

**T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# **İNSAN FAKTÖR MÜHENDİSLİĞİNDE ÖRNEK OLAY UYGULAMALARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Endüstri Müh. Yusuf KARDAŞ**

**Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Tarık ÇAKAR**

**Ocak 2011**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İNSAN FAKTÖR MÜHENDİSLİĞİNDE ÖRNEK OLAY  
UYGULAMALARI**

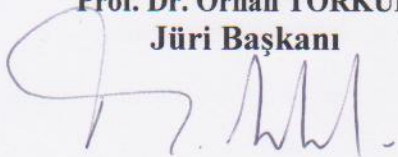
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Endüstri Müh. Yusuf KARDAŞ**

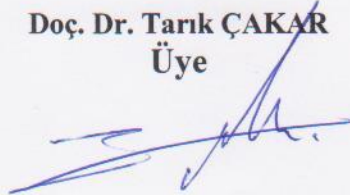
**Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

Bu tez 28/01 /2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Prof. Dr. Orhan TORKUL**  
**Jüri Başkanı**



**Doç. Dr. Tarık ÇAKAR**  
**Üye**



**Doç Dr. Cemil ÖZ**  
**Üye**



## **TEŞEKKÜR**

Yüksek lisans çalışmam süresince her türlü yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Doç.Dr. Tarık ÇAKAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu günlere gelene kadar her türlü sorunda yanımda olan, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme, arkadaşım Mustafa AKPINAR'a teşekkür ederim.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca sürekli yanımda bulunan ve her şeyi paylaştığımız tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xvi
TABLolar LİSTESİ.....	xxxv
ÖZET.....	xxxvii
SUMMARY.....	xxxviii

### BÖLÜM 1.

GİRİŞ.....	1
1.1. Ergonomik Yaklaşımlar .....	2
1.2. Ergonominin Ortaya Çıkışı Üzerine Kısa tarihçe .....	4
1.2.1. Dünya'daki gelişimi .....	5
1.2.2. Türkiye'deki gelişimi .....	6
1.3. İnsanların Kullandıkları Eşya Araç-Gereç ve Çevresi ile İlişkisi... ..	7
1.3.1. İnsan makine sistemleri .....	7
1.3.1.1. İnsan makine sistemlerinin özellikleri .....	8
1.3.2. Fiziksel çevre .....	9
1.3.3. Kişisel ve koruyucu eşyalar .....	10

### BÖLÜM 2.

İNSAN VÜCUDUNUN ERGONOMİK AÇIDAN ETÜDÜ .....	11
2.1. Hareket Sistemi .....	11
2.1.1. Kemikler .....	12

2.1.2. Eklemler .....	12
2.1.3. Kaslar .....	13
2.2. Sinir Sistemi .....	13
2.3. İnsanların Enerji Gereksinimi .....	15
2.3.1. Basal metabolizma .....	15
2.3.2. İş yükü ve enerji gereksinimi .....	15
2.3.3. İş ve işlemlerin fiziksel çaba olarak sınıflandırılması .....	16
2.3.4. Çalışma etkinliğinin artırılması için temel tasarım ilkeleri ..	17
2.4. Çalışma Süreleri ve Dinlenme Araları .....	18
2.4.1. Giriş .....	18
2.4.2. İş yükünün ölçülmesi .....	19
2.4.2.1. Fiziksel iş yükünün ölçülmesi .....	19
2.4.2.2. Zihinsel iş yükünün ölçülmesi .....	19
2.4.3. Dinlenme araları .....	20
2.5. Beslenme .....	21
2.5.1. İşçilerin enerji gereksinimleri .....	21
<b>BÖLÜM 3.</b>	
<b>MÜHENDİSLİK ANTROPOMETRİSİ .....</b>	<b>23</b>
3.1. Antropometrinin Tanımı, Tarihi Gelişimi ve Amacı .....	23
3.2. Antropometrik Ölçüler ve Ölçüm Yöntemleri .....	27
3.2.1. Temel kavramlar .....	27
3.2.2. Ölçü almada kullanılan referans noktaları .....	28
3.3. Vücut Ölçülerinin Sınıflandırılması .....	30
3.3.1. Yapısal vücut ölçüleri .....	30
3.3.2. Fonksiyonel vücut ölçüleri .....	36
<b>BÖLÜM 4.</b>	
<b>İNSAN - MAKİNE SİSTEMLERİ .....</b>	<b>38</b>
4.1. İnsan - Makine İlişkileri .....	38
4.2. İnsan - Makine Sistemlerinin Tasarım Aşamaları .....	38

4.2.1. Amacın belirlenmesi .....	39
4.2.2. Fonksiyonların ayırımı .....	39
4.2.3. Fonksiyonların dağıtımı .....	40
4.2.4. İşlem ve iş tanımları .....	40
4.2.5. Ara kesit tasarımı .....	41
4.3. Göstergeler .....	42
4.3.1. Gösterge çeşitleri .....	43
4.3.1.1. Kalitatif göstergeler .....	43
4.3.1.2. Kantitatif göstergeler .....	43
4.3.1.3. Alfa sayısal göstergeler .....	45
4.3.1.4. Temsili göstergeler .....	46
4.4. Kontroller .....	46
4.4.1. Giriş .....	46
4.4.2. Kontroller ve kontrol edenler .....	47
4.4.3. Kontrollerin fonksiyonel özellikleri .....	47
4.4.3.1. Kontrollerin hareket yönü .....	48
4.4.3.2. Kontrollerin hızı .....	49
4.4.3.3. Kontrol işlemlerinin doğruluğu .....	49
4.4.4. Kontrol düzeneği seçenekleri .....	49
4.4.4.1. Hassas işlemlerin kontrollerinde kullanılan düzenekler .....	50
4.5. Kontrol ve Gösterge Araçları Arasındaki İlişki .....	51

## BÖLÜM 5.

ÇALIŞMA ORTAMI FAKTÖRLERİ .....	52
5.1. Giriş .....	52
5.2. Çalışma Ortamında Fiziksel Faktörler .....	52
5.2.1. Gürültü .....	52
5.2.1.1. Sesi karakterize eden büyüklükler .....	53
5.2.1.2. Gürültünün sınıflandırılması ve gürültü kaynakları .	54
5.2.1.3. İşitme organının anatomik ve fiziksel yapısı .....	55

5.2.1.4. Gürültünün insana etkileri .....	55
5.2.1.5. Gürültü ve verimlilik .....	57
5.2.1.6. Gürültü kaynaklı çeşitli rahatsızlık duyguları .....	58
5.2.1.7. İşletme içinde gürültüyle mücadele .....	58
5.2.2. Titreşim .....	59
5.2.2.1. Titreşimlerle ilgili bazı kavramlar .....	60
5.2.2.2. Titreşimin ölçülmesi .....	60
5.2.2.3. Titreşim türleri .....	60
5.2.2.4. Titreşimin etkileri .....	61
5.2.3. Aydınlatma .....	62
5.2.3.1. Aydınlatma ile ilgili bazı kavramlar .....	62
5.2.3.2. Görme organının anatomik ve fizyolojik yapısı .....	63
5.2.3.3. Aydınlatma şekilleri ve ışık kaynakları .....	63
5.2.3.4. Çalışma yerlerinin aydınlatılması .....	64
5.2.3.5. Aydınlatma düzeyinin ölçülmesi ve değerlendirmesi .....	67
5.2.3.6. Aydınlatmada kullanılan ışıklık türleri ve ışıklık seçimi .....	69
5.2.3.7. İyi bir aydınlatma düzeninin özellikleri .....	69
5.2.4. Çalışma ortamı iklimi .....	71
5.2.4.1. Ortam sıcaklığı .....	72
5.3. Çalışma Ortamında Kimyasal Faktörler .....	74
5.3.1. Tozlar .....	75
5.3.2. Gaz ve buharlar .....	77
5.3.3. Çözücüler .....	79
5.4. Psikolojik Faktörler .....	79

## BÖLÜM 6.

TEMEL ERGONOMİ İLKELERİ .....	85
6.1. Çalışma Alanı .....	86
6.2. Oturarak Çalışma Ve Sandalye Tasarımı .....	88

6.2.1. Çalışma sandalyesi .....	89
6.3. Ayakta Çalışma .....	90
6.4. El Aletleri ve Kontroller .....	92
6.4.1. El aletleri .....	92
6.4.2. Kontroller .....	93
6.5. Ağır Fiziksel Çalışma .....	94
6.6. İş Dizaynı .....	96
6.7. Sağlık-Güvenlik Görevlilerinin Sorumlulukları .....	96

## BÖLÜM 7.

İNSAN FAKTÖR MÜHENDİSLİĞİ ÖRNEK OLAYLAR .....	98
7.1. Otomobil Elemanı Montaj İşlemi .....	98
7.1.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	98
7.1.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem) .....	99
7.1.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem) .....	100
7.1.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	100
7.1.5. Ergonomik risk faktör (Durum) .....	100
7.1.6. Ergonomik risk faktör (Tekrarlama) .....	103
7.1.7. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	103
7.1.8. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	104
7.1.9. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	106
7.1.10. Yorumlar .....	106
7.2. Otomobil Parçaları İmalatı .....	106
7.2.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	106
7.2.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem) .....	106
7.2.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	107
7.2.4. Ergonomik risk faktör (Durum) .....	107
7.2.5. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	110
7.2.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	110
7.2.7. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	111
7.2.8. Ergonomik çözüm (Maliyet) .....	111



7.2.9. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem) .....	112
7.2.10. Yorumlar .....	112
7.3. 3 Pilot Ergonomik Programı .....	112
7.3.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	112
7.3.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem) .....	112
7.3.3. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	114
7.3.4. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	114
7.3.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	115
7.3.6. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	116
7.3.7. Ergonomik çözüm (Maliyet) .....	117
7.3.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem) .....	118
7.3.9. Yorumlar .....	118
7.4. Meşrubat Dağıtımı .....	118
7.4.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	118
7.4.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem) .....	119
7.4.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem) .....	120
7.4.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	120
7.4.5. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	121
7.4.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	123
7.4.7. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	124
7.4.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem) .....	125
7.4.9. Yorumlar .....	125
7.5. Kutu Yapma ve Kapama .....	125
7.5.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	125
7.5.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem) .....	126
7.5.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	126
7.5.4. Ergonomik risk faktör (Durum) .....	127
7.5.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	128
7.5.6. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	130
7.5.7. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem) .....	130
7.5.8. Yorumlar .....	130

7.6. Fren Grubu Montaj Operasyonu (Küçük-Orta Boy Arabalarda Kasnak Yerleştirmek) .....	130
7.6.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	130
7.6.2. Azaltmadan önceki iş (Resim) .....	131
7.6.3. Ergonomik risk faktörü (Mekanik) .....	131
7.6.4. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	132
7.6.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	133
7.6.6. Ergonomik çözüm (Resim) .....	134
7.6.7. Yorumlar .....	134
7.7. Taşıyıcı Montajı – Yük İstasyonu .....	134
7.7.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	134
7.7.2. Ergonomik risk faktör (Kuvvet) .....	135
7.7.3. Ergonomik risk faktör (Durum) .....	135
7.7.4. Azaltmadan önceki iş (Resim) .....	140
7.7.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	140
7.7.6. Ergonomik çözüm (Resim) .....	141
7.8. Büro Personeli Çalışması .....	141
7.8.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	141
7.8.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem) .....	141
7.8.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem) .....	141
7.8.4. Ergonomik risk faktör (Kuvvet) .....	143
7.8.5. Ergonomik risk faktör (Durum) .....	143
7.8.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	144
7.8.7. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	145
7.8.8. Ergonomik çözüm(Maliyet) .....	145
7.8.9. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem) .....	146
7.8.10. Yorumlar .....	146
7.9. Bilgisayarla İlgili Görevler .....	146
7.9.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	146
7.9.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem) .....	146
7.9.3. Ergonomik risk faktör (Durum) .....	146

7.9.4. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	149
7.9.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	149
7.9.6. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	151
7.9.7. Ergonomik çözüm (Maliyet) .....	151
7.9.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği kanıtlayan yöntem) .....	151
7.9.9. Yorumlar .....	151
7.10. El Arabası ile Yapılan Dağıtım .....	151
7.10.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	151
7.10.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem) .....	152
7.10.3. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama) .....	152
7.10.4. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	153
7.10.5. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	153
7.10.6. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem) .....	153
7.10.7. Yorumlar .....	153
7.11. Ön Farları Yerleştirme .....	154
7.11.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	154
7.11.2. Azaltmadan önceki iş (Resim) .....	155
7.11.3. Ergonomik risk faktörü (Mekanik) .....	155
7.11.4. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	155
7.11.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	158
7.12. Metal Boru Kesme .....	158
7.12.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	158
7.12.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem) .....	159
7.12.3. Ergonomik risk faktörü (Taşıma) .....	160
7.12.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	161
7.12.5. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	161
7.12.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	162
7.12.7. Ergonomik çözüm (Faydalar).....	162
7.12.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem) .....	163
7.12.9. Yorumlar .....	163
7.13. Bilgisayar İş İstasyonları .....	163

7.13.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	163
7.13.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	164
7.13.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem) .....	164
7.13.4. Ergonomik risk faktör (Durum) .....	164
7.13.5. Ergonomik risk faktör (Tekrarlama) .....	165
7.13.6. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	165
7.13.7. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	166
7.13.8. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	167
7.13.9. Ergonomik çözüm (Maliyet) .....	167
7.13.10. Ergonomik çözüm (Verimliliği kanıtlayan yöntem) .....	167
7.13.11. Yorumlar .....	167
7.14. Deere and Company .....	168
7.14.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	168
7.14.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem) .....	168
7.14.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem) .....	168
7.14.4. Ergonomik risk faktör (Kuvvet) .....	169
7.14.5. Ergonomik risk faktör (Tekrarlama) .....	169
7.14.6. Ergonomik risk faktör (Tekrarlama) .....	170
7.14.7. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	170
7.14.8. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	171
7.14.9. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	171
7.14.10. Ergonomik çözüm (Maliyet) .....	172
7.14.11. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem) .....	172
7.14.12. Yorumlar .....	172
7.15. Mainframe Bilgisayarların Tasarımı ve İmalatı .....	172
7.15.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	172
7.15.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem) .....	173
7.15.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	173
7.15.4. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	173
7.15.5. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	174
7.15.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	174

7.15.7. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	176
7.15.8. Ergonomik çözüm (Maliyet) .....	176
7.15.9. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem) .....	176
7.15.10. Yorumlar .....	176
7.16. Kapı Montaj İşlemi .....	176
7.16.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	176
7.16.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem) .....	177
7.16.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem) .....	177
7.16.4. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	178
7.16.5. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama) .....	178
7.16.6. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	178
7.16.7. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	178
7.16.8. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	179
7.16.9. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem) .....	179
7.16.10. Yorumlar .....	180
7.17. Matkap Mili Alma ve Bırakma Operasyonu .....	180
7.17.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	180
7.17.2. Azaltmadan önceki iş ( Tehlikeyi tanımlayan yöntem ) .....	181
7.17.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	182
7.17.4. Ergonomik risk faktörü (Mekanik) .....	182
7.17.5. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	183
7.17.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	184
7.17.7. Ergonomik çözüm ( Yönetimsel Kontroller ) .....	184
7.17.8. Ergonomik çözüm (Resim) .....	185
7.17.9. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	185
7.17.10. Yorum .....	185
7.18. Yarı-Otomatik Bobin Makinesine (SAW) Dikiş İpliği Besleme ...	186
7.18.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	186
7.18.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem) .....	186
7.18.3. Ergonomik risk faktörü (Mekanik) .....	186
7.18.4. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	186

7.18.5. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama) .....	186
7.18.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	186
7.18.7. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	189
7.18.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem) .....	189
7.18.9. Yorumlar .....	189
7.19. Büyük Bandaj-Yapma Makinesine Büyük Tabaka Malzemeleri	
Besleme .....	190
7.19.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	190
7.19.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem) .....	191
7.19.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem) .....	191
7.19.4. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	192
7.19.5. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama) .....	192
7.19.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	192
7.19.7. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	192
7.19.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem) .....	193
7.20. Dışarıdan Otomobil Stop Işığı Yerleştirme Operasyonu .....	193
7.20.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	193
7.20.2. Azaltmadan önceki iş (Resim) .....	194
7.20.3. Ergonomik risk faktörü (Mekanik) .....	194
7.20.4. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	194
7.20.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	195
7.20.6. Ergonomik çözüm (Resim) .....	196
7.20.7. Yorumlar .....	197
7.21. Dışarıdan Otomobil Arka Cam Yerleştirme Operasyonu .....	197
7.21.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	197
7.21.2. Azaltmadan önceki iş (Resim) .....	197
7.21.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	198
7.21.4. Ergonomik risk faktörü (Mekanik) .....	198
7.21.5. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	198
7.21.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	199
7.21.7. Ergonomik çözüm (Resim) .....	200

7.22. Otomobil Ön Cam Dolgu Macunu Uygulaması ve Pervazı	
Yerleştirme Operasyonu .....	201
7.22.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	201
7.22.2. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	202
7.22.3. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	203
7.22.4. Azaltmadan önceki iş (Resim) .....	203
7.22.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	204
7.22.6. Ergonomik çözüm (Resim) .....	205
7.23. Otomobil Ön Cam Güvenli Kafes Montaj Operasyonu .....	206
7.23.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	206
7.23.2. Azaltmadan önceki iş (Resim) .....	206
7.23.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	207
7.23.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	208
7.23.5. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	208
7.23.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	209
7.23.7. Ergonomik çözüm (Resim) .....	209
7.24. Test Yangını Tesisatını Ölçme .....	209
7.24.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	209
7.24.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem) .....	211
7.24.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	213
7.24.4. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama) .....	213
7.24.5. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	213
7.24.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	214
7.24.7. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	214
7.24.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem) .....	214
7.24.9. Yorumlar .....	214
7.25. Kontrol Düğmesi Döndürme Operasyonu .....	215
7.25.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	215
7.25.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem) .....	215
7.25.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem) .....	215
7.25.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	217

7.25.5. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama) .....	222
7.25.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	222
7.25.7. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	222
7.25.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem) .....	223
7.25.9. Yorumlar .....	223
7.26. Uçak Kargo Paketlerini Yükleme Operasyonu .....	223
7.26.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	223
7.26.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem) .....	224
7.26.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	224
7.26.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	225
7.26.5. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	225
7.26.6. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	225
7.26.7. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	226
7.26.8. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	226
7.26.9. Yorumlar .....	226
7.27. Uçak Kadirga Araba Asansörlerini Yükleme ve Kurma Operasyonu .....	227
7.27.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	227
7.27.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem) .....	228
7.27.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	228
7.27.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	229
7.27.5. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	229
7.27.6. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	230
7.27.7. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	230
7.27.8. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	230
7.27.9. Yorumlar .....	230
7.28. Uçak Koltuklarını Yükleme ve Yerleştirme Operasyonu .....	231
7.28.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	231
7.28.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem) .....	232
7.28.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	232
7.28.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	232



7.28.5. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	233
7.28.6. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	233
7.28.7. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	233
7.28.8. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	234
7.28.9. Yorumlar .....	234
7.29. Düşük Kuvvetli Aktivasyon Düğmeleri .....	234
7.29.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	234
7.29.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	235
7.29.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	237
7.29.4. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	237
7.29.5. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	238
7.29.6. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem) .....	238
7.29.7. Yorumlar .....	238
7.30. Meşrubat Dağıtımında Kullanılan El Arabalarındaki Ağırlığın Dağılımı ve Bakımı .....	239
7.30.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	239
7.30.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	241
7.30.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	241
7.30.4. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	241
7.30.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	241
7.30.6. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	241
7.30.7. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem) .....	241
7.31. Elle Taşıma Operasyonu .....	242
7.31.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	242
7.31.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem) .....	243
7.31.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	243
7.31.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	243
7.31.5. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	244
7.31.6. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	244
7.31.7. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	245
7.31.8. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	246

7.31.9. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem) .....	246
7.31.10. Yorumlar .....	246
7.32. Endüstriyel Donanım İmalatı .....	247
7.32.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	247
7.32.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem) .....	248
7.32.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	248
7.32.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	249
7.32.5. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	249
7.32.6. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama) .....	249
7.32.7. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	250
7.32.8. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	250
7.32.9. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	251
7.32.10. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem) ....	251
7.32.11. Yorumlar .....	251
7.33. Çelik Mobilya İmalatı .....	252
7.33.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	252
7.33.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	252
7.33.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	253
7.33.4. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	253
7.33.5. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama) .....	253
7.33.6. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	253
7.33.7. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	254
7.33.8. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	254
7.33.9. Ergonomik çözüm (Maliyet) .....	255
7.33.10. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem) .....	255
7.33.11. Yorumlar .....	255
7.34. Motor ve Donanım Montajı .....	255
7.34.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	255
7.34.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	256
7.34.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	257
7.34.4. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	257

7.34.5. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama) .....	258
7.34.6. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	258
7.34.7. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	258
7.34.8. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	260
7.34.9. Ergonomik çözüm (Maliyet) .....	260
7.34.10. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem) .....	260
7.34.11. Yorumlar .....	260
7.35. Depolama Bidonlarını Taşıma Operasyonu .....	260
7.35.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	260
7.35.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	266
7.35.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	268
7.35.4. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	268
7.35.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	269
7.35.6. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	274
7.35.7. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem) .....	274
7.36. Newport News Gemi İnşası .....	274
7.36.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	274
7.36.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	275
7.36.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	276
7.36.4. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	276
7.36.5. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	277
7.36.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	277
7.36.7. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	278
7.36.8. Ergonomik çözüm (Maliyet) .....	278
7.36.9. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem) .....	278
7.36.10. Yorumlar .....	278
7.37. Hastalara Bakmak ve Çamaşırhane .....	279
7.37.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	279
7.37.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	279
7.37.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	280
7.37.4. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	280

7.37.5. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	280
7.37.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	281
7.37.7. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	282
7.37.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem) .....	283
7.37.9. Yorumlar .....	283
7.38. Gıda Hizmetleri .....	283
7.38.1. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	284
7.38.2. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	286
7.38.3. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	286
7.38.4. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama) .....	288
7.38.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	288
7.38.6. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	289
7.38.7. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem) .....	289
7.38.8. Yorumlar .....	289
7.39. Büro İş İstasyonları .....	289
7.39.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	289
7.39.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	289
7.39.3. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	289
7.39.4. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	290
7.39.5. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	294
7.39.6. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem) .....	294
7.39.7. Yorumlar .....	295
7.40. Kutuları İstifleme Operasyonu.....	295
7.40.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	295
7.40.2. Azaltmadan önceki iş (Resim) .....	295
7.40.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	295
7.40.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	295
7.40.5. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	296
7.40.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	296
7.40.7. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	296
7.40.8. Ergonomik çözüm (Maliyet) .....	296

