesi olan mahallerde dikkat edilecek kurallardır.
6. Patlama tehlikesi olan mahallerde dikkat edilecek kurallardır.
7. Patlama tehlikesi olan mahallerde dikkat edilecek kurallardır.
8. Patlama tehlikesi olan mahallerde dikkat edilecek kurallardır.
9. Patlama tehlikesi olan mahallerde dikkat edilecek kurallardır.
10. Patlama tehlikesi olan mahallerde dikkat edilecek kurallardır.

FREZEDE (Metal İşleme) DİKKAT EDİLECEK KURALLAR

1. Freze işlerinde dikkat edilecek kurallardır.
2. Freze işlerinde dikkat edilecek kurallardır.
3. Freze işlerinde dikkat edilecek kurallardır.
4. Freze işlerinde dikkat edilecek kurallardır.
5. Freze işlerinde dikkat edilecek kurallardır.
6. Freze işlerinde dikkat edilecek kurallardır.
7. Freze işlerinde dikkat edilecek kurallardır.
8. Freze işlerinde dikkat edilecek kurallardır.
9. Freze işlerinde dikkat edilecek kurallardır.
10. Freze işlerinde dikkat edilecek kurallardır.

TORNA TEZGAHLARINDA DİKKAT EDİLECEK KURALLAR

1. Torna tezgahlarında dikkat edilecek kurallardır.
2. Torna tezgahlarında dikkat edilecek kurallardır.
3. Torna tezgahlarında dikkat edilecek kurallardır.
4. Torna tezgahlarında dikkat edilecek kurallardır.
5. Torna tezgahlarında dikkat edilecek kurallardır.
6. Torna tezgahlarında dikkat edilecek kurallardır.
7. Torna tezgahlarında dikkat edilecek kurallardır.
8. Torna tezgahlarında dikkat edilecek kurallardır.
9. Torna tezgahlarında dikkat edilecek kurallardır.
10. Torna tezgahlarında dikkat edilecek kurallardır.

Kolay tutuşan

Sağlığa Zararlı

Sağlığa Zararlı

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 18.10.1984

Doğum yeri İstanbul

Lise 1999-2002 Beşiktaş Atatürk Anadolu Lisesi

Lisans 2002-2006 Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fak.
Makine Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2006-2009 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Müh. Anabilim Dalı, Konstrüksiyon
Programı

Çalıştığı kurumlar

2006-2007 Tunay Mühendislik Ltd.Şti.

2007-Devam ediyor Boğaziçi Üniversitesi
Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı
Makine Mühendisi