7.40.9. Ergonomik çözüm (Resim) .....	296
7.40.10. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem) ....	297
7.40.11. Yorumlar .....	297
7.41. Paraşüt Paketleme Atölyesi .....	297
7.41.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	297
7.41.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem) .....	297
7.41.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	298
7.41.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	298
7.41.5. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	298
7.41.6. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama) .....	299
7.41.7. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	299
7.41.8. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	299
7.41.9. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	301
7.41.10. Ergonomik çözüm (Maliyet) .....	301
7.41.11. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem) .....	301
7.41.12. Yorumlar .....	301
7.42. Pittsburgh PPG Endüstrileri .....	301
7.42.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	301
7.42.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	302
7.42.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	302
7.42.4. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	302
7.42.5. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	303
7.42.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	303
7.42.7. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	304
7.42.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem) .....	304
7.42.9. Yorumlar .....	304
7.43. Otomobil Arka Koltuk Montajı .....	305
7.43.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	305
7.43.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	305
7.43.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	306
7.43.4. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	306

7.43.5. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama) .....	306
7.43.6. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	306
7.43.7. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	307
7.43.8. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	307
7.43.9. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem) ....	308
7.43.10. Yorumlar .....	308
7.44. Okul Hademeleri .....	308
7.44.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	308
7.44.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem) .....	308
7.44.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	309
7.44.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	309
7.44.5. Ergonomik risk faktörü (Diğer) .....	310
7.44.6. Ergonomik risk faktörü (Diğerin başlığı) .....	311
7.44.7. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	311
7.44.8. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama) .....	311
7.44.9. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	311
7.44.10. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	312
7.44.11. Ergonomik çözüm (Maliyet) .....	312
7.44.12. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem) ....	312
7.44.13. Yorumlar .....	312
7.45. Siemens Otomotiv .....	313
7.45.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	313
7.45.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	313
7.45.3. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	313
7.45.4. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	314
7.45.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	315
7.45.6. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	315
7.45.7. Ergonomik çözüm (Maliyet) .....	316
7.45.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem) .....	316
7.45.9. Yorumlar .....	316
7.46. Deri Raptiye Makinesi Montajı ve Kaynak İşlemi .....	316

7.46.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	316
7.46.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem) .....	317
7.46.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	317
7.46.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	318
7.46.5. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama) .....	318
7.46.6. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	319
7.46.7. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	319
7.46.8. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	320
7.46.9. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem) .....	320
7.46.10. Yorumlar .....	320
7.47. Televizyon İş İstasyonu .....	320
7.47.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	320
7.47.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	321
7.47.3. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	322
7.47.4. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	323
7.47.5. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	324
7.47.6. Ergonomik çözüm (Maliyet) .....	325
7.47.7. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem) .....	325
7.47.8. Yorumlar .....	325
7.48. Toyota'nın Motor İmalat Montajı .....	325
7.48.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	325
7.48.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	325
7.48.3. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	325
7.48.4. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	327
7.48.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	327
7.48.6. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	328
7.48.7. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem) .....	328
7.48.8. Yorumlar .....	328
7.49. Travelers Indemnity Co. ....	329
7.49.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	329
7.49.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	329

7.49.3. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	329
7.49.4. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama) .....	330
7.49.5. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	330
7.49.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	330
7.49.7. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	331
7.49.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem) .....	331
7.49.9. Yorumlar .....	332
7.50. Trocar Montajı .....	332
7.50.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	332
7.50.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem) .....	333
7.50.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	333
7.50.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	333
7.50.5. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	334
7.50.6. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama) .....	335
7.50.7. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	335
7.50.8. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	335
7.50.9. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	335
7.50.10. Ergonomik çözüm (Maliyet) .....	335
7.50.11. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem) .....	335
7.50.12. Yorumlar .....	336
7.51. U-Hortum Montaj İşlemi .....	336
7.51.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	336
7.51.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	336
7.51.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	337
7.51.4. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	338
7.51.5. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	339
7.51.6. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem) .....	340
7.51.7. Yorumlar .....	340
7.52. Bakkal Malzemelerini Boşaltma ve Tarama .....	340
7.52.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	340
7.52.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem) .....	340



7.52.3. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	341
7.52.4. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama) .....	342
7.52.5. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller) .....	342
7.52.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	342
7.52.7. Ergonomik çözüm (Faydalar) .....	342
7.52.8. Ergonomik çözüm (Maliyet) .....	342
7.52.9. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem) .....	343
7.52.10. Yorumlar .....	343
7.53. Depo Taşıma .....	343
7.53.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım) .....	343
7.53.2. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet) .....	344
7.53.3. Ergonomik risk faktörü (Durum) .....	347
7.53.4. Durumsal risk faktörü irdelenmesi .....	347
7.53.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri) .....	347
7.53.6. Yorumlar .....	348
BÖLÜM 8.	
SONUÇLAR .....	349
KAYNAKLAR .....	351
ÖZGEÇMİŞ .....	363

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

APN	: Accident Prevention Notification (Kaza Önleme Uyarıları)
asb	: Apostilb
BLS	: Bureau of Labor Statistics (İş İstatistikleri Ofisi)
CTD	: Cumulative Trauma Disorder (Kümülatif Travma Bozukluğu)
DDT	: Dikloro difenol trikloroethan
ERIP	: Ergonomics Review and Improvement Process
HOSHA	: Hawaii Devision of Occupational Safety and Health (Hawaii Bölgesi Mesleki Emniyet ve Sağlık Enstitüsü)
ILO	: İnternational Labour Organization (Uluslararası Çalışma Örgütü)
ISO	: International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Teşkilâtı)
KTS	: Karpal Tünel Sendromu
L3-L4	: 3.Bel omuru ile 4.Bel omuru
LCA	: Lower Control Arm (Alt salıncak)
MPM	: Milli Prodüktivite Merkezi
MSD	: Musculo Skeletal Disorders (Kas İskelet Sistemi Hastalıkları)
NIOSH	: National Institute For Occupational Safety and Health (Ulusal Mesleki Emniyet ve Sağlık Enstitüsü)
OSHA	: Occupational Safety & Health Administration (Mesleki Güvenlik ve Sağlık İdaresi)
RSI	: Repetitive Strain Injury (Tekrarlanan Zorlayıcı Kas Hareketi Yaralanması)
SAR	: Safety Action Request (Kaza Önleme Uyarıları)
sb	: Stilb
VDT	: Visual Display Terminal (Görsel İşlem Terminali)

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	: İnsan bedenindeki kaldıraç tiplerinden örnekler .....	11
Şekil 2.2.	: İskelet sistemi .....	12
Şekil 2.3.	: Merkezi sinir sistemi ve algı organları arasındaki ilişki .....	14
Şekil 2.4.	: Merkezi sinir sisteminin değişik bölümleri .....	14
Şekil 3.1.	: Vücut referans düzlemleri .....	28
Şekil 3.2.	: Ayakta ölçülen yükseklikler .....	31
Şekil 3.3.	: Otururken ölçülen yükseklikler .....	31
Şekil 3.4.	: Genişlikler 1 .....	32
Şekil 3.5.	: Genişlikler 2 .....	32
Şekil 3.6.	: Başta genişlikler .....	32
Şekil 3.7.	: Kol,bilek,el ve ayakta genişlikler .....	33
Şekil 3.8.	: Uzunluklar 1 .....	33
Şekil 3.9.	: Uzunluklar 2 .....	34
Şekil 3.10.	: Çevreler 1 .....	34
Şekil 3.11.	: Çevreler 2.....	35
Şekil 3.12.	: Erişim uzaklıkları .....	35
Şekil 3.13.	: Kalınlıklar .....	36
Şekil 3.14.	: Çıkıntılar .....	36
Şekil 3.15.	: Bir otomobilde oturma yeri tasarımında dikkate alınması gereken boyutlar .....	37
Şekil 4.1.	: İşlem tanımı ve süreç tasarımı ile ilişkisi .....	41
Şekil 4.2.	: Sabit ve hareketli kadranlı göstergeler .....	43
Şekil 4.3.	: Kadranlı göstergelerden daha rahat okunabilen sayaçlar .....	44
Şekil 4.4.	: Kontrol stereotipleri .....	48
Şekil 5.1.	: Görünüm açısı .....	67
Şekil 5.2.	: Göz kamaşmasını saptamaya yarayan basit bir test .....	71

Şekil 5.3.	: Sıcak ortam etkileri .....	72
Şekil 5.4.	: Soğuk ortam etkileri .....	73
Şekil 7.1.	: Temsili LCA .....	98
Şekil 7.2.	: Vücudun değişik pozisyonlarında disklere binen yük .....	101
Şekil 7.3.	: Diskler arası basınç .....	102
Şekil 7.4.	: Oturarak ve ayakta çalışma masası standartları .....	105
Şekil 7.5.	: Temsili konveyör .....	111
Şekil 7.6.	: Karpel tünel sendromu .....	114
Şekil 7.7.	: Kolçaksız ve kolçaklı çalışma sandalyesi .....	115
Şekil 7.8.	: Çalışma alanı .....	115
Şekil 7.9.	: Dinlenme ve statik iş durumunda kan dolaşımı .....	119
Şekil 7.10.	: Depodan malzeme alma operasyonu.....	121
Şekil 7.11.	: Yerden yanlış yük kaldırma hareketi ve yerden doğru yük kaldırma hareketi .....	122
Şekil 7.12.	: Temsili araç içi raflar .....	123
Şekil 7.13.	: Yedek tekerlekli yük arabası .....	124
Şekil 7.14.	: Cam şişe .....	124
Şekil 7.15.	: Plastik şişe .....	124
Şekil 7.16.	: Bileğin pronasyon, supinasyon ve fleksiyon pozisyonları .....	127
Şekil 7.17.	: Kolay kutu tasarımı .....	128
Şekil 7.18.	: Koli bantlama operasyonu .....	128
Şekil 7.19.	: Makaslı kaldırma masası .....	129
Şekil 7.20.	: Havalı zımba tabancası .....	129
Şekil 7.21.	: Temsili kasnak montajı .....	131
Şekil 7.22.	: Kasnak montajında bileğe uygulanan basınç .....	131
Şekil 7.23.	: Ergonomik çözüm sonrası kasnak montajı .....	134
Şekil 7.24.	: Ayakta çalışmada tezgah yüksekliği .....	137
Şekil 7.25.	: İşin ağırlığına göre iş tablası yüksekliği .....	137
Şekil 7.26.	: Temsili mil yatağını alma ve yerine yerleştirme .....	140
Şekil 7.27.	: Temsili köpük ambalaj .....	140
Şekil 7.28.	: Ergonomik çözüm sonrası çalışma ortamı .....	141
Şekil 7.29.	: Tendon iltihabı (tendinit) .....	142
Şekil 7.30.	: Doğru ve yanlış klavye kullanımları .....	143

Şekil 7.31. : Masa başı çalışma ergonomisi .....	144
Şekil 7.32. : Ayarlanabilir iş istasyonu .....	144
Şekil 7.33. : Ergonomik klavye .....	145
Şekil 7.34. : Klavye desteği .....	145
Şekil 7.35. : Ganglion kistleri .....	149
Şekil 7.36. : Bilgisayarlı çalışma masasındaki tanımlamalar .....	151
Şekil 7.37. : Temsili far yerleştirme operasyonu .....	155
Şekil 7.38. : El bileği .....	156
Şekil 7.39. : Omurganın yapısı .....	157
Şekil 7.40. : Bel fitiği .....	157
Şekil 7.41. : Temsili platform tasarımı .....	158
Şekil 7.42. : Temsili çengel sap tasarımı .....	158
Şekil 7.43. : El bilek egzersizleri .....	160
Şekil 7.44. : Yük kaldırmada kuyruk sokumuna binen yük .....	162
Şekil 7.45. : Temsili çengelli zincir .....	162
Şekil 7.46. : Egzersiz çalışması .....	165
Şekil 7.47. : Ayarlanabilir çalışma sandalyesi .....	166
Şekil 7.48. : Kol desteği .....	166
Şekil 7.49. : Sırt desteği .....	167
Şekil 7.50. : Yük kaldırırken düz bel ve eğik belde disklerde yük dağılımı ...	169
Şekil 7.51. : Boyun egzersizi .....	171
Şekil 7.52. : Temsili mainframe .....	173
Şekil 7.53. : Ters pozisyon çalışan işçi.....	174
Şekil 7.54. : Temsili roller ball konveyör .....	174
Şekil 7.55. : Temsili kaldırma platformu .....	175
Şekil 7.56. : Temsili sırt kayışı .....	175
Şekil 7.57. : Temsili kapı sallama operasyonu .....	178
Şekil 7.58. : Temsili kelepçe .....	179
Şekil 7.59. : Temsili mil alma .....	180
Şekil 7.60. : Temsili matkap mili yerleştirme .....	181
Şekil 7.61. : Temsili milleri iade etme .....	181
Şekil 7.62. : Omuzun yapısı .....	183
Şekil 7.63. : Omuz sıkışması .....	184

Şekil 7.64. : Ergonomik çözüm sonrası temsili operasyon .....	185
Şekil 7.65. : Temsili pedal .....	186
Şekil 7.66. : Temsili dikiş makinası .....	186
Şekil 7.67. : Siyatik .....	187
Şekil 7.68. : Temsili ayarlanabilir masa ve pedal .....	189
Şekil 7.69. : Temsili vidalama operasyonu .....	194
Şekil 7.70. : Temsili iyileştirilmiş vidalama operasyonu .....	196
Şekil 7.71. : Küresel saplı tornavida .....	196
Şekil 7.72. : Temsili cam yerleştirme operasyonu .....	197
Şekil 7.73. : Temsili cam vantuzu .....	199
Şekil 7.74. : Temsili ergonomik çözümlerin gösterimi .....	200
Şekil 7.75. : Cam silikon Uygulaması .....	200
Şekil 7.76. : Cam montajı .....	200
Şekil 7.77. : Temsili cam dolgusu uygulama operasyonu .....	203
Şekil 7.78. : Temsili iyileştirilmiş operasyon .....	205
Şekil 7.79. : Temsili cam pervazı yerleştirme operasyonu .....	206
Şekil 7.80. : Finkelstain testi .....	208
Şekil 7.81. : De Quarvian tendosinoviti egzersizleri .....	208
Şekil 7.82. : Temsili ergonomik operasyon .....	209
Şekil 7.83. : Temsili Endoskop kamerası .....	210
Şekil 7.84. : Temsili Endoskop .....	210
Şekil 7.85. : Temsili cerrahi iplikler ve iğne .....	210
Şekil 7.86. : Tendon .....	212
Şekil 7.87. : Üst uç bozuklukları .....	213
Şekil 7.88. : Makine başında çalışırken vücudun doğal olmayan konuma zorlanması .....	215
Şekil 7.89. : Tendon iltihabı (tendinit) .....	216
Şekil 7.90. : Kol arterleri .....	216
Şekil 7.91. : Dinamik kas işinde kuvvet uygulama sayısına bağlı olarak faktör k1 .....	219
Şekil 7.92. : Tablo 7.11 deki değerlerin gösteri .....	219
Şekil 7.93. : Elle uygulanacak kuvvetin dirsek açısına göre maksimum kuvvet oranı .....	222

Şekil 7.94. : Temsili uçak kutuları .....	224
Şekil 7.95. : Temsili makaslı platformlar .....	226
Şekil 7.96. : Temsili uçak girişi .....	227
Şekil 7.97. : Temsili kadirga kaldırma operasyonu .....	227
Şekil 7.98. : Temsili uçak yük asansörleri .....	228
Şekil 7.99. : Temsili işçi çalışma alanı .....	228
Şekil 7.100. : Temsili uçak koltuğu .....	231
Şekil 7.101. : Temsili koltuk yerleştirme operasyonu planı .....	231
Şekil 7.102. : Temsili 1. Sınıf uçak koltukları .....	232
Şekil 7.103. : Temsili yük vagonu uygulaması .....	233
Şekil 7.104. : Makaslı platform .....	233
Şekil 7.105. : Temsili kaynak makinası ön paneli .....	234
Şekil 7.106. : Temsili kaynak makinası yükleme .....	235
Şekil 7.107. : Temsili kaynak operasyonu .....	235
Şekil 7.108. : El istirahat pozisyonu bilekliği .....	236
Şekil 7.109. : Temsili yay .....	238
Şekil 7.110. : Dizin yapısı .....	239
Şekil 7.111. : Kırılan dizler Metodu .....	242
Şekil 7.112. : Temsili şişe kasası .....	243
Şekil 7.113. : Temsili kutu kaldırma operasyonu .....	243
Şekil 7.114. : Ofis egzersiz hareketleri .....	244
Şekil 7.115. : Temsili sırt kayışı .....	244
Şekil 7.116. : Temsili araç içi raf uygulaması .....	245
Şekil 7.117. : Temsili yükleme planı .....	245
Şekil 7.118. : Temsili portatif rampa .....	245
Şekil 7.119. : Temsili el arabaları .....	246
Şekil 7.120. : Gemilerde kullanılan diesel motor örneği .....	247
Şekil 7.121. : Temsili arka çapa yükleyici traktör .....	247
Şekil 7.122. : Temsili crawl iş makinası .....	248
Şekil 7.123. : Temsili radyal matkap .....	248
Şekil 7.124. : Temsili radyal matkap el besleme tekerleği .....	249
Şekil 7.125. : Düğme kontrollü radyal matkap .....	250
Şekil 7.126. : El tendonu .....	252

Şekil 7.127. : Sırt kayışı .....	254
Şekil 7.128. : Shot-Blaster makinası .....	254
Şekil 7.129. : Temsili creeper kullanımı .....	255
Şekil 7.130. : Temsili montaj operasyonu .....	256
Şekil 7.131. : Boyun omurgası .....	256
Şekil 7.132. : Boyun ağrısı bölgeleri .....	257
Şekil 7.133. : Makaslı çalışma platformu .....	258
Şekil 7.134. : Temsili sarzlı matkap .....	259
Şekil 7.135. : Temsili tabanca saplı alet .....	259
Şekil 7.136. : Temsili T saplı ingiliz anahtarı .....	259
Şekil 7.137. : Temsili bidon .....	260
Şekil 7.138. : Yük kaldırmada doğru hareketler .....	261
Şekil 7.139. : Bel fıtığı .....	267
Şekil 7.140. : Lumbosakral omurga .....	268
Şekil 7.141. : Yük kaldırırken düz bel ve eğik belde disklerde yük dağılımı ...	268
Şekil 7.142. : Temsili bidon toplayıcı .....	269
Şekil 7.143. : Temsili forklift operasyonu .....	270
Şekil 7.144. : Temsili zincirli konveyör .....	270
Şekil 7.145. : Temsili bantlı konveyör .....	271
Şekil 7.146. : Temsili rulo konveyör .....	272
Şekil 7.147. : Temsili teleskobik konveyör .....	273
Şekil 7.148. : Temsili otomasyon sistemleri .....	273
Şekil 7.149. : Gemi ark kaynağı .....	275
Şekil 7.150. : Elektrot çubuğu .....	275
Şekil 7.151. : Elektrot tutucu .....	275
Şekil 7.152. : Aşıl tendon .....	276
Şekil 7.153. : Tetik parmak .....	277
Şekil 7.154. : Temsili teleskobik iskele .....	277
Şekil 7.155. : Omuz sırt egzersizleri .....	280
Şekil 7.156. : Temsili hasta taşıma .....	280
Şekil 7.157. : Sandalyeden kaldırma askısı .....	281
Şekil 7.158. : Yataktan kaldırma askısı .....	282
Şekil 7.159. : Ergonomik sedye tasarımı .....	282



Şekil 7.160. : Temsili krema tabancası .....	283
Şekil 7.161. : Temsili tepsi arabası .....	283
Şekil 7.162. : Temsili bulaşık tepsisi .....	284
Şekil 7.163. : Stres düzeyi ... ..	285
Şekil 7.164. : Temsili taşıma kasaları .....	286
Şekil 7.165. : Temsili yiyecek tepsi arabası .....	287
Şekil 7.166. : Sırt ağrısının gösterimi .....	287
Şekil 7.167. : Temsili otomatik sprey tabancası .....	288
Şekil 7.168. : Temsili velcro kayışı .....	288
Şekil 7.169. : Temsili yıkama otomasyon hattı .....	288
Şekil 7.170. : Ofis egzersizleri .....	290
Şekil 7.171. : Masa başı çalışmasındaki risk noktaları .....	292
Şekil 7.172. : Ayak desteği .....	292
Şekil 7.173. : Doğru klavye kullanımı .....	293
Şekil 7.174. : Işığın göz geliş açısı ve göz kamaşması .....	294
Şekil 7.175. : Temsili kutu istifleme operasyonu .....	295
Şekil 7.176. : Temsili ergonomik çözüm .....	296
Şekil 7.177. : Paraşüt katlama .....	297
Şekil 7.178. : El MR anjiosunda tespit edilen Tenosinovit .....	298
Şekil 7.179. : Temsili yaylı makas .....	299
Şekil 7.180. : Temsili kollu masa lambası .....	300
Şekil 7.181. : Temsili elektrikli yük asansörü .....	300
Şekil 7.182. : Sırt ağrısı .....	302
Şekil 7.183. : Temsili kadın omurgası hareketleri .....	303
Şekil 7.184. : Temsili havalı çitçit tabancası .....	305
Şekil 7.185. : Koltuk süngeri .....	305
Şekil 7.186. : Temsili uygunsuz duruş .....	306
Şekil 7.187. : Araba koltuğu montaj hattı .....	307
Şekil 7.188. : Temsili momentli otomatik zımba tabancası .....	307
Şekil 7.189. : Temsili temizlik görevi .....	308
Şekil 7.190. : Sırt ağırları .....	309
Şekil 7.191. : Temsili kafeterya masası .....	309
Şekil 7.192. : Temsili yer temizliği .....	312

Şekil 7.193. : Temsili okuma pozisyonu .....	313
Şekil 7.194. : Masa başı çalışma mesafeleri .....	314
Şekil 7.195. : Ofis egzersizleri .....	314
Şekil 7.196. : Temsili ergonomik sandalye .....	315
Şekil 7.197. : Ultrasonik kaynak makinaları .....	317
Şekil 7.198. : Subakromial sıkışma sendromu .....	318
Şekil 7.199. : De-sta-co .....	319
Şekil 7.200. : Torasik çıkış ve komşulukları .....	321
Şekil 7.201. : Balans sandalyeleri ... ..	322
Şekil 7.202. : Ergonomik klavye .....	324
Şekil 7.203. : Ergonomik koltuk ofis koltuk tasarımı .....	324
Şekil 7.204. : Ayarlanabilir masa .....	324
Şekil 7.205. : Temsili öne doğru eğilip malzeme arama.....	326
Şekil 7.206. : Temsili uzanma durumu.....	326
Şekil 7.207. : Omurga .....	326
Şekil 7.208. : Araç içi kontrol koltuğu resimleri .....	327
Şekil 7.209. : Dirsek yükseklikleri ... ..	328
Şekil 7.210. : Doğru ve yanlış klavye kullanımı .....	329
Şekil 7.211. : Büro sandalyesi .....	331
Şekil 7.212. : Ergonomik çalışma alanı .....	331
Şekil 7.213. : Endoskopik trocar uygulaması .....	332
Şekil 7.214. : Trocar .....	333
Şekil 7.215. : Temsili tutma pozisyonu .....	333
Şekil 7.216. : U tipi hortum (Devirdaim hortumu) .....	336
Şekil 7.217. : Kümülatif travma bozukluğu .....	337
Şekil 7.218. : Omuz-sırt ağrı bölgeleri .....	337
Şekil 7.219. : C Tipi Pnömatik Kavramalı Eksantrik Pres .....	339
Şekil 7.220. : H Tipi Pnömatik Kavramalı Eksantrik Pres .....	339
Şekil 7.221. : Temsili yük arabası boşaltma ve kontrol operasyonu.....	340
Şekil 7.222. : El ve kolda ağrı noktaları .....	341
Şekil 7.223. : Bel fıtığı .....	343
Şekil 7.224. : Omur .....	344
Şekil 7.225. : Bel fıtığı .....	345

Şekil 7.226. : Yük asansörü ..... 348

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. : Yaş, cinsiyet ve çalışma durumuna göre önerilen enerji gereksinimleri .....	22
Tablo 2.2. : Günlük yiyecek miktarının dağılımı .....	22
Tablo 2.3. : Bazı önemli yiyeceklerin kalori değerleri .....	22
Tablo 4.1. : İnsan ve makine yeteneklerinin kıyaslanması .....	40
Tablo 4.2. : Okuma mesafesi (d )'ne göre taksimat boyutları .....	45
Tablo 4.3. : Kontrollerin yer seçiminde kullanılan kriterler .....	48
Tablo 5.1. : Çevremizde duyabileceğimiz bazı seslerin dB(A) değerleri .....	54
Tablo 5.2. : Çeşitli gürültü düzeylerinde kalabilme süreleri .....	59
Tablo 5.3. : Solunan tozların tane büyüklükleri ve tutuldukları bölgeler .....	76
Tablo 7.1. : NIOSH Beden konumu ve işin süresine göre dakikada maksimum kaldırma sayısı (fmaks) .....	99
Tablo 7.2. : Sırtın dik konumunda ve maksimum kuvvet uygulayarak kaldırma ve taşımada sınır değerler (Hettinger) .....	109
Tablo 7.3. : Ayakta çalışma iş yükseklikleri .....	136
Tablo 7.4. : İş bölgesi taban yüksekliği .....	136
Tablo 7.5. : Sabit bir sınırın ötesinde güvenlik mesafeleri .....	139
Tablo 7.6. : Tehlike bölgeleri .....	139
Tablo 7.7. : Çelik kasalı ve alüminyum kasalı arabanın karşılaştırılması .....	152
Tablo 7.8. : Sırtın duruşuna karşı omura binen kuvvet .....	169
Tablo 7.9. : Ağırlı bölgelere göre olgu sayısı dağılımı .....	182
Tablo 7.10. : Ergonomik risk faktörü ile ağrı ilişkisi .....	182
Tablo 7.11. : El Kol Sisteminde Uygulanabilen En Büyük Kuvvet (N) .....	220
Tablo 7.12. : El-Kol Sisteminde Uygulanabilen En Büyük Momentler (Nm) ...	221
Tablo 7.13. : LC faktörü tablosu .....	264
Tablo 7.14. : CM faktörü tablosu .....	264

Tablo 7.15. : HM faktörü tablosu .....	265
Tablo 7.16. : VM faktörü tablosu .....	265
Tablo 7.17. : DM faktörü tablosu .....	265
Tablo 7.18. : AM faktörü tablosu .....	265
Tablo 7.19. : FM faktörü tablosu .....	266
Tablo 7.20. : Çeşitli işlerde ölçülen verim .....	284
Tablo 7.21. : AB ülkelerinde işgörenlerin şikayetleri .....	286

## ÖZET

Anahtar kelimeler: insan faktör mühendisliği, ergonomi, iş tasarımı, verim, CTD, meslek hastalıkları, insan fizyolojisi, insan-üretim etkileşimi

Endüstriyel yaşamın en büyük etkilerinden biri insan ve üretim ilişkisidir. Üretim teknolojileri hızla gelişmesine rağmen insan fizyolojisi aynı hızla karşılık verememiştir.

İş tasarımcıları endüstriyel devrimle beraber üretim için makine, rant, hammadde, sermaye üzerinde yoğunlaştılar. İnsan göz ardı edilebilecek bir bozucu faktör olarak kabul ediyorlardı. Ancak yapılan araştırmalar sonucunda üretim verimini sağlamada en kritik noktanın insan olduğu sonucu çıktı

Bu ikilem içerisindeki iş tasarımcıları insan fizyolojik sınırlarını belirlediler. İnsan ile üretim tesisleri ve iş akışlarının optimum entegrasyonu sağlamaya çalıştılar.

Gelişen ve zenginleşen toplumlarda sivil toplum örgütleri ve hükümetler çalışma şartlarının iyileştirilmesi ve iş hakları kazanılması için ön ayak oldular. Bu olay İnsan-üretim ilişkilerin diğer bir yüzünü oluşturdu. İşletmeler çalışanlarında meydana gelecek kazalar ve hastalıklar karşısında maddi ve manevi olarak sorumlu tutuldular. Bu yükümlülüklerden dolayıda insan-üretim tasarımları önem kazanmıştır.

Bu çalışma insan, insan-iş ilişkileri ve insan üzerindeki bozucu faktörler incelenmiştir. Çeşitli sektörler ve işletmelerde karşılaşılan örnek olaylar detaylı olarak incelendi. Ergonomik yaklaşımlarla olayların temel çerçeveleri belirlenerek çözümler bulunmaya çalışılmıştır

# **CASE STUDY APPLICATIONS IN HUMAN FACTOR ENGINEERING**

## **SUMMARY**

Key words: human factors engineering, ergonomics, job design, performance, CTD, occupational diseases, human physiology, human production interaction

One of the biggest effects of industrial life is relationship of human and production. Development of production technologies is rises fast but human physiology wasn't rise same speed.

Work designers concentrated machine, rent, raw materials and capital for production with industrial revolution. They think human is disturbance factor for production system. However, all research showed the most critical point in ensuring productivity is human factor

Work designers have tried to determine the limits of human physiology. They have tried to ensure optimal integration human with production facility and work flows.

Civil society organizations and governments work improving for working conditions and business rights in developing and enriching communities. This event creat another face of human with production relations. Companies, employees in the face of future accidents and diseases have been kept responsible for the material and spiritual. Human-production designs has become important for this liability.

The study were investigated human, work-human relations and human disturbance factors . More of events which encountered in any sectors and business detaily investigated with some examples. the basic frames of events identified with ergonomic perspectives, attempts to find solutions

## **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

Günümüzün gelişen teknolojisi ile her alanda bir değişim gözlenmektedir. Söz konusu değişim, bu alanlarda çalışan insanların yeteneklerini bedensel ve düşünsel açıdan çeşitlendirmekte ve zorlamaktadır. Buna karşılık insanların bazı belirli yapısal (anatomik), boyutsal (antropometri) ve psikolojik özellikleri vardır.

İnsan iskelet ve kas sisteminin belirli bir hareket yeteneği ve gücü, kasların enerji yaratma şekli, çevreyi algılayabilme ve gerektiğinde ondan korunma özellikleri bulunmaktadır. Bu nedenle, işyerlerinde insandan yapması beklenenler ile insanın temel özellikleri arasında bir uyum olması gerekir. Aksi yöndeki gelişmeler insanı yorar, iş verimi ve kalitesini düşürür, iş güvenliği ve personel sorunlarına neden olur. İnsanın fiziksel ve düşünsel yeteneklerini daha etkin ve verimli olarak kullanabilmesini sağlamak amacıyla sürekli olarak makine, takım, aparat ve cihazlar geliştirilmektedir.

Bu araç ve gerecin insanın özellik ve yeteneklerini dikkate alarak geliştirilmiş olması iş verimini de arttıracaktır. İş ortamında ısı, nem, hava akımı, toz, duman, gaz, buhar, zararlı ve zehirli maddeler, gürültü, titreşim, aydınlanma eksikliği gibi faktörler de iş verimini etkilemekte, insan sağlığı ve güvenliği açısından çeşitli sorunlara neden olmaktadır.

İş yerlerinde motivasyon ve iletişim eksiklikleri, insan yaratıcılığını ön plana çıkaracak sistemlerin olmaması, iş monotonlukları, sürekli eğitim ve gelişim ortamının yaratılmaması gibi faktörler de çalışanlar üzerinde iş tatminsizliği yaratmakta ve iş verimini olumsuz yönde etkilemektedir.

İnsanları işyerlerinde sağlıklı, güvenli ve verimli olarak çalışabilmeleri için çalışma yeri ve gerekli donanımın, ses, aydınlatma, çevre sıcaklığı gibi faktörler ile iş



organizasyonu ve yönetime yönelik sistemlerin insanın yapısalsal, boyutsal ve psikolojik özelliklerine düzenlenmesi gerekir. Ergonominin temel görevi yukarıdaki amaçlar doğrultusunda bir iş düzenlemesini gerçekleştirmektir. Bir anlamda ergonomiyi, işin insanın özelliklerine uygun bir şekilde düzenlenmesi olarak tanımlayabiliriz. Ergonomi sözcüğü, Yunanca "Ergon" ve "Nomic" sözcüklerinden oluşmaktadır. Ergon, iş anlamına, nomic ise kural anlamına gelmektedir. Ergonomi, bazı ülkelerde İnsan Faktörleri Mühendisliği veya İş Bilimi adları ile anılmaktadır.

Ergonomi, İnsanların anatomik özelliklerini, antropometrik özelliklerini, fiziksel kapasitelerini ve toleranslarını göz önüne alarak, endüstriyel iş ortamındaki tüm faktörlerin etkisi ile olabilecek organik ve psiko-sosyal stresler karşısında, sistem verimliliği ve insan-makine-evre uyumunun temel yasalarını ortaya koymaya çalışan disiplini bir araştırma geliştirme aracıdır.

### **1.1. Ergonomik Yaklaşımlar**

#### **İşgücünde Yaşanan Aşamalar**

İş; Toplum tarafından kabul gören ve karşılığı kişiler tarafından veya kamu tarafından ödenen çaba olarak tanımlanabilir. Bir deme karşılığı yapılan bu faaliyetin sonucu emeğin karşılığıdır.

Buradaki ana tema, "Bir insanın performansı nedir ?" sorusudur. İşin ekonomikliği, bizim ne yapabileceğimiz ve ne yaptırabileceğimiz önemlidir. İş bilimi tarihi incelendiğinde, iş yaşamı ile ilgili üç aşama görülmektedir. Bunlar aşağıda kısaca tanımlanmıştır:

- İlk aşama (Smr Periyodu): Kölelerin, savaş esirlerinin çalıştırıldığı, işçinin para ile satın alınabildiği bir devirdir. İşçi sağlığı ve işçi hakkı gibi kavramların düşünülmediği bir çalışma düzenidir.
- İkinci aşama (Sınırlı Yararlanma Periyodu): Smr periyodunda aşırı bir şekilde çalıştırılan işçilerin ölmesi, nüfusun azalması gibi sömürünün kötü

sonuçlarının elimine edilmesi için kademe kademe kural ve kanunlar konulmuştur. Ancak çalışma saati olarak işçiler yine yoğun bir şekilde çalıştırılmaktadır.

- Üçüncü aşama: Tüm üretkenlik becerilerinin akılcı bir şekilde kullanılıp geliştirildiği bir periyot, yani şu anda ulaşmak istediğimiz düzeydir. İş bilimi kurallarına uyarak, sömürü olmayacak şekilde insan performansı ve becerilerini dikkate alarak işlerin sistematik olarak düzenlendiği sistem.

Ergonomi konusu gereği, insanın işinde daha verimli olabilmesi için;

- İşinde sağlık ve güvenlik içinde çalışması,
- İşin, insanın antropometrik ölçülerine, beden gücüne ve kişisel özelliklerine uygun olarak tasarlanması,
- Her türlü alet, makine ve donanımın insan yetenekleriyle uyumlu bir şekilde tasarlanması,
- Psiko-sosyal açıdan olumlu bir iş ortamının yaratılması ve çalışma hayatının insana önem vermesi gibi işlevleri yerine getirir.

Sözü edilen bu işlevlerin yerine getirilebilmesi için ergonomi; insanın fizyolojik ve biyolojik özelliklerini enerji gereksinimini, insan-makine sistemlerini, enerjinin çalışma ile ilişkisini, beslenme ve bunun çalışma ile ilişkisini, yorulmayı ve diğer çalışma koşullarını inceler. Ergonomi, gürültü, renk ve ışık etüdü yapar, çalışma ve dinlenme sürelerinin belirlenmesinde katkıda bulunur. Bu işlevler dikkate alındığında, ergonominin amaçlarını aşağıdaki şekilde özetlemek mümkün olmaktadır:

- İşçi sağlığı ve iş güvenliğinin sağlanması
- İşgücü kayıplarının önlenmesi
- Yorulmanın ve iş stresinin azaltılması
- İş kazaları ve mesleki risklerin minimizasyonu
- Verimlilik ve kalitenin yükseltilmesi

Anatomi, antropometri, fizyoloji, psikoloji, iş hekimliği, mühendislik ve istatistik disiplinlerinin katkılarıyla gerçekleştirilen ergonomik çalışmaların odak noktası insan makine sistemlerinin tasarımıdır.

İnsan makine sistemi, belirli bir çalışma ortamı içinde bir veya daha fazla insanla, bir veya daha fazla makine arasında gerçekleştirilen etkileşimlerle istenilen üretimi yapan bir sistem olarak tanımlanabilir. Sistemin iyi işlemesi için dikkate alınması gereken hususlardan en önemlileri şunlardır:

- Makine üzerindeki kontrol cihazları, insanların bunları en kolay ve rahat kullanabileceği şekil ve konumda olmalıdır.
- İnsanlar, göstergelerden yararlanarak edindiği bilgileri iyi değerlendirip uygun kararlar alabilecek durum ve konumda olmalıdır. Bunun ön koşulu, işe fizyolojik uygunluk, uygun psiko-sosyal ortam ve yeterli iş eğitimidir.
- Makinenin işlenmesi ile ilgili bilgiler çalışana doğru, eksiksiz ve en kolay yoldan iletilmeli, insan bilgileri alırken ayrıca çaba sarf etmemelidir.

Ergonomik çalışmalar sadece iş ortamıyla sınırlı olmayıp çağımızın teknolojisi ile üretilen ürünlerin üretim aşamasında olduğu kadar kullanım ve onarım aşamalarında da ergonomiden yararlanma bir gereklilik halini almıştır. Bu gereklilik, üretilen mamullerin insan için olduğu gerçeğinden doğmaktadır. Üretimin, tüketimin, kullanım ve onarımın insansız olmayacağı dikkate alınınca, yaşamı kolaylaştıran her türlü ürünün insanın fiziksel özelliklerine uygun olarak tasarımı bir zorunluluk olmaktadır.

## **1.2. Ergonominin Ortaya Çıkışı Üzerine Kısa Tarihçe**

Endüstrileşme, 17'nci yüzyıl sonunda ve çeşitli yeni keşiflerin ışığında, emekleme düzeyinden başlayarak 18 ve 19'uncu yüzyıllarda hızlanan teknolojik atılımlar ile otomasyon aşamasına kadar ulaşmıştır. İçinde bulunduğumuz yüzyılda ise, robotların kullanımı ve bilgisayar teknolojisi gibi güçlü yaklaşımlar ile büyük bir hız kazanan endüstrileşme sürecinde insanların yetenekleri, bedenleri ve zekâları çok zorlanmaya başlamıştır. Endüstrileşmenin her adımında; üretken, yapıcı, yaratıcı ve kurulmuş

sistemleri kontrol edici bir faktör olarak görev alan insanın sağlık, güvenlik ve verimlilik gibi sorunlar ise ancak 20'nci yüzyılın ilk yarılarında ele alınabilmiştir.

### 1.2.1. Dünya'daki gelişimi

Ergonomi tarihinde genellikle öncelikle F.W.Taylor'dan söz edilir. Taylor 18. Yüzyılın ikinci yarısında iş düzeni anlayışını geliştirmiş, iş görenlerin daha verimli ve düzenli nasıl çalışabilecekleri üzerine çalışmalar yapmıştır. Sosyal ve psikolojik bilgisinin eksikliğinden dolayı eleştirilmesine rağmen ergonomide "iş hevesi konusunda araştırma yapan ve öneriler getiren ilk araştırmacı olarak anılır.

Ergonomi tarihçesinde öncü bilim adamları olarak Gilberth ailesini de saymak mümkündür. Özellikle mühendis Gilberth ve psikolog bir hanımın geliştirdikleri "iş ve zaman etüdü" ve "oksijen tüketimi" çalışmaları dikkat çekicidir.

Ergonominin psikoloji alanındaki öncülerinden Munsterberg 1913'te yayınladığı "Endüstriyel Etkinliklerde Psikoloji" adlı yapıtı ile bu bilime hizmeti yadsınamayanlardandır. 1921 yılında ise Cambridge Üniversitesinde ilk "Deneysel Psikoloji Laboratuvarı" kurulmuştur. Birinci Dünya savaşının ardından İngiltere de bir "Yorgunluk Araştırmaları Kurulu" kurulmuştur.

İkinci Dünya Savaşı gerçekten de Ergonomi bilimi açısından gelişmenin en fazla olduğu yıllar olarak anılır. Yeni harp araçları yapımı için artan mekanizasyon sürecinde makinelerin özellikleri abartılarak insan-makine sistemleri ihmal edildiğinden ortaya çıkan başarısızlıklar bu başarısızlıkların nedeni araştırıldığında Ergonomi bilimine verilmesi gereken önemi daha iyi ortaya koymuştur.

Savaşın ardından İngiltere'de "Oxford Medical Research Unit" ile "Cambridge Applied Psychology" kurulmuştur. ABD'de de "Dayton Aeromedical Laboratory Psychology Branch" kurularak çeşitli araştırmalar başlamıştır.

ABD' de John Hopkins, Tafts ve Princeton üniversitelerinin katkılarıyla araç gereç tasarımında yapılan çalışmalar önceleri "İnsan Mühendisliği" adı altında toplanmış

daha sonraları “İnsan Faktörü Mühendisliği” deyimini kullanılmaya başlanmıştır. Son zamanlarda ise sadece “İnsan Faktörü” deyimini kullanılmaktadır.

### 1.2.2. Türkiye’deki gelişimi

Yurdumuzda ergonomi konusu oldukça yeni sayılır. Ergonomi düşüncesi, dolaylı yollardan da olsa, ilk önce Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi’nde “Ziraatta Canlı Kuvvet Kaynakları” kürsüsünün kurulmasıyla ele alınmaya başlanmıştır. 1969 yılına kadar bu kürsüde genellikle mekanik kuvvet kaynakları üzerinde çalışılmış ve Kadayıfçılar’ın başlattığı bu çalışmalar Dinçer’in “İnsan Emeği ve Ziraattaki Prodüktivitesi”, “Çalışma Şekli ve Kas Yorgunluğu” yapıtları ile insan faktörü konusunu da uğraş alanı içine almıştır. Ergonomi, 1971 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği bölümünün de insan Faktörü Mühendisliği adı altında eğitim programına alınmış ve ilk iki yıl dersler Dr. Korinek tarafından yürütülmüştür.

1975 yılında yurt dışından getirilen cihazlarla laboratuvar kurulmuştur. Halen etkinliğini de sürdürmeye devam etmektedir. 1980’lerde Dokuz Eylül Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, yurt dışından getirilen çok sayıda çağdaş laboratuvar cihazlarıyla desteklenen “Ergonomi” derslerini eğitim programlarına almakla kalmamış, 1984 ve 1986 yıllarında İzmir Batı Alman Kültür Ataşeliği ile yardımlaşarak 1. ve 2. Türk-Alman Ergonomi Sempozyumlarını düzenlemiştir. Ülkemizde ergonomi konusunun iş dünyasına tanıtılmasında Milli Prodüktivite Merkezi’nin (MPM) önemli katkıları olmuştur. Kurumca düzenlenen “Ergonomi”, “İşyerlerinde Fiziksel Ortamın İyileştirilmesi”, “Endüstri Mühendisliğinin İşletmelere katkısı” gibi seminerlerde ergonomi düşüncesinin vurgulanmasının yanı sıra, MPM uzmanlarının bu konuda hazırladığı kitaplar, kaynak olarak pek kısır olan ergonomi literatürüne öncülük etmiştir.

1987 yılından itibaren Milli Prodüktivite Merkezi her iki yılda bir ergonomi kongresinin toplanmasına katkıda bulunmuş, 5.Kongre 1995 yılında, sonuncu ve altıncısı 1998 yılında olmak üzere toplam yedi ergonomi kongresi düzenlenmiş ve iş dünyası ile akademik kuruluşlardan gelen uygulayıcı ve araştırmacılar çok sayıda bildiri sunmuşlardır. MPM’nin bu çalışmalarına rağmen ergonominin ülkemizde tam

anlamıyla tanındığını ve uygulandığını söylemek doğru olmaz. Yapılan çalışmalar üniversitelerde akademik boyutta kalmakla beraber özellikle kamu alanında ergonomiden yeterince yararlanılamamaktadır. Oysaki diğer ülkeler ergonomiye 2. Dünya Savaşından sonra büyük önem vermişler, bu alanda büyük yol kat etmişlerdir

### **1.3. İnsanların Kullandıkları Eşya Araç-Gereç ve Çevresi İle İlişkisi**

Ergonominin başlangıç noktası, insan hayatının çeşitli dönemlerinde kişilerin kullandıkları eşya, araç-gereç ve çevrenin tasarımında çeşitli ölçü ve yeteneklerinin dikkate alınmasıdır.

Ergonomide temel yaklaşım, anatomik, fizyolojik ve psikolojik özelliklerine ilişkin veri ve bilgilerin, çeşitli araç-gereç ve fiziki çevre tasarımında, kişilerin konforunu, sağlığını ve üretkenliğini arttıracak şekilde kullanılmasıdır. İnsanların kullandıkları eşya, makine ve fiziksel çevreyi üç grupta toplamak mümkündür:

- İnsan-makine sistemleri
- Fiziksel çevre
- Kişisel ve Koruyucu Sistemler

#### **1.3.1. İnsan makine sistemleri**

İnsan-makine sistemleri, verilen girdileri arzu edilen çıktılara dönüştürmede kullanılan ve birbirleriyle karşılıklı olarak etkileşebilme özelliklerine sahip bir veya daha çok insanla bir veya daha çok makineden oluşur. Bu açıdan, makine sistemleri, insanların yaşamlarını kolaylaştıran her türlü eşya, araç-gereç, makine ve donanımı ifade etmektedir.

Bir insan-makine sistemi, elinde makas ile kâğıt kesen bir kişi, makine onarımı yapan bir kişi vb. şeklinde basite indirgenebileceği gibi, montaj hatları, şişeleme makineleri, bir veya daha çok operatör ile çalışan uçaklar, meşrubat dolun tesisleri de karmaşık sistemler olmalarına rağmen birer insan makine sistemleridir.

### 1.3.1.1. İnsan makine sistemlerinin özellikleri

Her sistem gibi, insan-makine sistemleri de gerek varoluş amaçlarına, gerek işlevlerine, gerek girdi, çıktı ve bilgi aktarma kanallarına ve çalıştırma talimatlarına ilişkin çeşitli özellikler gösterirler. Her sistemin bir amacı vardır ve bu amaç, yazılı olarak açıkça bildirilmelidir. Her türlü eşya, araç-gereç, donanımın amacına en uygun şekilde hizmet verebilmesi için, hızı, sürekli çalışabileceği süre, çalışma aralığı, manevra yeteneği gibi bazı özellikler açık olarak belirtilmek zorundadır. Bu özelliklerin bir kısmı mühendislik, bir kısmı da insan faktörü ile ilgilidir.

Bir sistemin varoluş amacını gerçekleştirebilmesi, bir takım fonksiyonları yerine getirebilmesi ile mümkündür. Örneğin bir posta sisteminde mektupların toplanması, belirli bölge ve adreslere göre ayrılması ve alıcıya ulaştırılması gibi fonksiyonlar yerine getirilir. Bu fonksiyonların her biri ya bir insan ya da çeşitli insan makine kombinasyonları ile gerçekleştirilir. Bu gerçekleştirme süreci, genelde birbiri ardına gelen dört temel fonksiyon içerir. Bunlar:

- Algılama
- Bilgi Depolama
- Bilgi İşleme ve Karar Verme
- Eylem'dir.

Bilgi depolama fonksiyonu, tüm diğer fonksiyonlarla doğrudan etkileşimli olduğundan, diğer fonksiyonların üzerinde yer almaktadır.

Algılama: Sistem elemanlarına ya da bireylere bilgi ulaşımını sağlayan olay, algılama fonksiyonudur. Algılama fonksiyonu ile algılanan bilgilerin bir bölümü sistem dışındaki kaynaklarda üretilmektedir. Örneğin, bir ürün için gelen siparişler otomatik alarm sistemini harekete geçen görüntüler sisteme dışarıdan bilgi ulaştırır kaynaklardır. Bununla birlikte, bazı bilgiler sistemin kendisi tarafından üretilir. Geri besleme veya bellekte tutulacak bilgiler, bu türden bilgilerdir.

Birey düzeyindeki algılama, duyu organlarının çeşitli şekillerde uyarılması sonucu gerçekleşen algılamadır. Bu anlamada göz, kulak, burun, dil ve deri hepsi birer algılama merkezleridir. Makine düzeyinde algılama ise sensörler, elektronik, mekanik veya hidrolik olarak çalışan algılama cihazlarıdır. Bazı durumlarda bireysel algılama organları, bazı durumlarda da sensörler birbirine göre üstündürler. Duyu organları çabuk uyum sağladıkları için özellikle değişken ortamlarda daha iyi algılama yaparlar. Çok sayıda tekrar gerektiren işlemlerde ise yorulmaya karşı duyarsız olmaları nedeniyle sensörler daha uygundur.

**Bilgi depolama:** Bireysel düzeyde yapılan bilgi depolama, kişinin belleğinde gerçekleşir. Öğrenilen bilgiler gerekli olması halinde sonra kullanılmak üzere bellekte saklanır. Bellekte saklanan bilginin anımsanması bazen çok kısa sürede gerçekleşebileceği gibi oldukça uzun süreler de alabilir. Makinelerdeki bilgi depolama için çeşitli mekanik, elektrik ya da elektronik cihazlardan yararlanılır. Örneğin, birçok bilgi depolama işlemlerinde bilgisayarlar kullanılmaktadır.

**Bilgi işleme ve karar verme:** Bilgi işleme; algılanan ve daha önce depolanmış bilgiler ile gerçekleştirilen çeşitli işlemlerdir. Bireysel düzeyde basit veya karmaşık olsun, her bilgi işleme etkinliği sonucunda bir karar verilir. Bu kararlar bilgi girişine karşın verilen tepkilerdir.

**Eylem:** Eylem; verilen kararın uygulamaya konulması işlemidir. Eylem, fiziksel, bilgi akışı yada ikisinin bir arada olabileceği bir etkinlik şeklinde olabilir. Hareket halindeki bir aracın frenine basıldığı takdirde, arabanın durması fiziksel bir eylem iken, bilgisayarda yüklü veriyi ekranda görüntüleme bilgi akışı, bir aracın hız göstergesinden aracın hızının okunması fiziksel olaya ait bilgi akışını gösteren hem fiziksel hem de bilgi akışı şeklinde görülen bir eylemdir.

### **1.3.2. Fiziksel çevre**

İnsanların kullandıkları fiziksel çevre, iki başlık altında incelenebilir. Bunlardan birincisi; yakın çevre ve genel çevrelerden oluşur. Yakın çevre içerisinde, iş istasyonu, oturma masası, büro ortamı yer alırken, genel çevre içerisinde, işyerinin



bulunduğu semt, cadde, parklar yer almaktadır. İkincisi ise, aydınlatma, gürültü, nem, sıcaklık, ortam kirliliği gibi çevre faktörlerinin yer aldığı ortam koşullarıdır.

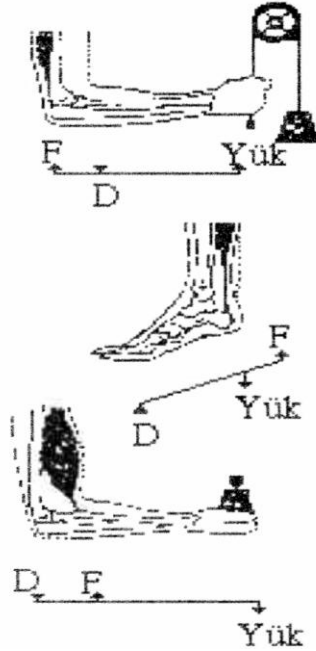
### **1.3.3. Kişisel ve koruyucu eşyalar**

İnsanın yapısı eşyalar arasında, anahtarlık, tarak, diş fırçası gibi kişisel eşyaların yanı sıra, eldiven, gözlük, ayakkabı, giysi vb. gibi koruyucu eşyaları saymak mümkündür. Bu eşyalarla ilgili olarak da kişilerin davranışları belli ölçülerde pasiftir. Buna karşın, kişisel ve koruyucu eşyalar kişinin davranışını belirli ölçüde sınırlar veya önceden belirler.

## BÖLÜM 2. İNSAN VÜCUDUNUN ERGONOMİK AÇIDAN ETÜDÜ

### 2.1. Hareket Sistemi

İnsan vücudu, eklemlerle birbirine bağlanmış ve kaslarla desteklenmiş kemiklerden oluşan bir hareket sistemine sahiptir. İskelet adı verilen kemik çatı bir taraftan hassas iç organları dış etkilerden korurken, diğer taraftan, kaslar yardımıyla, eklemler etrafında belli yönlerde hareket edebilmektedir. Hareketli kısımlar, çeşitli kaldıraç yasalarına göre çalışırlar (Şekil 2.1). Kemikleri birbirine bağlayan eklemlerin hareketli yüzeyleri bir kıkırdak doku ile kaplanmıştır. Eklemlerin yüz yüze gelen kısımları ise pürüzsüz, kaygan ve dayanıklı bir yapıya sahiptirler.

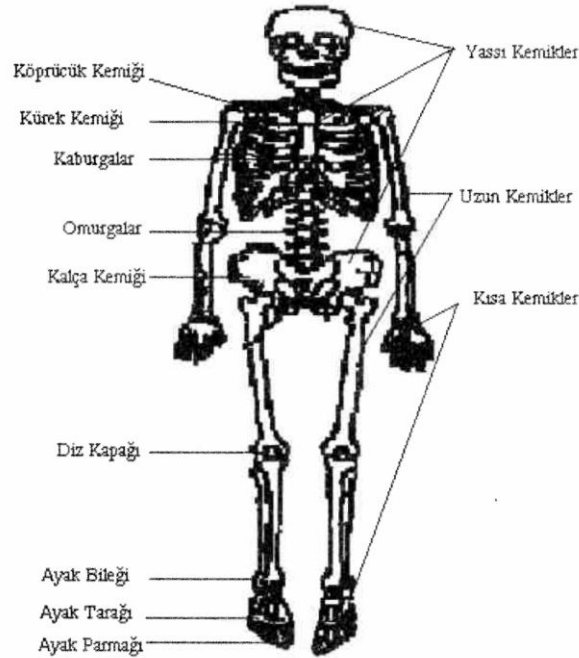


Şekil 2.1. İnsan bedenindeki kaldıraç tiplerinden örnekler [1]

Kemiklerin, eklemler etrafındaki hareketleri, kaslar yardımıyla sağlanır. Kaslar, uyumlu bir şekilde gevşeyerek ya da kasılarak, vücudun tamamının ya da bir bölümünün ileri-geri, sağa-sola ya da aşağı-yukarı başta olmak üzere çeşitli yönde hareket etmesini sağlarlar.

### 2.1.1. Kemikler

Vücudun dik durmasını, hareket etmesini sağlayan, vücuda biçim veren ve organları koruyan kemik çatıya iskelet denir (Şekil 2.2). Uzun, kısa ve yassı kemiklerden oluşan iskelet baş, gövde ve etraf (kollar ve bacaklar) olmak üzere üç kısma ayrılır.



Şekil 2.2. İskelet sistemi [1]

### 2.1.2. Eklemler

İnsanlarda ve omurgalı hayvanlarda kemiklerin uç uca ya da kenar kenara gelip birleştiği yerlere eklem denir. Mafsal olarak da bilinen eklemler üçe ayrılırlar:

- Oynar eklemler
- Yarı oynar eklemler

– Oynamaz eklemler

Halk arasında oynak olarak da bilinen oynar eklemlerde her iki eklem yüzeyi kaygandır ve aralarında boşluk vardır. Omurga eklemleri gibi kısıtlı olarak hareket edebilen eklemlere ise yarı oynar eklemler denir. Bir de kafatasını oluşturan kemikler arasında yer alan eklemler vardır. İki kemik kenarının lifsi doku ya da kıkırdaktan oluşan bir ara madde ile birleştiği bu tür eklemlere de oynamaz eklemler denir. Eklemler arasında, ergonomik açıdan en önemli olanlar, oynar ve yarı oynar eklemlerdir. Oynar eklemlerde, eklem başlarını kaplayan kıkırdak doku ve bunun üzerini örten sert eklem yüzü, eklem kapsülü tarafından yerinde tutulur

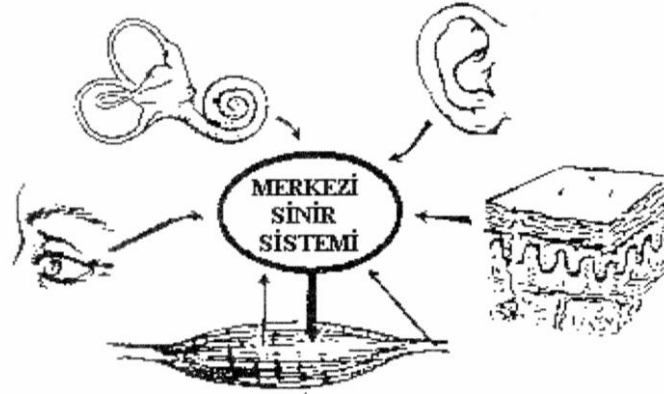
### 2.1.3. Kaslar

Vücudumuzun her tarafına yayılmış bulunan kaslar hareket sistemimizin kuvvet kollarıdır. Bağlantı noktalarında kuvvet tatbik edebilen ve tek yönde kasılabilen ya da gevşeyerek uzayabilen kaslar, vücut ağırlığının yaklaşık yüzde 45'ini oluştururlar. Her kas, boyları 0,5 ila 14 cm arasında değişen çok sayıda kas lifinden meydana gelir. Bir kasta, ortalama çapları 0,1 mm olan bu liflerden 100.000 ila 1.000.000 arasında lif vardır. Kas lifleri kemiklere doğrudan doğruya bağlanmazlar. Liflerin uç kısımları kas-kemik bağlantı noktalarına doğru kollagen doku olarak bilinen, az esnek fakat sağlam bağ dokusu lifleri ile kuvvetlendirilmiştir. Kollagen lifler, bağlantı noktalarına doğru birleşerek oluşturdukları tendonlar aracılığıyla kemiklere bağlanırlar

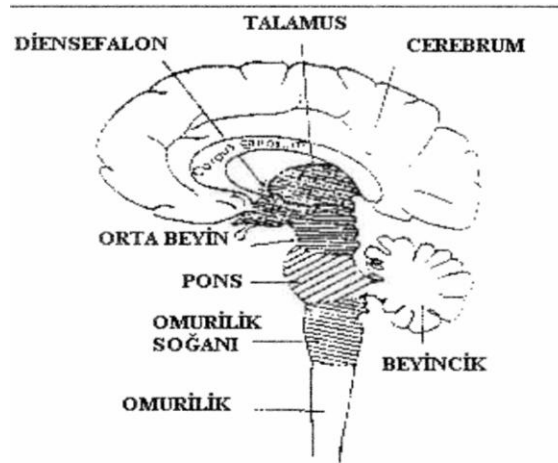
## 2.2. Sinir Sistemi

Hareket sisteminin emir komuta merkezi beyin ve omurilikten oluşan merkezi sinir sistemidir (Şekil 2.3.). Omurilikten başlayarak vücudun hemen her tarafına yayılan motor sinirler ile deri kaslar ve çeşitli duyu organlarından başlayarak omuriliğe ulaşan duyu sinirleri, bu merkezi sistemin haberleşme ağını oluştururlar. Motor ve duyu sinirleri ile birlikte beyin ve omurilik, insan vücudunun dış dünya ile irtibatını sağlayarak, dış dünyaya uyum için gerekli algılama, değerlendirme ve uygulama faaliyetlerini gerçekleştirir (Şekil 2.4.). Somatik sinir ağı olarak tabir ettiğimiz bu

sistemin yanı sıra dolaşım, solunum, boşaltım ve salgı bezleri gibi, bir de, faaliyetleri isteğe bağlı olmayan sistemlerin çalışmalarının yönetiminde görev alan otonom sinir ağı mevcuttur. Diğer bir ifade ile otonom sinir ağı, vücut için hayati önem taşıyan organların çalışmalarını düzenleyen bir yapı olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 2.3. Merkezi sinir sistemi ve algı organları arasındaki ilişki [1]



Şekil 2.4. Merkezi sinir sisteminin değişik bölümleri [1]

## 2.3. İnsanların Enerji Gereksinimi

### 2.3.1. Basal metabolizma

Tam istirahat halinde iken, insan vücudunun temel yaşam fonksiyonlarını sürdürebilmesi için gerekli en düşük enerji miktarına bazal metabolizma denir. Bazal metabolizma ölçülürken aşağıdaki koşulların sağlanması gerekir.:

- Vücut uyku haline yakın ve tümüyle gevşek bir durumda olmalıdır.
- Ölçümden 12 saat önce, tüm proteinli besinler kesilmeli, sadece 1 saat kadar önce karbonhidrat açısından zengin sıvı besinler alınmalıdır.
- Çevre ısı ölçümleri etkiler, Bu nedenle, süjenin giyinik ve üstü örtülü, sadece giyinik ya da çıplak olması durumlarında test odasının aşağıdaki değerler civarında tutulması gerekir:
  - Giyinik ve üstü örtülü süjeler için 16 °C
  - Sadece giyinik süjeler için 18-20 °C
  - Çıplak süjeler için 25 °C

Bu koşullarda, herhangi bir süjenin harcadığı enerji miktarının ölçülmesinde en güvenilir kriter, süjenin oksijen tüketiminin ölçülmesidir, Süjelerin solunum yoluyla dışarı attıkları gazların analizi ile, deney süresince tüketilen oksijen miktarı bulunur. Yerel atmosferik basınç altında ve önemli oranda nem içeren bu miktar, standart koşullara dönüştürülerek, vücudun tüketmiş olduğu oksijen miktarı hesaplanır. Daha sonra, hesaplanan bu oksijen miktarının ortaya çıkarabileceği oksidasyon enerjisi kcal/dakika cinsinden bulunarak bazal metabolizma elde edilir. Bu tür hesaplamalarda kullanılmak üzere yaklaşık değerler veren nomogramlar geliştirilmiştir.

### 2.3.2. İş yükü ve enerji gereksinimi

Bir insanın iş yaparken tükettiği oksijenden ve solunum yoluyla dışarıya attığı karbondioksit gazından, işin yapılması için gerekli enerji miktarını, yaklaşık olarak hesaplamak olasıdır. Diğer taraftan, kalp atım hızında, solunum hızında ve vücut

ısısında meydana gelen değişiklikler de, bir işin yapılması için gerekli enerjinin hesaplanmasında birer kriter olarak kullanılabilir.

Bir işe başlanır başlanmaz, organizma, bu iş için gerekli enerjiyi sağlayarak kasların çalışmasını desteklediği halde, solunum ve dolaşım sistemlerinin uyumu ve yapılan iş için yeterli miktarda oksijenin vücuda sokulabilmesi belli bir süre gerektirir.

### 2.3.3. İş ve işlemlerin fiziksel çaba olarak sınıflandırılması

Or ve Arkadaşları, Brown ve Arkadaşları, Christensen, Wells ve Arkadaşları, Soula ve Arkadaşları, iş ve işlemleri, gerektirdikleri fiziksel çaba açısından, çeşitli sınıflara ayırmışlardır. Bu sınıflandırmalar arasında en mantıklısı, Soula ve Arkadaşlarının yaptıkları sınıflandırmadır. Sınıflandırmalarında Maksimum Erojik Kapasiteyi temel alan Soula ve Arkadaşları, antrenman düzeyi, yaş ve cinsiyet gibi faktörleri de dikkate alarak, iş ve işlemleri, gerçekleştirilmeleri için gerektirdikleri fiziksel çabaya göre beş ana sınıfa ayırmışlardır:

- Hafif İşler: Erojik kapasitenin % 25'inden daha az fiziksel çaba gerektiren işlerdir. Örnek olarak büro işleri gösterilebilir.
- Zorca İşler: Erojik kapasitenin % 25'i ile % 50'si arasında fiziksel çaba gerektiren işlerdir. Örnek olarak montaj hattı operatörlüğü gibi bazı endüstriyel işler gösterilebilir.
- Maksimum Altındaki İşler: Erojik kapasitenin % 50'si ile % 75'i arasında fiziksel çaba gerektiren işlerdir. Maden ocağı işçiliği ve sportif etkinlikler gibi işler bu sınıfa girerler.
- Maksimal İşler: Erojik kapasitenin % 75'i ile % 100'ü arasında fiziksel çaba gerektiren işlerdir. Uzun mesafe koşulan, yüksek fırın ve döküm işçilikleri gibi oldukça yorucu işlerdir.
- Bitkinliğe Neden Olan İşler: Erojik kapasitenin üst düzeyinde güç harcanarak gerçekleştirilen işlerdir. Ancak birkaç dakika sürdürülebilen bu işler, anerobik rezervin kullanılmasına ve dolayısıyla bitkinliğe neden olurlar.

### 2.3.4. Çalışma etkinliğinin arttırılması için temel tasarım ilkeleri

İş, kaslarda herhangi bir zorlamaya yol açmadan maksimum kuvvet uygulayabilecek şekilde tasarlanmalıdır. Bir kas, ancak orijinal uzunluğunda iken kasılmaya başlarsa maksimum kasılma kuvveti uygulayabilir. Onun için işe başlarken, kasların tam olarak gevşemiş durumda olması istenir. Kasılma kuvvetini arttıran bir başka faktör de simültane olarak kasılıp gevşeyen kas lifi sayısıdır. Belli vücut üyelerinin maksimum kuvvet uygulama pozisyonları aşağıda açıklanmıştır.

- Elin içe doğru çevirme kuvveti, el içi dışa doğru tam olarak dönükken maksimumdur.
- Elin dışa doğru çevirme kuvveti, el içi içten geriye doğru tam olarak dönükken maksimumdur.
- Dirseğin gevşeme sırasındaki kuvveti, dirsek tamamen kasılmış durumda iken maksimumdur.
- Dirseğin kasılma kuvveti, dirsek üst kol ile 90° açı yaparken maksimumdur.
- Otururken elle itme kuvveti, dirsek açısı 150-160° ve eller sırtın dayanma düzleminden 70 cm. uzakta iken maksimumdur.
- Oturur durumda ellerin itme kuvveti, çekme gücünden daha fazladır.
- Elle kuvvet uygulanmak suretiyle hareket ettirilen çubuklara uygulanan güç, otururken kavrama noktası dirsekle omuz arasında, ayakta ise omuz hizasında iken maksimumdur.
- Ayakta, itmek amacıyla uygulanan kuvvet, çekmek için uygulanabilen kuvvetten büyüktür.
- Oturan bir operatörün pedal üzerine uygulayacağı kuvvet diz açısı 160° ve ayak bileği açısı 120° iken maksimumdur.

Önce de açıklandığı gibi, statik kas kasılması insanın çabuk yorulmasına ve oldukça acılı ağrılara neden olur. Bu nedenle, iş yaparken statik kas çalışmasından kaçınılmalı, hiç olmazsa, minimum düzeyde tutulmalıdır.

İşin organizasyonu şunlar dikkate alınmalıdır;



- Eğik ve tabi olmayan vücut pozisyonlarından kaçınılmalıdır.
- Kolların, sürekli önde ve yanda tutulmasına yol açmayacak bir organizasyon yapılmalıdır.
- Her zaman oturan bir operatör için iş organizasyonu yapılmalı, ara sıra ayağa kalkabilme olanağı sağlanmalıdır.
- Kollar ya birlikte ya da zıt yönde hareket ettirilmelidir.
- Çalışma yüzeyi, operatörün işini rahat bir duruş şekliyle, açıkça görebileceği bir yükseklikte olmalıdır.
- Küçük nesnelere için görüş mesafesi kısa, tezgâh yüksekliği büyük olmalıdır.
- Elle çalıştırılan aletlerin kavrama mekanizmaları mümkün olduğunca vücuda yakın ve dirsekte kasılma yokken kavranabilir bir pozisyonda olmalıdır.
- Dirsekler, alt kollar ve eller desteklerle takviye edilerek statik kas kasılmaları elimine edilmelidir.

## **2.4. Çalışma Süreleri ve Dinlenme Araları**

### **2.4.1. Giriş**

Çalışanın yetenek ve limitleri göz önüne alınarak düzenlenen çalışma yerleri, geliştirilen çalışma yöntemleri ve gerçekleştirilen iş organizasyonu, performans ve verimi arttırmanın yanı sıra, yorgunluk ve hataları da en az düzeye indirir. İş organizasyonunun en önemli konusunu oluşturan çalışma sürelerinin belirlenmesi, ağırlıklı olarak iş etüdü alanına girer ve ergonomik araştırmaların bulgularından yararlanır. Çalışma süreleri ile ilgili araştırmalar, genelde yorgunluğun ve dinlenme aralarının incelenmesine dayanmaktadır.

İşin insana uyumu, çalışma yerinin, üretim araçlarının, çalışma yönteminin, çalışma kapsamının ve çalışma süresinin analiz edilmesi ve uygun şekilde düzenlenmesi ile sağlanır. İnsanın bedensel ve zihinsel olarak gücü sınırlıdır. Gücünün üstünde çalıştırılan insanın temel fonksiyonları zorlanır. Yorulma olarak da bilinen bu durum, uzun dönemde, insanın iş verimini ve çalışma güdüsünü azaltır. Bu nedenle, çalışma süresinin belirlenmesine, iş yükünün ölçülmesi ile başlanır.

## 2.4.2. İş yükünün ölçülmesi

### 2.4.2.1. Fiziksel iş yükünün ölçülmesi

Fiziksel işler, kassal ağırlıklı işler olup insan vücudunun, daha çok iskelet, kas, solunum ve dolaşım sistemlerini etkilerler. Kas ağırlıklı işlerde, insan vücudunda ortaya çıkan fizyolojik tepkiler aşağıdaki parametrelerle ölçülebilir:

- Nabız
- Kandaki laktik asit düzeyi
- Kan basıncı
- Deri direnci
- Oksijen tüketimi
- Kaslardaki elektriksel potansiyel
- Solunum sıklığı
- Kan biyokimyası değişkenleri
- Vücut sıcaklığı
- İdrardaki değişiklikler

### 2.4.2.2. Zihinsel iş yükünün ölçülmesi

Zihinsel işler, düşünce ve dikkat gerektiren, bilgi üretme ve işleme fonksiyonlarına yönelik, dolayısıyla merkezi sinir sistemi ve algı organlarının yüklenmesine neden olan işlerdir. Bu işlerde, iş yükünün sayısal olarak ölçülmesi çok zordur. Bu nedenle çalışmalar, daha çok, işlerin, güçlük ve ağırlıklarına göre, analitik tekniklerle derecelendirilmesi alanına yöneltilmiştir.

Kırpışma eşiği frekansının (Flicker Fusion Frequency) saptanması, çoğunlukla zihinsel yüklenmelerde uygulanan yöntemlere bir örnek olarak verilebilir. Eşik frekansı, göze yöneltilen ve belirli bir frekansla yanıp sönen ışığın sürekli ışık olarak algılandığı frekans düzeyidir. Zihinsel yük altında iş yapan insanlarda, yükleme sonrası, kırpışma eşiği frekansının düştüğü gözlenmiştir.

Bir başka yöntem ise "ikincil iş" yöntemidir. İşçinin asıl işinin yanı sıra, verilecek ve çalışmasını engellemeyecek ikinci bir işteki performansının ölçülmesi yoluyla iş yükünün değerlendirilmesine dayanan bu yöntem, özellikle, işleri karşılaştırmakta kullanılmaktadır.

### 2.4.3. Dinlenme araları

Dinlenme araları, enerji sarfının ritmi, enerji borcunun ödenmesi ve insan vücudunun tüm fonksiyonlarının dinlendirilmesi için verilir. Dinlenme araları bütün insanların kalp ve kasları için bir zorunluluk, iş kapasitesinin korunması için de vazgeçilmez bir gereksinimdir. Dinlenme araları vermede amaç, yukarıda fiziksel ve zihinsel olarak ikiye ayırdığımız her iki iş türünde de, çalışmayı zorlaştıracak gerilimi önlemektir.

Dinlenme araları iş arasına dört şekilde girmiştir:

- İsteğe bağlı ara verme: Keyfi aralar olarak da adlandırılan bu tür ara vermeler "çalışanın, kendi gereksinimlerine göre işe ara vermesi" şeklinde tanımlanabilir. Genellikle uzun sürmezler. Ancak yorucu işlerde, oluş sıklığı daha fazladır.
- Gizli dinlenme (İkincil iş): İkincil iş şeklinde ortaya çıkan dinlenmelerdir. Böyle araların olması başarı olasılığını artırır. Örneğin, makine parçalarının temizlenmesi, tezgâhın düzenlenmesi gibi...
- İş akışına bağlı dinlenme: İş akışının durumuna bağlı olarak, etkinliğin, planlanmış bir şekilde kesintiye uğramasıdır. Örneğin, bir makinede operasyonun sona ermesi ile sık sık bekleme zamanları oluşmaktadır. Ofis personeli, memurlar, asistanlar uzun bekleme zamanlarına sahiptirler. Müşteriler veya siparişlerin beklenmesinden dolayı, servis endüstrisinde bu aralar çok sık oluşmaktadır.
- Yasa ile saptanmış aralar: İş konumuna göre, çalışma süresinin ortalama bir zamanında, o yerin adet ve işin gereğine göre ayarlanmak suretiyle işçilere.
  - 4 saat veya daha kısa süreli işlerde 15 dakika,
  - 4 saatten fazla ve 8 saatten az süreli işlerde yarım saat,
  - 8 saat veya daha fazla süreli işlerde bir saat dinlenme verilir.

Bu araların verilmesinde amaç, işçinin yemek, vb. gereksinimlerinin karşılanması kadar, kısa da olsa, dinlenmesinin sağlanması da olabilir. İşçi, bu dinlenme arasında serbesttir ve işyerinde alıkonulamaz; zamanında işe başlamak koşuluyla, iş yerini terk edebilir. Bu süreler parçalanmadan, ya da gelenek, görenek ve işin niteliğine göre parçalanarak verilir. Bu süreler için, çalışana herhangi bir ücret ödenmez.

Kanun burada kadın-erkek ayırımı yapmamıştır. Ancak, iş konumuna göre, kadın işçilere, bir yaşından küçük süt çocukları varsa, bunları emzirmeleri için dinlenme aralarının dışında, sabah ve öğleden sonra olmak üzere, yarımşar saatlik iki kez ek ara verebilir.

## **2.5. Besleme**

İşçinin üretim hızını arttıran etmenlerin başında yeterli ve dengeli beslenme gelmektedir. Yetersiz ve dengesiz beslenme üretim için gerekli fiziksel gücün ve direncin azalmasına, hastalıklara, işe devamsızlığın artmasına neden olmaktadır. Ayrıca, işçinin ilgi ve dikkatini de olumsuz yönde etkileyerek iş kazaları ve hastalıklara yakalanma oranını arttırmaktadır. Günümüzde, sanayileşmiş ülkelerde verimi yüksek tutmak için, işçilerin beslenmesine özel bir önem verilmektedir.

### **2.5.1. İşçilerin enerji gereksinimleri**

İşçilerin çalışma koşullarına göre, diyetlerinde bazı değişikliklerin yapılması gerekmektedir. En önemli değişiklik, yapılan işin gerektirdiği hareket ve süresine göre enerji harcamasının sağlanmasıdır. Değişik yaş, cinsiyet ve çalışma durumuna göre saptanan günlük enerji tüketim standartları Tablo 2.1'de verilmiştir.

Farklı işlerin enerji gereksinimleri, genel olarak, iki tüketici kategorisine ayrılabilir:

- Büro Çalışanları: Ortalama günlük enerji tüketimi 2000-3000 kcal.
- Bedence Aktif İşçiler: Ortalama günlük enerji tüketim 3000-4000 kcal.

Tablo 2.1. Yaş, cinsiyet ve çalışma durumuna göre önerilen enerji gereksinimleri [1]

İş Grubu	Enerji Gereksinimleri ( kcal / gün )					
	Erkeklerde Yaş			Kadınlarda Yaş		
	18-30	31-60	60 üstü	18-30	31-60	60 üstü
Hafif İş (Masa başı büro işi)	2350	2300	1900	1850	1850	1650
Orta İş (Hafif sanayi işi; tekstil, gıda)	2700	2600	2200	2100	2100	1900
Orta Üstü İş (Tarım, orman, madencilik)	3000	2950	2450	2350	2350	2100
Ağır İş (Demir-çelik işçiliği, güreş)	3700	3600	3000	2850	2800	2600

Tablo 2.2.; her iki gruptaki işçilerin, çeşitli yemeklerle karşılaşmaları gereken enerji miktarlarını vermektedir. Farklı yiyecek maddelerinin kalori değerleri, 100 kcal sağlayan yiyeceğin ağırlığı olarak Tablo 2.3'da listelenmiştir:

Tablo 2.2. Günlük yiyecek miktarının dağılımı [1]

Beslenme Türü	Ofis Çalışanları ve Kadın Meslekleri (kcal)	Bedenen Çalışan İşçiler (kcal)
Kahvaltı	300-400	600-700
On bir Çayı	25-50	150-250
Öğle Yemeği	800-900	900-1000
Öğle Sonrası Hafif Yemek	25-50	150-250
Akşam Yemeği	1250-1400	1400-1600
Toplam	2400-2800	3200-3800

Tablo 2.3. Bazı önemli yiyeceklerin kalori değerleri [1]

Yeşil sebzeler	670 gr.
Lahana ve köklü sebzeler	400 gr.
Yağsız süt	3 dl.
Tam yağlı süt	2 dl.
Patates	150 gr.
Yumurtalar	60 gr.
Reçel	50 gr.
Et	50 gr.
Peynir	45 gr.
Ekmek	42.5 gr.
Hazır yiyecekler	30-40 gr.
Şeker	25 gr.
Tereyağı, margarin	13,5 gr.

## **BÖLÜM 3. MÜHENDİSLİK ANTROPOMETRİSİ**

### **3.1 Antropometrinin Tanımı, Tarihi Gelişimi ve Amacı**

Yunanca anthropo (insan) ve metrikos (ölçme) sözcüklerinden türetilen antropometri bireyler veya gruplar arasında yaş, seks, vücut yapısı, coğrafi bölge ve meslek grupları gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanan farklılıkları saptayarak, tasarımcıya daha sağlıklı tasarım yapma olanağı sağlayan disiplinler arası bir bilim dalıdır. Antropometri tanımında belirtilen bu işlevini, özel olarak toplanmış verilerin birtakım yöntemlerle değerlendirilmesi sonucu elde edilen tasarım standartları aracılığıyla yerine getirir.

Literatürde, vücut ölçüleri ile ilgili çalışmaların ilki MÖ. birinci yüzyılda yaşamış bulunan Romalı Mimar Vitruvius tarafından gerçekleştirilmiştir. Vitruvius, insanın doğa tarafından oranlı bir şekilde yaratıldığını ve çene ucundan, alın üzerinde, saç köklerine kadar olan yüz yüksekliğinin, normal insan boyunun onda biri olduğunu kaydetmiştir. Yine, bilekten orta parmak ucuna kadar olan el boyunun aynı uzunluğa eşit olduğunu vurgulayan Vitruvius, baş uzunluğunun, normal insan boyunun sekizde biri, göğüs ortasından tepeye kadar olan uzaklığın ise dörtte biri olduğunu belirtmiştir.

Orta çağlarda Phourna Monku insan boyunun dokuz baş uzunluğuna, XV. Yüzyılda yaşayan İtalyan bilgini Cennino Cennini ise, insan boyunun kendi kulacının uzunluğuna eşit olduğunu yazmıştır.

Marco Polo'nun Çin'i ziyareti (1273-1295) ile hız kazanan, vücut ölçülerinin bir ırktan diğerine farklılık gösterdiği görüşü, Linne (1707-1778), Buffon (1707-1788) ve White (1728-1813) gibi bilginler tarafından incelenmiş ve bu bilginler, sonradan İrksal Antropometri diye isimlendirilen bilim dalının temelini atmışlardır. Vücut

ölçülerinin ırktan ırka farklılık gösterdiğini ortaya koyan bu araştırmacılar, insanı zoolojik sistemde sınıflandırmaya çalışmışlardır. Tarihi gelişmesine uygun olarak bir tanım yapmak gerekirse antropometri, özellikle fertler ve gruplar arasındaki anatomik farklılıkları ve benzerlikleri saptamak amacıyla, vücut ölçülerinin alınması ve değerlendirilmesi ile ilgilenen bir bilim dalıdır denebilir. Tanımda belirtilen amaca uygun ilk çalışma XIX. Yüzyılın son yarısında bir Belçika'lı matematikçi olan Quetlet tarafından gerçekleştirilmiştir. Quetlet, 1870 yılında yayınladığı "Anthropometric" adlı kitabı ile, sadece bu bilim dalını kurmakla kalmamış, aynı zamanda "Antropometri" sözcüğünün de isim babası olmuştur.

Paris'teki Antropoloji Demeğinin kurucusu olan Broca (1824-1880), gerek teorik araştırmaları, gerekse antropometrik ölçüm teknikleri ve ölçü aletleri tasarımlarıyla antropometrinin gelişmesine önemli katkılarda bulunmuştur. Martin, 1914 yılında, "Lehrbuch der Anthropologie" adlı antropoloji kitabını yayınlamıştır. Bu kitap, yayınından sonra, uzun seneler antropoloji ders kitabı olarak kullanılmıştır. XX. Yüzyılın başlarında, antropometriye duyulan ilgi hızla artmış, yaşayan kişilerin anatomik özelliklerinin yanı sıra ölülerin iskelet kalıntıları da ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Humphrey, 1838 yılında beyaz ve zencilere ait yirmi beş iskeletin kol ve bacak kemiklerini ölçmüş, bulduğu bu değerleri kişilerin kendi boylarına oranlayarak iki grubu karşılaştırmaya yarayacak bir takım indeksler elde etmiştir. Humphrey, bu ölçülerin, belli referans noktalar dikkate alınarak canlı insan üzerinde de yapılabileceğini önermiştir. Sonradan, araştırmacının önerdiği bu noktalara, özellikle önemli bazı vücut oranlarının hesaplanmasına yarayan meme uçları ve göbek de eklenmiştir. Diğer taraftan, Amerika Birleşik Devletlerinde, ilkel insanlarla çağımız insanları arasındaki anatomik ve antropometrik farklılıkların belirlenmesi ve değişik ırklar arasındaki farklılıkların saptanması amacıyla gündeme getirilen antropometrik çalışmalar giderek yaygınlaşmıştır.

Antropometrinin gelişme kaydettiği konulardan biri de, Amerika Birleşik Devletlerindeki iç savaşlar sırasında başlayan ve zamanımıza kadar gelişmesini sürdüren, Heykeltıraşlık antropometresidir.

Bertillon, 1882 yılında, suçluların tanınmasında kullanılmak üzere, kolay ölçülen on bir vücut ölçüsünün nasıl alınacağıyla ilgili bir sistem geliştirerek antropometrinin yeni bir kolu olan, Kriminal Antropometrinin ilk çalışmalarını gerçekleştirmiştir.

Yine XIX. Yüzyıl sonları ile XX. Yüzyıl başlarında gözlenen bir başka gelişme de, vücut ölçülerinin yapılacak iş ile ilişkisini ve bazı meslek türlerinin vücut ölçüleri üzerindeki etkilerini inceleyen Meslek Antropometrisinin doğuşudur.

II. Dünya Savaşı kadar, antropometrik veriye duyulan gereksinimin, askeriyede ve özellikle uçak sanayinde yoğunlaştığını görüyoruz. Ancak, savaştan sonra, antropometrik veri gereksinimleri, sadece askeri alanlarda değil, diğer devlet kuruluşları ile özel sektörde de kendini hissettirmeye başlamıştır. Aynı zamanda, endüstriyel gelişmelere paralel olarak, mühendislikte tasarım çalışmaları da artmış, kişinin kapasite ve yeteneğini en iyi şekilde değerlendirmeyi amaçlayan ergonomik tasarım dönemi başlamıştır.

XX. Yüzyıl başlarına kadar yapılan antropometrik çalışmalar birbirinden kopuk çalışmalardır. Kullanılan yöntemlerin, araştırmacıdan araştırmacıya değişiklik göstermesi, amaçlarının farklılığı gibi nedenlerle, bu çalışmalar arasında, sonuçları bakımından kıyaslama yapmak mümkün değildir. Araştırmacılar arasında terminoloji ve tanım birliği sağlamak amacıyla, uluslararası standartlaşmaya gidilmesi için bir takım girişimler olmuşsa da, bu çabalar somut bir sonuç vermemiştir. Başlangıçtaki bu sonuçsuz girişimlere rağmen, 1906 yılında, Moskova'da gerçekleştirilen Uluslararası Antropoloji Kongresinde, ilk olarak kafa ölçülerinde standartlaştırma çalışmalarının başlatıldığını görüyoruz. Bu çalışmalar sonucunda, kafa üzerinde ölçülebilecek otuz sekiz adet ölçü saptanmış, günümüz insanı için on dokuz baş ve yüz ölçüsü belirlenerek bunun standart bir uygulama olarak benimsenmesi kararlaştırılmıştır. Standartlaştırma çalışmalarının ikincisi, 1912 yılında, Cenova'da toplanan Uluslararası Kongre ile gerçekleştirilmiştir.

Zamanımızda mühendisler, sadece vücut ölçüleriyle yetinmeyip, hareket halindeki çeşitli vücut uzuvlarının konumlarını da bilmek istemektedirler. Konuya bu amaçla yaklaşan, fizik, mühendislik ya da tasarım kökenli olan bu araştırmacıların



çalışmalarını da dikkate alarak, Antropometri Mühendisliğini tanımlamak mümkündür. Buna göre. Antropometri Mühendisliği, belli bir kullanıcı kitlesi için tasarım standartları geliştirmek ve özel gereksinimleri belirlemek amacıyla, fiziksel ölçüm teknik ve yöntemlerin, bu kitleyi oluşturan bireylere uygulanmasıdır. Bu tanım çerçevesinde, Antropometri Mühendisliğinin amaçlarını da şu şekilde sıralamak mümkündür :

- Erişim olanakları, normal, maksimum ve minimum çalışma alanları, rahatlık açıları, ağırlık dağılımı ve hacimler gibi kitle karakteristiklerini güvenilir bir şekilde tanımlayacak vücut ölçüleri temin etmek,
- Antropometrik tasarımlarla, karşılaştırma ve yorumların daha sağlıklı ve daha çabuk yapılabilmesi için antropometrik veri tabanları oluşturmak.

Antropometri Mühendisliğini yakından ilgilendiren bir konu da, vücut yapısını, kinetiğini ve kinematığını bir arada inceleyen biyomekaniktir. Biyomekanik, antropometri, mekanik, fizyoloji ve mühendislik gibi konularla ilgilenen disiplinler arası bir bilim dalı olup, vücudun yapısını, değişik kuvvet, tork, enerji ve güç uygulamalarına, titreşim ve darbelere karşı mekanik tepkisini ve kontrol dışı vücut hareketlerini inceler.

Antropoloji, antropometri ve biyomekanik içice girmiş konulan incelediklerinden, bunların birbirinden ayrılması oldukça güçtür. Her üçünün de girdi kaynağı, Fiziksel Antropometri; çıktısı ise kişilerin yapılarına ve yeteneklerine uygun tasarımlar yapmak amacıyla geliştirilmiş standartlardır.

Son elli yılda, bilgisayarların da devreye girmesiyle, antropometrik veriye duyulan gereksinim hızla artmış, daha çok ve daha güvenilir veri toplama bir zorunluluk haline gelmiştir. Daha önemli bir gelişme de, biyomekanik süreçlerin, bilgisayar uygulamalı matematiksel modellerinin geliştirilmiş olmasıdır.

Günümüzde, araştırmacılar, bir taraftan insanı üç boyutlu koordinat sisteminde ölçmeye çalışırken, diğer taraftan, çeşitli çalışma koşullarının insan üzerindeki etkilerini inceleme çalışmalarını sürdürmektedirler. Antropometrik çalışmaların ilerki

yıllarda da artan bir hızla devam edeceği söylenebilir. Bir yandan gelişmiş ülkelerde denenmiş antropometri yöntemleri, gelişmekte olan ülkelerde uygulama alanları bulurken, diğer yandan, kişi ile çevresi ve kullandığı araç ve gereçler arasında iyi bir uyumun sağlanması yolundaki çabaların artarak sürdürüleceği beklenmektedir. Bu çabalar, işyeri koşullarının iyileştirilmesinin yanısıra, araç ve gereçlerde kullanım kolaylığı sağlayacak tasarım standartlarının belirlenmesine de katkıda bulunacaktır. Toplumların gelir düzeylerinin yükselmesi ve teknolojik gelişmeler, yeni tasarımları, onlar da yeni standartları zorunlu kılacaktır. Tasarım standartları, zamanla, tüketici beklentileri doğrultusunda geliştirilecek, veriler, kolay ve çabuk erişim için, antropometrik veri bankalarında saklanacaktır, Diğer tasarımların yanısıra, giysi tasarımları da çeşitlilik kazanarak artacak, örneğin, dalgıçlar ve astronotlar gibi özel tüketici grupları için ayrı ayrı giyim standartları geliştirilecektir

### **3.2. Antropometrik Ölçüler ve Ölçüm Yöntemleri**

#### **3.2.1. Temel kavramlar**

Vücut ölçülerinin tanımlanmasında farklı yöntemler kullanılır. Bu, araştırmacıların ilgi alanlarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Örneğin, bir antropolog, vücut yapısını, vücudun zaman içerisindeki değişiminin incelenmesi amacıyla yönelik olarak tanımlar. Diğer taraftan bir mühendis, aynı yapıyı bir mekanizma olarak ele alır. Bu nedenle antropolog, hareket durumunda veya statik gerilim altında kas zorlanmasının azaltılması, hareket rahatlığı sağlanması gibi konularla ilgilenmez. Onun için önemli olan zaman içerisinde meydana gelen yapısal farklılaşma ve bu farklılaşmanın açıklanmasıdır. Diğer taraftan mühendis, tasarım standartlarının daha önemli olduğu gerçeğini kabul eder. Bu standartların saptanması için gerekli ölçümleri yapar ve saptadığı standartlarla tüketici beklentileri doğrultusunda tasarımlarda bulunur. Dolayısıyla mühendis, alınan ölçülerin, tasarım standartlarının saptanmasında kullanılabilmesi için, ölçümden önce aşağıdaki işlemlerin tamamlanması gerektiğinin bilincinde olmalıdır:

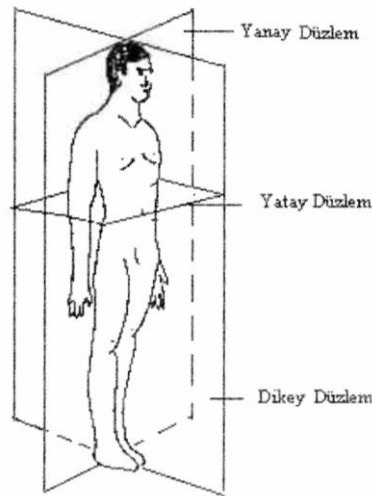
- Gerekli tanımların yapılması
- Ölçü araç ve gereçlerinin seçilmesi

- Ölçme yönteminin belirlenmesi
- Ölçü alma timinin örgütlenmesi ve eğitilmesi

### 3.2.2. Ölçü almada kullanılan referans noktaları

Vücut ölçülerinin sağlıklı bir şekilde alınabilmesi için vücuttan geçtiği varsayılan birbirine dik üç düzlemlerle bazı vücut noktaları referans olarak alınır. Aynı zamanda vücut ölçülerinin tanımlanmasında da kullanılan referans düzlemleri Şekil 3.1 'de gösterilmiştir. Bunlar sırasıyla,

- Dikey Düzlem: Vücudu sağ ve sol vücut olarak ikiye ayıran düzlemdir. Simetri düzlemi olarak da bilinir.
- Yatay Düzlem: Vücudu alt ve üst vücut olarak ikiye ayıran düzlemdir.
- Yanay Düzlem; Vücudu ön ve arka vücut olarak ikiye ayıran düzlemdir.



Şekil 3.1. Vücut referans düzlemleri [1]

Antropometrik ölçümlerin alınmasında kullanılan belli başlı referans noktaları ise şunlardır:

- Yedinci boyun omuru: Boyun omurları arasında en fazla çıkıntı yapan omur olup en üst noktası referans olarak alınır.

- Ense kökü: Ense kasları arasındaki çukurca kısım olup, simetri düzleminde, arka kafa yüzeyinin yanay düzleme en çok yaklaşan noktasıdır.
- Yan boyun başlangıcı: Vücudun arka tarafında, omuz kaslarının boyunla birleştiği noktadır.
- Omuz başı: Omuzla üst kolun yanay düzlemde birleştiği noktadır.
- Omuz ortası: Omuz başı ile yan boyun başlangıcını birleştiren çizginin orta noktası olup göz kararı saptanır.
- Arka kol başlangıcı: Kol yanda iken, kol ile vücudun, sırt tarafında birleştiği noktadır.
- Maksimum pazu kesiti: Pazunun en geniş yerinde üst kol kesitidir.
- Dirsek: Kol bükülmüş durumda iken alt ve üst kolun birleştiği en üst noktadır.
- Bilek kesiti: Bileğin ön kol kemiğinin en alt noktasındaki kesitidir.
- El başlangıcı: Elin ön kol ile birleşen kısmıdır.
- Başparmak başlangıcı: Parmağın bileğe doğru devamının bilek ile birleştiği kısmıdır.
- Kaşların simetri merkezi: Ön kafanın simetri düzleminde yer alan ve kaşlar arasında kalan en alt noktasıdır. Kaşları birleştiren yatay çizginin simetri düzlemini kestiği noktadır.
- Şakaklar: Kaşların üst gerilerinde yer alan ve parmak ucuyla kolaylıkla hissedilebilen çukurluklardır.
- Alt çene ucu: Alt çenenin simetri düzleminde yer alan en alt noktasıdır.
- Ön boyun üstü: Alt çene alt yüzeyi ile ön boyunun simetri düzleminde kesiştiği noktadır.
- Ön boyun altı: Göğüs kafesi ile ön boyunun simetri düzlemindeki kesim noktasıdır.
- Bel çizgisi: Yanda kalça kemiklerine teğet olarak, arkada bel çukurunun ortasından geçen yatay düzlemle yanay düzlemin arakesit çizgisidir.
- Kalça çizgisi: Kalçanın en çıkıntılı yerinden geçen yatay düzlemle yanay düzlemin arakesit çizgisidir.

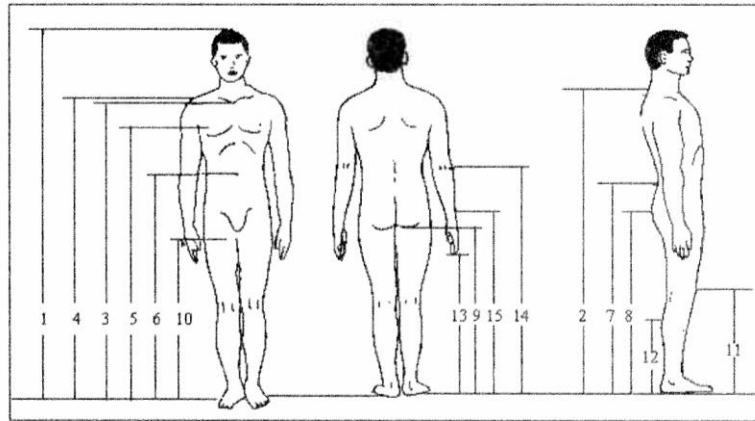
- Dizkapağı üstü: Diz kapağının, ayak tabanı düzlemine en uzakta olan noktasıdır.
- Dizkapağı altı: Diz kapağının, ayak tabanı düzlemine en yakın olan noktasıdır.
- Ayak bileği kesiti: Ayak bileğinin en ince yerindeki kesitidir.
- Ayak tabanı: Ayağın yere basan yüzeyidir.
- Tepe noktası: Başın simetri düzlemindeki en üst noktasıdır.
- Apışarası: Bacakların simetri düzlemindeki arakesit çizgisinin ön vücut bölgesinde yer alan bölümüdür.
- Göğüs Çizgisi: Yanlarda koltuk altlarından geçen yatay düzlemle yanay düzlemin arakesit çizgisidir.

### **3.3. Vücut Ölçülerinin Sınıflandırılması**

#### **3.3.1. Yapısal vücut ölçüleri**

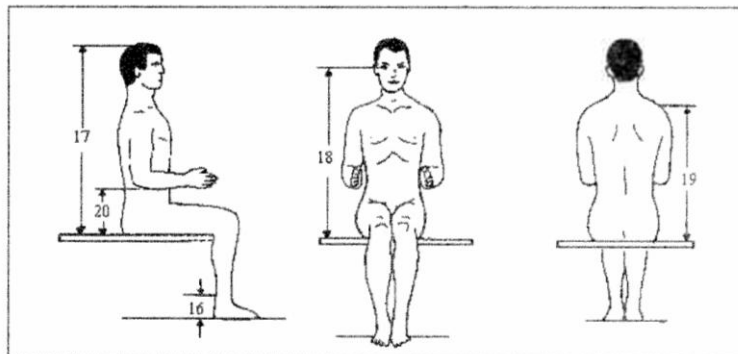
Yapısal vücut ölçüleri, vücut hareketsizken belli standart pozisyonlarda alınan vücut ölçüleridir. 1967 Konferansı sonunda Standartlaştırma Grubunca önerilen ve başta iş, işyeri, giysi ve şahsi eşya tasarımı olmak üzere çeşitli tasarım amaçları için kullanılan statik vücut ölçüleri şunlardır:

**Yükseklikler:** Düşey uzunluklardır. Genellikle, birey ayakta iken yerden, otururken oturma yüzeyinden ilgili vücut noktasına kadar ölçülen uzaklık olup mezura, çelik metre veya antropometre gibi aletlerle ölçülür. Diz yüksekliği, ayakta boy, oturuş yüksekliği gibi vücut ölçüleri bu gruba girerler (Şekiller 3.2 ve 3.3).



1 Boy	6 Bel Yüksekliği	11 Diz Yüksekliği
2 Arkaboyun Yüksekliği	7 Kemer Yüksekliği	12 Baldır Yüksekliği
3 Önboyun Yüksekliği	8 Kalça Yüksekliği	13 Parmak Ucu Yüksek
4 Omuzbaşı Yüksekliği	9 Kalça Kıvrımı Yüks.	14 Dirsek Yüksekliği
5 Meme Ucu Yüksekliği	10 Apaş Yüksekliği	15 Bilek Yüksekliği

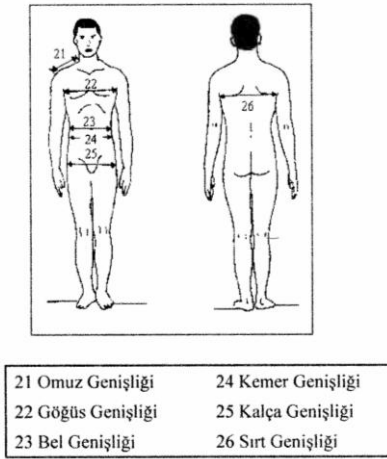
Şekil 3.2. Ayakta ölçülen yükseklikler [1]



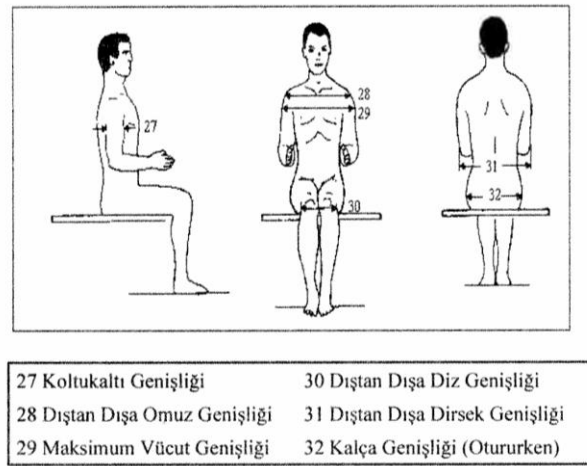
16 Ayakbileği Yüksekliği	19 Omuzortası Yüksekliği
17 Oturuş Yüksekliği	20 Dirsek-Oturak Yüksekliği
18 Göz Yüksekliği (otururken)	

Şekil 3.3. Otururken ölçülen yükseklikler [1]

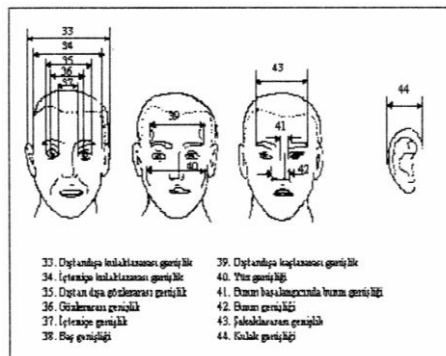
Genişlikler: Yatay ve enine çaplardır. Ya üst antropometre ile ya da uygun bir pergelle ölçülür. Kalça genişliği, omuz genişliği gibi ölçüler bu gruba girerler (Şekiller 3.4., 3.5., 3.6., 3.7.).



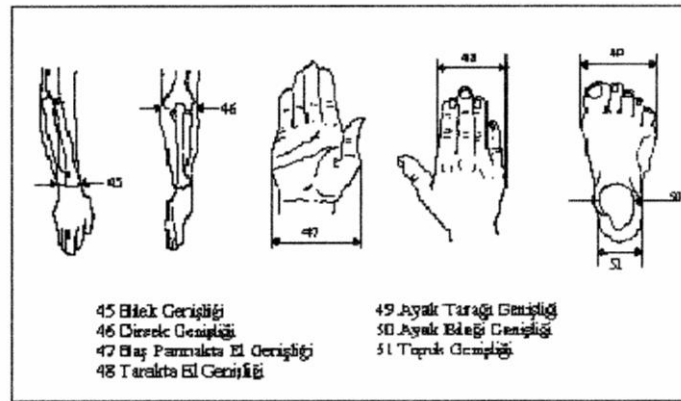
Şekil 3.4. Genişlikler 1 [1]



Şekil 3.5. Genişlikler 2 [1]



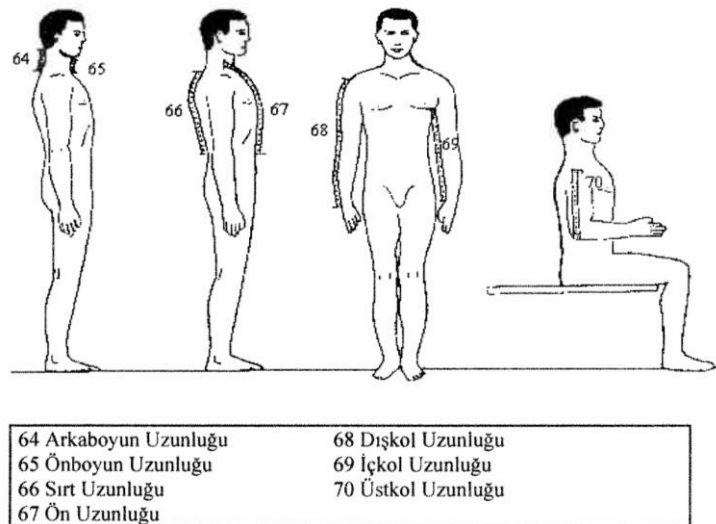
Şekil 3.6. Başta genişlikler [1]



Şekil 3.7. Kol, bilek, el ve ayakta genişlikler [1]

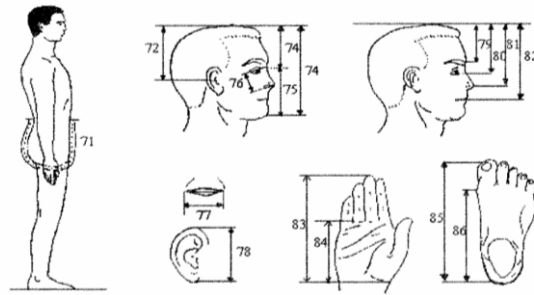
Derinlikler: Yatay ve dikine çaplar olup, üstte adı geçen aletlerle ölçülürler. Göğüs derinliği, kalça derinliği gibi ölçülerdir

Uzunluklar: Herhangi bir vücut kısmının uzun eksenini boyunca ölçülen büyüklüğüdür. Çelik metre, antropometre veya kayar pergeli yardımıyla ölçülen uzunluklar yüzen boyutlardır. Sırt uzunluğu, dış kol uzunluğu gibi ölçüler bu gruba girerler (Şekiller 3.8., 3.9.).



Şeki 3.8. Uzunluklar 1 [1]

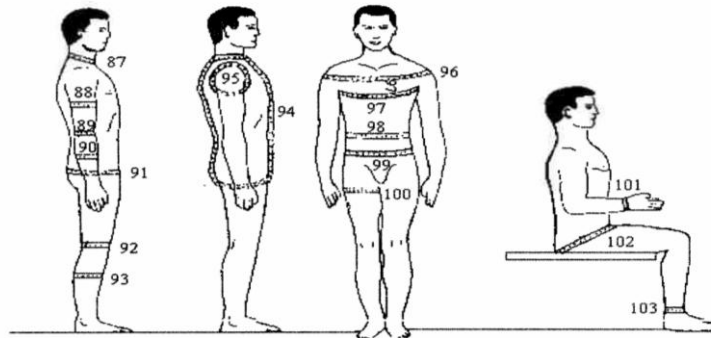




71 Toplam Ağ Uzunluğu	79 Kaşta Baş Uzunluğu
72 Kulak Deliginde Baş Uzunluğu	80 Göz Pınarında Baş Uzunluğu
73 Çene Ucunda Baş Uzunluğu	81 Burun Ucunda Baş Uzunluğu
74 Burun Başlangıcında Baş Uzunluğu	82 Ağızda Baş Uzunluğu
75 Yüz Uzunluğu	83 El Uzunluğu
76 Burun Uzunluğu	84 El Ayası Uzunluğu
77 Dudak Uzunluğu	85 Ayak Uzunluğu
78 Kulak Uzunluğu	86 Başparmağa Kadar Uzunluğu

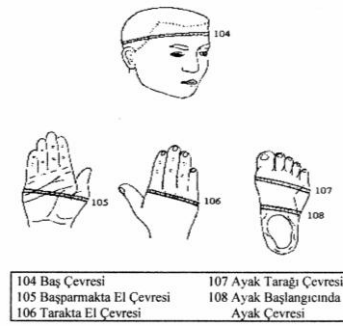
Şekil 3.9. Uzunluklar 2 [1]

Çevresel uzunluklar: Bir vücut parçasının ve kısmının kesitinin aynı düzlemdeki çevresi olup, mezura veya çelik metre ile ölçülür. Ölçme düzlemi yatay olabileceği gibi (bel çevresi), düşey (düşey gövde çevresi) ve hatta eğik (üst kol çevresi) de olabilir. Baş çevresi, boyun çevresi, göğüs çevresi gibi ölçüler bu gruba girerler (Şekiller 3.10., 3.11.).



87 Boyun Çevresi	93 Baldır Çevresi	99 Kemer Çevresi
88 Üstkol Çevresi	94 Düşey Gövde Çev.	100 Üstbacak Çevresi
89 Dirsek Çevresi	95 Koltuk Çevresi	101 Bilek Çevresi
90 Alt kol Çevresi	96 Omuz Çevresi	102 Kalça Çevresi
91 Kalça Çevresi	97 Göğüs Çevresi	(otururken)
92 Diz Çevresi	98 Bel Çevresi	102 Ayakbileği Çevresi

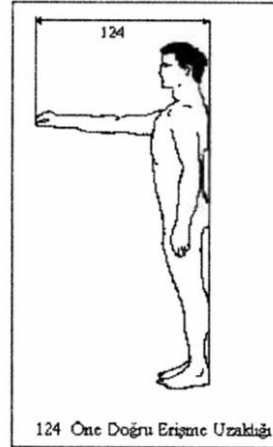
Şekil 3.10. Çevreler 1 [1]



Şekil 3.11. Çevreler 2 [1]

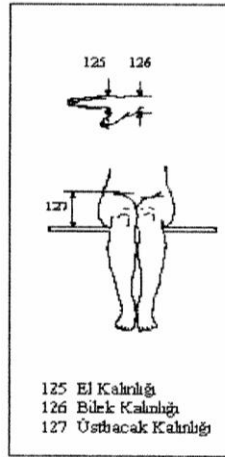
Eğrisel uzaklıklar: Vücut üzerindeki herhangi iki noktayı birleştiren eğrinin uzunluğu olup, mezura ve çelik metre ile vücut üzerinden ölçülür. Bu ölçüler alınırken, aletin vücuda temasını sağlamak için bir miktar baskı kuvveti uygulanır. Şakaklar arası uzaklık, çene ucundan kulaklar arası uzaklık gibi ölçüler bu gruba girerler

Erişim uzaklıkları: Uzunlukların özel bir hali olan erişim uzaklıkları kolun uzun eksenini boyunca ölçülür. Genellikle antropometre ile gerçekleştirilen bu ölçüler, duvar-ölçme bloğu tekniği ile de alınabilirler. Yukarı doğru ve öne doğru maksimum erişim uzaklıkları bu gruba girerler (Şekil 3.12)



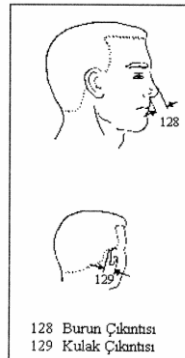
Şekil 3.12. Erişim uzaklıkları [1]

Kalınlıklar: El, bilek gibi uzuvların, uzun eksenlerine dik en kısa çaplarının uzunlukları olup kompas veya üst antropometre ile ölçülür (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Kalınlıklar [1]

Çıkıntılar: Herhangi bir uzvun (örneğin, burnun) en uç kısmının, o uzvun başlangıç noktasına, olan uzaklığıdır. Burun çıkıntısı, kulak çıkıntısı gibi ölçüler bu gruba girerler (Şekil 3.14.).



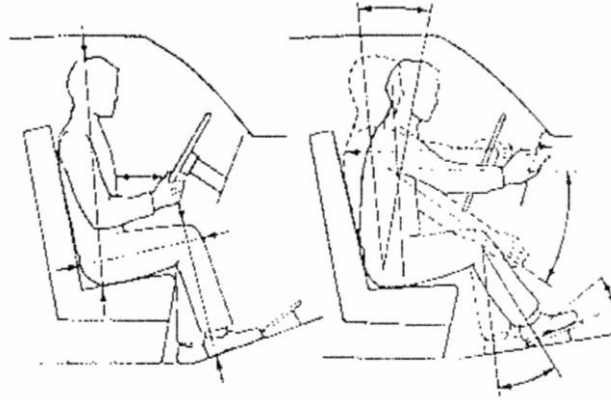
Şekil 3.14. Çıkıntılar [1]

Kirişler: Özellikle başta, ense ile burun ve çene ile arka kafayı birleştiren doğrusal uzaklıklardır. Çatal pergel yardımıyla ölçülürler

### 3.3.2. Fonksiyonel vücut ölçüleri

Vücut hareket halinde iken alınan ölçülere fonksiyonel vücut ölçüleri denir. Statik vücut ölçülerinin tasarım amaçlarına uygun olduğu daha önce söylenmişti. Çoğu tasarım çalışmalarında, fonksiyonel vücut ölçüleri statik vücut ölçülerine oranla daha önemlidir. İnsanlar günlük işlerinde, genellikle, hareket halindedirler. Aracını

kullanan bir şoför, montaj hattında çalışan bir işçi yada mutfağında yemek hazırlayan bir ev hanımı, bu işlerini gerçekleştirirken birbirlerinden oldukça farklı hareketler yaparlar ve dolayısıyla farklı vücut pozisyonları sergilerler. Şekil 3.15'te bir arabanın şoför mahalli tasarımında, statik ve fonksiyonel vücut ölçülerinin rolü gösterilmektedir.



Şekil 3.15. Bir otomobilde oturma yeri tasarımında dikkate alınması gereken boyutlar [1]

Fonksiyonel vücut ölçülerinin kullanımında temel fikir, iş yapılırken, vücut uzuvlarının birbirleriyle uyum içinde çalışmalarını sağlamaktır. Örneğin, iş yapan bir kişinin erişim uzaklığı kol uzunluğunun yanında, kısmen de olsa, omuz hareketine, gövdenin dönebilme ve ileri geri hareket etme özelliğine ve elle yapılacak işin mahiyetine göre değişebilmektedir. Dolayısıyla, böyle bir durum için tasarım yapılırken vücudun çeşitli hareketlerinden kaynaklanan tüm vücut pozisyonlarının dikkate alınması gerekir.

## **BÖLÜM 4. İNSAN – MAKİNE SİSTEMLERİ**

### **4.1. İnsan - Makine İlişkileri**

Ergonomik açıdan sistemlerin manüel, mekanik ve otomatik olmak üzere üçe ayrıldığı daha önce belirtilmişti. Türü ne olursa olsun her sistemin çalıştırılması, en azından başlatılması ve durdurulması aşamalarında insan ögesinin devrede olması gerekir. Modern endüstrilerde, makineler tarafından gerçekleştirilen işler, genellikle, operatör tabir edilen bir insan ögesi tarafından yönetilip kontrol edilirler. Makinelere, göstergeler aracılığıyla ya da doğrudan gözlemlerle elde edilen bilgiler, makinelerin performanslarının ayarlanması ya da hızlarının değiştirilmesi amaçlarıyla kullanılabilirler. Makineler, operatörlerden, yönetim, ya da kontrole yönelik talimatlar alır; bu talimatların gereklerini yapar ve göstergeler aracılığıyla operatöre, yaptığı işlerle ilgili bilgi verirler

### **4.2. İnsan - Makine Sistemlerinin Tasarım Aşamaları**

İnsan-makine sistemlerinin temel amaçlarını gerçekleştirebilmeleri, ancak ve ancak, bu sistemlerin temel girdileri olan insan ve makinenin kapasite ve becerilerinin optimal düzeyde birleştirilmeleriyle mümkündür. Bir makinenin fonksiyonu, yapısı ve işlevlerinin insan faktörü ile işbirliğine yatkın olması, verimliliği, ekonomikliği ve teknolojik düzeyi sistem tasarımının vazgeçilmez öğeleridir. Bu nedenle, insan faktörüne, tasarlanacak sistemin entegre bir parçası olarak yaklaşılmalıdır. Mühendislik teknikleri, öncelikle, sistemi işletecek insan faktörünün kapasitesi ile uyumlu ya da bu kapasiteleri güçlendirecek araç ve gereçler düşünmelidir.

#### 4.2.1. Amacın belirlenmesi

Bir sistemin amacı, genellikle, bazı girdilerden yararlanarak sistemden beklenen ürünleri ya da hizmetleri elde etmektir. Bu nedenle, sistemin gerektirdiği girdilere göre, üretim ya da hizmet beklentisi ve zamanlama ilişkileri gözetilerek yeterli ölçülerde bir insan-makine sistemi ya da sistemleri kurulmalıdır. Böyle bir yaklaşımda, bazen, mühendislik tekniklerinden belli ölçülerde ödün verilerek, maliyet ve kullanıcı spesifikasyonları gibi önceliklere yer verilebilir. Bu nedenle, sistemin amacı iyi belirlenmeli, sistemde öngörülen yapısal ve fonksiyonel temeller açıkça ortaya konulmalıdır. Sistem kurulduğunda da, bu sistemdeki insan ve makine faktörleri, temel amaca dönük, verimli, ekonomik ve aksaksız bir şekilde devreye girebilmelidir. Sistem amaçlarının belirlenmesinde, açık, mantıklı ve teknolojik açıdan güvenilir bir proje taslağı hazırlansa da her sistemin, kendisine göre önceliklerinin bulunduğu unutulmamalıdır. Nitekim bir tasarımcı sistemi düşünürken, hammaddeler, güç kaynakları, kalite standartları, kalıntı ve atıklar sorunu, teknik ve teknolojik bilgi kaynakları, piyasa hareketleri, ödeme dengeleri, kapital ve firma ekonomisi, estetik görünüş gibi pek çok öncelikleri dikkate almak zorundadır. Bu nedenle, sistemlerin amacı, mümkünse firmaların en üst yönetim ve teknik komitelerince belirlenmelidir.

#### 4.2.2. Fonksiyonların ayırımı

Sistem tasarımcı, daima, fonksiyonlar açısından düşünmek durumundadır. Bu tür bir yaklaşım, çok iyi bilinen sistemlerde olduğu kadar, karmaşık ve yepyeni sistemlerde de önemlidir. Örneğin, bir alt sistemin makinelerini çalıştıracak güç kaynağının seçimi söz konusu olduğunda, önemli olan, önce bu güç kaynağının tipini ve fonksiyonunu saptamaktır. Benzer öncelikler, tasarımın her döneminde dikkate alınmalıdır. Elektronik cihazlar ve bilgisayar sistemlerinin tasarımcıları, fonksiyonları düşünürken, "Sistem mantığı" şeklinde bir yaklaşımı benimsemişlerdir. Bu yaklaşım ile, sistemin temel fonksiyonları tasarlandıktan sonra, bu fonksiyonların nasıl gerçekleşeceği ve hangi tip alt sistemlerin tercih edileceği düşünülmektedir.

### 4.2.3. Fonksiyonların dağıtımı

Konuya girmeden önce, insan ve makineler arasında fonksiyonların dağılımı olayının tarihçesine bir göz atmakta yarar vardır. 1950'lere kadar, imalat hattı üzerindeki işlemlerin dağılımı, insan ve makinelerin yeteneklerini kıyaslama tekniği ile gerçekleştiriliyordu. Bu konuda, genellikle Michigan Üniversitesi, İnsan Performansı Merkezi Müdürü Fitts'in hazırladığı bir kıyaslama listesi ya da benzerleri kullanılmaktaydı (Tablo 4.1). Fitts'in tablosunda, insan ve makinelerin yetenekleri genel hatları ile ele alınmıştır. Bu yeteneklerin daha kesin hatlarla belirlenmesi ise, önemli ölçülerde bilimsel araştırma gerektirmektedir.

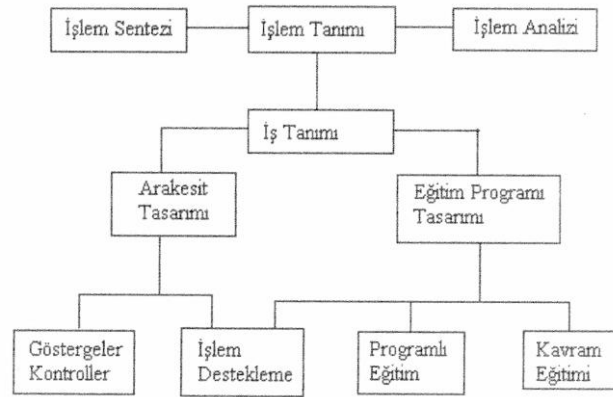
Tablo 4.1. İnsan ve makine yeteneklerinin kıyaslanması [1]

Özellik	Makinalar	İnsanlar
Fiziksel geç	Çok çabuk.	1 saniye gecikme ile.
Devreye girmek	Üstün, düzenli, ölçülü, değişmez düzeyde.	İki beygir gücü ile sadece 10 saniye çalışabilir.
Tempo	Devamlı, öncelikli ve tekrarlı işlerde güvenilir ve şaşmaz.	Düzensiz. Makina temposu ile bir ölçüde düzene girebilir.
Kanal kapasitesi	Çok kanallı olabilir.	Tek kanal kapasitesi.
Hafıza	Hafızasına konulanı tekrarlar. Kısa süreli hafıza için programlanabilir.	Geniş hafıza, çok yönlü anımsama. Prensipler ve stratejiler geliştirme konusunda üstün kapasite.
Mantık	Komutlara uyma iyi.	Komutların yaratıcısıdır.
Hesaplama	Hızlı ve doğru hesaplama, fakat hata düzeltmekte zayıf.	Yavaş hesaplar ve yanlış yapabilir. Ancak, hata düzeltmekte üstün bir yetenek gösterir.
Duyarlı algılama	İnsanların algılamadığı ortam etkenlerini algılayabilir. Gereğinde, dış etken ve uyanlara sağır olarak tasarlanabilir.	Tüm algılama kanallarında geniş algılama yetenekleri sergiler, örneğin, göz, cisimlerin yerini, rengini ve hareketlerini birlikte algılayabilir. Tekrarlı algılan fark edebilir. Perdeleme yapılsa da çeşitli uyanlara duyarlılığını korur.
Aşın yüke dayanıklılık	Yıpranıp bozulabilir.	Giderek yıpranır, fakat direnme özelliği vardır.
Zeka	Yapay zeka. Yok sayılır.	Beklenmeyen ve ani olaylar karşısında çözüm arayabilir.
Beceri	Özel bir beceri.	Büyük ölçüde esneklik gösterir.

### 4.2.4. İşlem ve iş tanımları

Sistemlere insan faktörünün entegrasyonu için yapılacak ilk iş, sistemin yapacağı işlemleri tanımlamaktır. Bu tanımlamada amaç, insan faktörüne (Operatöre) verilecek fonksiyonların da açıklıkla belirlenmesine yardımcı olmaktır. Yeni kurulacak sistemlerde, böyle bir davranış, sistemin fonksiyonel amaçlarının, hangilerinin operatör ya da operatörlerce, hangilerinin de sistem elemanları

tarafından gerçekleştirileceğini belirlemek için, mantıklı ve teknolojik bir yaklaşımı temsil eder. İşler durumda ve daha önce kurulmuş sistemlerde ise, gözlem ve yeniden değerlendirme olasılığının bulunması nedeniyle, insan ve makine fonksiyonlarının yeniden değerlendirilmesi ve gelişim projelerinin hazırlanmasında sistem yaklaşımının önemli yararları vardır. Sistem tasarımında, İşlemlerin tasarımı ile insan faktörü arasındaki ilişkiler Şekil 4.1'de özetlenmiştir.



Şekil 4.1. İşlem tanımı ve süreç tasarımı ile ilişkisi [1]

#### 4.2.5. Ara kesit tasarımı

İşyerindeki yakın ve genel çevre koşulları açısından insan faktörünün gereksinimlerini saptamak ve gerekli koşulları sağlamak, çoğu endüstrilerde, önemli bir sorun olmayabilir. Belli bir genel çevre içinde çalışacak insan-makine sistemi, bir işlem ünitesi olarak, hem teşkil edeceği ara kesitte yerleşme ve boyut sorunları, hem de göstergeler ve kontrol düzenekleri açısından, insanların özelliklerine ve temel gereksinimlerine cevap verecek nitelikte düşünülmelidir. İnsan ve makine faktörlerinden, birinin teknik olanaklarını diğerinin becerileri ile kaynaştırarak optimal verim sağlayan bir sistem kurabilmek için, makinelerin vereceği bilgiler ve işaretler, operatörün algılama yeteneklerine göre sinyalleştirilmeli ve kontrol sistemleri de, insan faktörünün fiziksel beceri ve yetenekleri ile bağdaştırılmalıdır.



### 4.3. Göstergeler

Makineleri kontrol etmekten sorumlu bir insanın, bu fonksiyonu yerine getirebilmesi için çeşitli bilgilere gereksinimi olacaktır. Örneğin, bir uçağın pilotu, motorların ne durumda olduğunu, uçuş yüksekliğini, uçuş hızını, kabin iç basıncını, dış ortam koşullarını, çeşitli yerlerdeki iç ve dış ısıları bilmek zorundadır. Tek ve basit bir makinede çalışan işçi de, kullandığı makinenin işlevi konusunda bazı temel bilgileri edinmek zorundadır. Nitekim makineler, onları kullanan, bakım ve onarımlarını yapan insanlarla bir tür iletişim içindedirler. İnsanlar makinelerin kontrol sistemlerini harekete geçirdiklerinde, makineler de bu kontrol işleminin sonuçlarını kendi göstergelerinde görüntüye getirirler. Böylece insan-makine arasında devamlı bir iletişim ilişkisi kurulmuş olur.

Bir makinenin etkili kullanımı ve aksaksız işleyişi, insan-makine iletişiminin mükemmelliğine bağlıdır. Bu nedenle de, makinelerin tasarımında, insan faktörünü ve insanların özelliklerini dikkate almak zorunludur. Nitekim insanların çeşitli yetenek ve kapasitelerini zorlamak, ancak, belli ölçüler içinde mümkündür. Bu arada, makinelerin göstergelerinin ne kadar gösterişli olduğundan çok, bu göstergelerin operatöre gerekli bilgileri, ne ölçüde çabuk ve doğru olarak verebildiği önemlidir. Bir göstergenin amacı, sistemin özelliklerine ve yapılan işe uygun bir şekilde ve her düzeyde bilgileri operatöre ulaştırabilmektir. Fonksiyonel açıdan iyi tasarlanmış bir gösterge, makineye ait bilgileri, her an ve en doğru şekilde, kullanıcıya ulaştırabilen bir düzendir. Göstergeler için bazı temel kurallar konulabilirse de, her sistemin göstergeleri, sisteme özel insan-makine ilişkileri dikkate alınarak tasarlanmalıdır. Nitekim bazı göstergelerin çabuk bilgi vermesi önemli iken bazılarının da doğru bilgi vermesi önemlidir.

Göstergeler ve ilettikleri bilgiler, genellikle, dört temel grupta toplanabilir. Bunlar, kalitatif, kantitatif, alfa sayısal ve temsili bilgiler veren göstergeler olarak sınıflandırılabilir. Genelde, temel amaç, öngörülen bilgilerin en basit bir düzende içinde ve en anlaşılabilir bir şekilde görüntülenmesidir. Örneğin, motorlu araçlarda, ilk zamanlar kullanılan yağ basıncı göstergeleri artık kullanılmamaktadır. Bu amaçla, yağ çubuğu yerine, sadece yağ basıncının tehlikeli ölçülerde düştüğünü açık bir

şekilde gösteren ışıklı bir aları göstergesi kullanılmaktadır. Nitekim burada, sürücünün, motor yağ basıncının ne seviyede olduğunu bilmesinden çok, tehlikeli bir düşüş halinde uyarılması önemlidir. Bu nedenle, yağ basıncı düşüşünün gözden kaçmamasını için, kırmızı bir alarm ışığı ile takviye edilmiş kadran tipi bir yağ basıncı göstergesi kullanmak çok daha emniyetlidir. Dolayısıyla, gösterge tiplerinin incelenmesi ve arakesit tasarımının bu incelemeler ışığında yapılması önemlidir.

### 4.3.1. Gösterge çeşitleri

#### 4.3.1.1. Kalitatif göstergeler

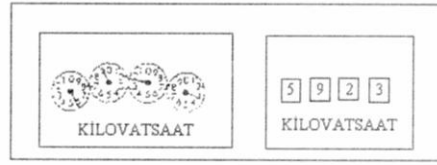
Bir sistem ya da makinenin, açık-kapalı, devrede-devre dışı, çalışıyor-çalışmıyor, vb. gibi tek değişkenli bilgileri aktaran göstergeler bu sınıfa girerler. Örneğin, bir hidroelektrik santralında, baraj kapaklarının açık ya da kapalı olması; jeneratörlerin işler ya da durmuş olması; belli bir bölgeye akım gönderen şalterlerin açık ya da kapalı olması gibi göstergeler bu grupta düşünülebilir. Kalitatif göstergeler, basit ve en kolay anlaşılabilir göstergelerdir,

#### 4.3.1.2. Kantitatif göstergeler

Bu tip göstergeler kullanıcıya sayısal değerler vermeyi amaçlar. Sayısal bilgiler kullanıcılara genellikle sabit kadranlı göstergeler, sabit ibreli göstergeler ve sayaçlar ile verilir (Şekiller 4.2 ve 4.3).



Şekil 4.2. Sabit ve hareketli kadranlı göstergeler [1]



Şekil 4.3. Kadranlı göstergelerden daha rahat okunabilen sayaçlar [1]

Analog Göstergeler olarak bilinen sabit kadranlı ve sabit ibreli göstergeler, bir kadran üzerinde, makineye ait bir bilgi ya da özelliği, temsili ya da sayısal değerler ile görüntülerler. Görüntüye getirilen bilgiler, ağırlık, basınç, akım şiddeti ve ısı düzeyi gibi değişkenler veya bunların analog sayısal değerleridir. Bu tip göstergelerde görüntülenen değerler, açık ve net olarak okunabilmeli ve operatörler, bu bilgilerin ne anlama geldiğini bilmelidirler. Bazı kadran göstergelerde, kalitatif bilgi de verilebilir. Bunun için, kadranın belli bölgelerinin farklı renklerde boyanması (tehlikeli sayısal değerlerin kırmızı renkte gösterilmesi gibi) gibi yaklaşımlar kullanılabilir.

Göstergelerin doğru okunmasına katkı sağlayan önlemler:

- Gösterge üzerindeki taksimatlar, istenilen doğruluk derecesi ile uyumlu olmalıdır.
- Göstergeler, operatörlere en basit ve en kısa yoldan bilgi iletebilecek bir yapı ve konumda olmalıdır.
- Göstergeler, çabuk anlaşılabilir ve anında gerçek birimlerine dönüştürülebilir bilgiler vermelidir. Belli bir değerle zihinden çarpılarak elde edilen bilgilerin hatalı olma olasılıkları daha yüksektir.
- Alt taksimatlar 1, 2, 5 veya 10 gibi değerlere karşılık gelmelidir. Diğer taksimatlar yanlışlıklara neden olurlar.
- Sayısal değerler sadece büyük taksimatlara karşı gelecek şekilde yazılmalıdır.
- Sabit kadranda rakamlar düz, hareketli kadranda çevreye dik gelecek şekilde yazılmalıdır.
- İbre ucu hem rakamları hem de taksimat çizgilerini kapatmamalıdır.
- İbre ucu taksimat çizgileri ile aynı kalınlıkta olmalıdır.

- İbre ucu taksimat çizgilerine çok yakın olmalı, fakat hiç bir zaman dokunmamalıdır.
- İbre ile taksimat ve rakamlar aynı düzlemde, ya da birbirlerine çok yakın düzlemlerde olmalıdır.
- Kadran üzerindeki taksimat aralıkları, ibre hareketinin hızı dikkate alınarak, kolayca okunabilecek şekilde seçilmelidir.
- Kadran, üzerinden okuma yapacak insanların alışkanlıklarına uygun olarak tasarlanmalıdır.
- Başlangıç ya da sıfır noktası, göstergenin amaçlarına uygun konumda olmalıdır.
- Başlangıç ve bitiş noktaları, tercihen, birbirinden ayrı olmalıdır.
- Derecelemede, giderek artan değerleri gösteren aralıklar eşit boyutlarda olmalıdır.
- Sayaçların doğru okunabilmesi için, gösterilen değerlerin değişme hızları yavaş olmalıdır.
- Temel ve değişmeyen sayaç değerleri ayrı bir sayaç ünitesinde olmalıdır.
- Çeşitli sayaçların aynı panel üzerinde bulunması halinde, bunların birbirleriyle ilgili olanları bir araya toplanmalıdır.
- Sayaçların etrafı ayırıcı bir renkle (tercihen kırmızı) çerçeve içine alınmalıdır.
- Rakamların fiziki büyüklükleri, mm cinsinden okunulacakları mesafe ile orantılı olmalıdır (Tablo 4.2 ).

Tablo 4.2. Okuma mesafesi (d)'ne göre taksimat boyutları [1]

Büyük taksimatların boylan	d/90
Orta büyüklükteki taksimatların boylan	d/125
Ufak taksimatların boylan	d/200
Taksimat kalınlıkları	d/5000
Taksimatlar arası uzaklıklar (Küçük rakamlar için)	d/600
Taksimatlar arası uzaklıklar (Büyük rakamlar için)	d/50

#### 4.3.1.3. Alfa sayısal göstergeler

Çeşitli ergonomi ve insan faktörleri kitaplarında özetlenen araştırmalara göre, alfa sayısal göstergeler için aşağıdaki tasarım ilkeleri önerilebilir:

- Hem harflerin hem de rakamların boyutları, okuma mesafesine göre belirlenmelidir. Yeterli aydınlatma şartlarında, karakter boyu,  $h$ ; okuma mesafesi,  $d$  ile gösterilirse, bu büyüklükler aşağıda belirtilen değer arsında olmalıdır.
- Rakamlar ve/veya harfler peş peşe yazılacaksa, bunların, ikili, üçlü ve dördü karakter grupları şeklinde gösterilmesi, okuma kolaylığı sağlar ve bellekte tutma olasılığını artırır.
- Aygıt isimleri büyük harflerle, cümleler şeklindeki açıklamalar küçük harflerle, tüm diğer açıklamalar ve birimler ise, normal kullanıma uygun olarak yazılmalıdırlar.

#### **4.3.1.4. Temsili göstergeler**

Bu tip göstergeler, bir sistemin işleyişini şematik bir şekilde gösteren "mini model" şeklinde görünürler. Günümüzde, giderek daha çok kullanılan uzaktan kontrol sistemlerinde, bu tür göstergeler tercih edilir. Metrolar ve demiryolu istasyonlarındaki kontrol odaları, ya da kulelerdeki mini model tablolar, çok gelişmiş temsili göstergelerdirler. Tüm ana yolların, kavşakların ve istasyonların gösterildiği şemalar üzerine yerleştirilmiş ışıklı göstergeler, kontrol odasındaki yöneticileri, trafik sisteminin işleyişi hakkında, sevk ve idareye yönelik bilgiler verir. Benzer mini model göstergeler, merkezi kontrollü imalat sistemlerine ve robotların kullanıldığı otomatik tezgâhlar içeren işletmelere de girmiştir.

### **4.4. Kontroller**

#### **4.4.1. Giriş**

İnsan-makine sistemlerinde, makinelerin çalıştırılması, durdurulması, hızlandırılması ya da yavaşlatılması gibi işlemler, göstergelerden alınan bilgiler ışığında, kontrol düzenekleri aracılığıyla gerçekleştirilir. Günümüzde, karmaşıklığı giderek artan makinelerin yardımı ile insanların fiziksel ve fizyolojik yeteneklerinin çok üstünde işler ya da işlemler yapılabilmektedir. İnsanların kol ya da bacaklarının etkinlik düzeyini takviye amacıyla, çoğu kontrol düzeneklerinin ardında mekanik, elektrik ya da elektronik sistemler ile güçlendirme vardır. Böylece, kontrollerin teknolojik

etkinliği artarken, bunların kullanılmasında karşılaşılan karmaşıklık nedeniyle, operatör eğitimi gibi yeni gereksinimler ortaya çıkmaktadır.

#### **4.4.2. Kontroller ve kontrol edenler**

İnsanların fiziksel iş görme yeteneklerinin ve devinme hacimlerinin sınırlı olması nedeniyle, her türlü insan - makine ara kesitinin tasarımında, bu gerçeklerin dikkate alınması bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak, bir kontrol düzeneğinin nereye konulacağı, temel özellikleri gibi sorunlar, öncelikle, makine fonksiyonlarını gözetmelidir. Böyle bir ikilemin çözümü ise ergonomik yaklaşımlar, verimlilik araştırmaları ve iş-zaman etüdü gibi alanlardan gelen bilgilere dayanır.

Kontrol düzeneklerinin yer ve konumlarının tasarımında, söz konusu kontrolü kullanacak insanların yapısal özelliklerinin ve hatta kadın, erkek, genç ya da yaşlı olmalarının da gözetilmesi gerekebilir. Kadın, erkek, genç ve yaşlılar arasında sadece boyut farkları gözlemlenmez; bu grupların fiziksel güçleri ve topyekun becerileri de farklıdır. İnsan bedeninin alt ve üst etraf hareketlerinin kıyaslanmasında, bunların, hareket esnekliği, erişme noktaları ve kuvvet tatbiki açısından, çok önemli farklarının bulunduğu görülür.

#### **4.4.3. Kontrollerin fonksiyonel özellikleri**

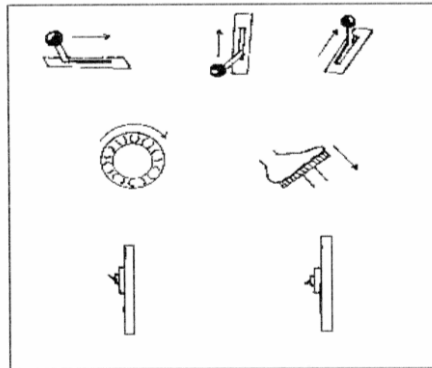
Kontrol sistemlerinin tasarımında, kullanılacak etraf, devreye giren eklem, uygulanacak kuvvet, duyarlılık derecesi ve seçilebilirlik. gibi bazı temel kriterlere başvurulur (Tablo 4.3). Bütün bu kriterlerin her birinin kontrol etkinliği üzerinde değişik rolleri bulunduğundan, tasarımı yapılacak kontrol düzeneklerinin gereksinimleri ile Tablo 4.3'te belirtilen özelliklerin bağdaştırılması önemlidir. Ayrıca, kontrol sistemlerinin kullanıcıya göre yerleşimini belirlemek için, kontrol hızı ve sıklığı gibi faktörlerin de değerlendirilmesi gerekir.

Tablo 4.3.. Kontrollerin yer seçiminde kullanılan kriterler [1]

ANATOMİK KRİTERLER				DİĞER KRİTERLER
Devreye Giren Etraf	Devreye Giren Eklem	Kuvvet Uygulaması	Duyarlılık Derecesi	Belirtiler ve Seçilebilirlik
Kol	Omuz	Yüksek	Yüksek	Yeri ve Büyüklüğü
Kol	Dirsek	Orta	Orta	Şekli ve Rengi
El	Bilek/Parmak	Çok Az	Çok Yüksek	Sırası
Ayak	Ayak Bileği	Yüksek	Çok Düşük	Onem Derecesi
Bacak	Uyluk/Diz	Maksimum	Minimum	Kullanım Sıklığı

#### 4.4.3.1. Kontrollerin hareket yönü

Kontrollerin tasarımında gözetilmesi gerekli bir prensip de bunların hareket doğrultularının operatör alışkanlıklarına uygun olmasıdır. Nitekim insanların sinir sisteminin özelliklerinin ve toplumda yerleşmiş alışkanlıkların da etkisi ile el ve ayak hareketlerinin yönü açısından belli beklentiler oluşmuştur. Bu tür beklenti ve alışkanlıkların gözetilmemesi halinde, kontrollerin kullanımında eğitim dahi, hata yapmayı önleyemez. Özellikle, acil hallerde insanlar yerleşik ya da doğal alışkanlıklarına dönerler. Dünya Sağlık Örgütü'nün "kontrol stereo tipleri" olarak gösterdiği bu beklentiler (Şekil 4.4), her çeşit kontrol tasarımında dikkate alınmalıdır. Genel alışkanlıklar, saatin dönme yönünde, sağa, yukarı, ileri ve aşağı (ayak pedallarında) doğru hareketler artış olarak kabul edildiği halde, elektrik düğmelerinde bu kuralın bozulduğu görülmektedir. Bazı ülkelerde düğmeyi kaldırmak ışıkları yakarken, bazılarında ise, ışıkları söndürmektedir.



Şekil 4.4. Kontrol stereotipleri [1]

Kontrollerde hareket doğrultuları ve genel beklentiler, makine kullanımının yaygınlaştığı ülkelerde tümü ile benimsenmiştir. Yerli makine ve sistem tasarımlarında da bu doğrultuların kullanılması teknik açıdan önemlidir.

#### **4.4.3.2. Kontrollerin hızı**

Bir operatörün kontrol hareketlerinin çabukluğu, onun sisteme yerleşme özellikleri ile kontrol düzeneklerinin yapısal özelliklerine bağlıdır. Operatörün tatbik ettiği kuvvet, kontrol düzeneğinin duyarlık derecesi, tam bir kontrol işleminin gerçekleşmesi için yapılan hareketlerin boyutları gibi etmenler, kontrol düzeneklerin kullanım çabukluğu üzerinde etkili olurlar. Çabukluk açısından, parmaklarla ya da elle döndürülen kontrollerin daha verimli olduğu bilinmektedir. Ayrıca, bu tip kontrol düğmeleri, incelikli ayarlama ve devamlı izleme gibi fonksiyonlar için de elverişlidirler. Ancak, burada el hareketleri sınırlı ve kuvvet gereksinimi de az olmalıdır. Şüphesiz, bu düğmelerde, dönme doğrultusu, düğmenin büyüklüğü ve mekanik yapısı da çabukluk açısından etkili olur.

#### **4.4.3.3. Kontrol işlemlerinin doğruluğu**

Doğru kontrol için, en önemli faktör, kontrol hareketlerinin kolaylığı, sistemin işlekliliği ve insan beklentilerine göre tasarlanmış olması gibi doğrudan kontrol tasarımına bağlı etmenlerin yanında, operatörün göstergelerden doğru ve iyi zamanlanmış bilgi almasıdır. Çoğu makine operatörleri için, gösterge panosu üzerindeki göstergelerin verdiği bilgiler önemli olduğu kadar, kullandıkları makinenin, her kontrol hareketi sonunda gerçekleştirdiği hareketler de önemlidir. Örneğin, traktörüyle, tarlasını süren bir sürücünün, tarlayı sürerken, her türlü hareketi ve tarlanın durumunu inceleyerek kararlar üretmesi ve kontrol hareketlerini gözlemlerine dayandırması gibi...

#### **4.4.4. Kontrol düzeneği seçenekleri**

İnsanların yönetiminde gerçekleşen endüstriyel süreçlerden çoğunun kontrolü, düğmeler, levyeler, direksiyon simitleri, kranklar, çarklar ya da pedallar aracılığıyla



sağlanır. Kontrol düzeneklerinin seçiminde aşağıdaki hususlar göz önünde tutulmalıdır:

- Kontrol düzenekleri, bu kontrolleri kullanacak kişilerin boyutlarına ve özellikle de kontrolü kullanacak vücut uzvuna uygun olmalıdır.
- Çabukluk ve hassaslık gerektiren işlemlerin kontrolleri parmaklar ya da ellerle, kuvvet gerektiren işlemlerin kontrolleri ise kol ya da ayaklarla yapılmalıdır.
- Elle çalıştırılacak kontroller omuz-dirsek arası yüksekliğinde, kolayca kavranabilir ve görülebilir bir konumda yerleştirilmelidir.
- Kontroller arası uzaklıklar, insan boyutlarıyla bağdaşacak büyüklüklerde olmalıdır. Örneğin, parmakla kullanılacak kontrol düğmeleri arasında minimum 1,5 cm, elle kullanılacak levye ve çubuklar arasında, da minimum 5 cm mesafe bulunmalıdır.
- Hassas, düşük kademeli, ya da sürekli işlemlerin kontrollerinde elle çalıştırılan basmalı, çevirmeli veya aşağı-yukarı ya da sağa-sola hareket ettirilen düğme ve kollar daha uygundur.
- Fazla hassas olmayan işlemlerin kontrollerinde kol ya da ayakla çalıştırılan uzun kollu levyeler, kranklar, çarklar veya pedallar daha uygundur.

#### **4.4.4.1. Hassas işlemlerin kontrollerinde kullanılan düzenekler**

**Basma düğmeler:** Çok az yer kaplarlar ve çeşitli renk ve çizgiler yardımıyla belirgin bir duruma getirilebilirler. Üst yüzeyi biraz çukurca ve çapı da parmak ucunun kaymasına yol açmayacak bir büyüklükte olmalıdır

**Açma-Kapama düğmeler:** Kolayca fark edilebilen kontrol düzenekleri olup kontrol yönünde doğrulukları garantilidir. İdeal olarak " AÇIK " ve " KAPALI" olmak üzere iki farklı konuma sahiptirler. Bu konumlar, genellikle, düğmenin yukarı ve aşağı taraflarında yazılı olarak belirtilir. Açma-kapama düğmeler (Örneğin, V-otomatlarda olduğu gibi) bir sıra halinde düzenlenebilirler. Hareket doğrultuları dikey olmalıdır.

**Çevirme düğmeler:** Çevirme düğmeler, yuvarlak, uçlu çubuk, krank-çevirme düğmesi kombinasyonu ve aynı aksis üzerine yerleştirilmiş üst üste ya da yan yana düğmeler şeklinde olan kontrol düzenekleridir. Şekli nasıl olursa olsun, önemli olan

fark edilmelerinin ve kavranmalarının kolay olmasıdır. Yuvarlak ve uçlu çubuk şeklindeki çevirme düğmeler için önerilen boyutlar, aşağıda verilmiştir.

#### **4.5. Kontrol Ve Gösterge Araçları Arasındaki İlişki**

Kontrol ve gösterge araçları tasarlanırken kullanıcı kitlenin alışmış olduğu normlar ve beklentileri dikkate alınmalıdır. Bu sağlanırsa, bu araçların kullanılması için gerekli eğitim basitleşir ve hata riski azaltılmış olur.

Fonksiyonları itibarıyla gösterge araçları ile bağlantılı olarak kullanılan düğme ve çark türü kontrol araçları aşağıdaki şekilde düzenlenmelidir:

- Gösterge ibresi, kontrolün kendisi ile aynı yönde hareket etmelidir.
- Saat ibresi yönündeki kontrol iletimi artışı, ters yöndeki kontrol iletimi ise azalışı ifade eder (musluklar hariç).
- Yukarı ya da sağa doğru kontrol hareketi artışı, aşağı ya da sola doğru kontrol hareketi azalışı simgeler ( pedallar hariç ).
- Belli bir fonksiyonla ilgili gösterge ve düğmeler aynı yerde olmalıdır. En iyi düzenleme gösterge üstte, kontrol düğmeleri altta olan düzenlemedir.

## **BÖLÜM 5. ÇALIŞMA ORTAMI FAKTÖRLERİ**

### **5.1. Giriş**

Çalışma ortamının incelenmesinde temel amaç, sadece çalışanların sağlık ve güvenliklerinin sağlanması değil, bu yapılırken, onların, fiziksel özelliklerini, fizyolojik ve psikolojik yeteneklerini en etkin biçimde devreye sokabilecekleri bir çalışma ortamı tesis ederek verimlerini ve yapılan işin kalitesini arttırmaktır.

Çalışma ortamı faktörleri, fiziksel faktörler, kimyasal faktörler ve psikolojik faktörler olmak üzere üç ana grupta incelenebilir. Bu faktörlerin hepsi önemli olmakla birlikte, uygulamadaki olumsuzluklarının yoğunluğu nedeniyle fiziksel faktörler ayrı bir önem arz etmektedirler. Gürültü, titreşim, aydınlatma ve çalışma ortamı iklimi gibi çeşitli alt faktörlerden oluşan fiziksel faktörlerin yanında, kimyasal ve psikolojik faktörler de çalışanların sağlıklarını, güvenliklerini ve çalışma verimlerini büyük ölçüde etkilerler.

### **5.2. Çalışma ortamında fiziksel faktörler**

#### **5.2.1 Gürültü**

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO), gürültüyü, bir işitme kaybına yol açan, sağlığa zararlı olan ya da başka tehlikeleri ortaya çıkaran tüm sesler olarak tanımlamaktadır. Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere, gürültü, daha çok kişi sağlığını tehlikeye sokması ve çalışanların dikkatini dağıtarak düşünsel ve fiziksel verimlerini düşürmesi açısından önem arz etmektedir.

Endüstride gürültü, genellikle, saf değildir. Çeşitli seslerin bileşimi olarak bulunmaktadır. Gürültünün kişi üzerindeki etkisi,

- Gürültünün şiddetine, frekansına ve süresine,
- Etkilenmenin sürekli ya da aralıklı olmasına,
- Kişisel duyarlılık ve yaşa bağlı olarak değişmektedir.

Gürültünün belirli bir ortamdaki etkisinin ne olduğunu anlayabilmek için o ortamdaki gürültü şiddetinin ölçülmesi ve gürültü-frekans analizinin yapılması gerekmektedir.

#### **5.2.1.1. Sesi karakterize eden büyüklükler**

Belirli frekans aralıklarındaki madde titreşimlerinin hava ya da su gibi bir ortam içinde ilerleyerek kulağa ulaşması sonucunda oluşan etki ses olarak nitelendirilir. Sesi karakterize eden iki büyüklükten biri sesin frekansı, diğeri de yeğnliğidir. Frekans, sesin birim zamandaki çevrim sayısı olup (birimi Hz) sesin pesliğini ve tizliğini belirler. Yüksek frekanslı sesler tiz sesleri, düşük frekanslı sesler ise pes sesleri oluştururlar. Genç ve sağlıklı bir kişi, 16 -20000 Hz aralığındaki sesleri duyabilir. Bu aralığın altındaki sesler duy altı, üstündeki sesler de duy üstü olarak nitelendirilir. Sesin atmosferde yarattığı basınç sesin yeğnliğini belirler. Ses yeğnliği birimi desibeldir.

İnsan kulağı, frekansları farklı, fakat yeğnlikleri aynı olan sesleri aynı yeğnlikte algılamaz. Genellikle yüksek frekanslı sesler daha yeğn, düşük frekanslı sesler ise daha az yeğn algılanır. 1000 Hz'deki ses yeğnliklerinin, diğere titreşim düzeylerindeki ( frekanslardaki) eşdeğer ses yeğnlikleriyle birleştirilmesi suretiyle elde edilen eğrilere eş yeğnlik eğrileri denir. Eş yeğnlik eğrilerinin birimi Phon (fon) olarak tanımlanmıştır. Fon, gürültüden çok, yalın bir ses için anlam ifade eder. Bu nedenle gürültü ölçümlerinde özel filtre mekanizmaları bulunan dB(A) ve dB(B) ölçekleri kullanılır. Söz konusu filtre mekanizmaları sayesinde, çok düşük ve çok yüksek frekanstaki sesler filtrelenerek, maruz kalınan sesin gerçek etkisine paralel bir değer elde edilmeye çalışılır. 60 desibelin üstündeki sesler dB(B) ölçeği ile. 60 desibelin altındaki sesler ise dB(A) ölçeği ile ölçülür. Tablo 5.1'de bazı seslerin dB(A) değerleri görülmektedir:

Tablo 5.1. Çevremizde duyabileceğimiz bazı seslerin dB(A) değerleri [1]

Örnek Sesler	dB(A) Değeri
Jet Uçağı	140
Ağrı Eşiğı	130
Havalı Tabanca	120
Basınçlı Hava Tabancası	110
Motosiklet	100
Matbaa	90
Büyük şehir Trafiğı	80
Bağırarak Konuşma	70
Yüksek Sesle Konuşma	60
Normal Sesle Konuşma	50
Alçak Sesle Konuşma	40
Saat Tıkırtısı	30
Kayıt Stüdyosu	20
Yaprak Hışırtısı	10
Duyuma Eşiğı	0

### 5.2.1.2. Gürültünün sınıflandırılması ve gürültü kaynakları

Gürültüyü, frekans dağılımına ve ses düzeyinin zamanla değişmesine göre iki farklı şekilde sınıflandırabiliriz. Frekans dağılımına göre gürültü, dar ve geniş bant gürültü; sesin zaman içinde değişip değişmemesine göre de kararlı ve kararsız gürültü olarak sınıflandırılabilir.

Dar bant gürültüde, gürültüyü oluşturan arı seslerin frekansları belli bir frekans bandında toplanmıştır. Geniş bant gürültüde ise arı seslerin frekansları geniş bir aralığa yayılmıştır. Bu tür gürültülerde, her frekanstaki katkı payının, yaklaşık olarak, aynı olduğu gürültülere beyaz gürültü denir. Diğer taraftan, zaman içerisinde gürültü düzeyi değişmeyen gürültüler kararlı gürültü, zamana bağlı olarak azalıp çoğalan ya da kesilip tekrar başlayan gürültüler de kararsız gürültü olarak sınıflandırılır. Kararsız gürültüler, kararlı gürültülere kıyasla daha çok rahatsızlık hissi yaratırlar.

Genelde, her gürültü için bir gürültü kaynağı söz konusudur. Fakat bazı gürültü kaynakları oldukça yaygındır. Bunların en yaygın olanı da trafik gürültüsüdür. Sonra ofis ve fabrika gürültüleri gelir. Trafik gürültüsü, bu gürültüye neden olan araç tipine,

araçların hızlarına, trafik yoğunluğuna, yoldan olan yanal uzaklığa ve hatta araçların eski ya da yeni olmalarına bağlı olarak değişir

### **5.2.1.3. İşitme organının anatomik ve fiziksel yapısı**

Ses dalgalarının algılanması ve merkezi sinir sistemine ulaştırılması, insan kulağının özel yapısı ile sağlanmaktadır. Kulaklarda ses dalgaları özel bir mekanik modülasyondan geçerek sıvı dalgalanmalarına dönüştürülmekte ve bu sıvı dalgalanmalarının frekansı ve basıncının etkisi ise sinirsel bir uyarıya dönüştürülerek ses algılanması gerçekleşmektedir. Kulakların bu işlevleri oldukça karmaşık fiziksel ve nörofizyolojik temellere dayalıdır. Bu nedenle sistem kolayca zedelenecek duyarlı bir organ şeklinde oluşmuştur

### **5.2.1.4. Gürültünün insana etkileri**

Gürültünün insan üzerindeki etkilerini iki grupta toplamak mümkündür:

- Gürültünün işitme sistemi üzerindeki etkileri.
- Gürültünün işitme sistemi dışındaki etkileri.

Gürültünün işitme sistemi üzerindeki etkileri: Gürültünün işitme sistemi üzerindeki etkisi, gürültünün şiddeti, frekansı, sürekli ya da aralıklı olması, gürültü ile karşılaşma süresi, gürültüye maruz kişinin yaşı, duyarlılık derecesi ve daha önceden geçirmiş olduğu veya hala devam eden kulak rahatsızlıkları gibi değişik faktörlere bağlıdır. Bu etkiler üç grupta incelenebilir:

- Akut olaylar: Jet motoru gürültüsü, top sesi ve patlama gibi çok yüksek şiddette (120 dB veya yukarısı) bir gürültüye maruz kalınması sonucu meydana gelen, kulak ağrıları, sinir hücrelerinde bozukluklar (hücre felçleri) ve kulak zarı parçalanması gibi ağır arızalardır.
- Geçici sağırılık hali: Gürültü yorgunluğu olarak da bilinen bu tür işitme kayıpları geçicidir. Karşılaşılan gürültünün şiddetine ve maruziyet süresine bağlı olarak birkaç saat ya da daha fazla süren geçici sağırılık

haline, muhtemelen, iç kulaktaki korti organında meydana gelen fonksiyonel bir gerileme sebep olmaktadır. Kişinin sessiz bir alana ya da sessiz bir işe alınmasıyla, bu durum ortadan kalkar ve işitme düzeyi, gürültüye maruziyetten önceki değerine döner.

– Sürekli (Kalıcı) sağırılık hali: Geçici sağırılık hali fark edilmez ya da önemsenmezse, işitme kaybı yavaş yavaş ilerleyerek kalıcı bir durum arz edebilir. Bu üç aşamada gerçekleşir:

- Birinci Aşama: Bu aşamada işitme kaybı henüz odiyometrik safhadadır ve 4000 Hz civarındaki seslere karşıdır. Konuşma frekansındaki sesler (200-500 Hz) için herhangi bir duyarlılık kaybı söz konusu olmadığından, kişi işitme yetersizliğinin farkında değildir. Kişinin bu durumu erken fark edilir ve gürültüsüz bir işe nakledilirse işitme kaybı duraklar.
- İkinci Aşama: Bu aşamada, odiyometri ölçümlerinde, zararın giderek ilerlediği ve konuşma frekanslarına doğru yayıldığı görülür. Kişi normal konuşmayı algılamakta güçlük çekmemesine rağmen 3 metre uzaklıktaki fısıltıları güçlükle duyabilir. Zaman içinde bu fısıltıları da algılayamamaya başlar. Bu devre 2-3 yıldan 10-15 yıla kadar sürebilir.
- Üçüncü Aşama: Bu aşamada, işitme sistemindeki zarar, normal konuşmanın düşük frekanslarını da kapsar. Kişi işitme gücünün düştüğünün açık bir şekilde farkındadır. Bu aşamada, ancak, çok yakındaki yüksek şiddetteki sesleri duyabilir. İç kulakta meydana gelen kalıcı zedelenmeler nedeniyle, sağırılık, sürekli hale gelmiştir.

Gürültünün işitme sistemi dışındaki etkileri: Gürültü, kişilerde, yalnızca işitme kayıplarına neden olmaz. Başta uyku dağılması, uykuya geç başlama ve stresler olmak üzere çeşitli rahatsızlık hislerinin oluşmasına; zihinsel ve fiziksel verimin düşmesine neden olur.

Gürültünün, ayrıca, metabolik ve hormonal dengesizliklere, merkezi ve otonom sinir sisteminde aksaklıklara, kan basıncında değişikliklere neden olduğu; psikolojik ve davranış bozuklukları meydana getirdiği gözlenmiştir. Nabız, maruz kalınan gürültüye göre artar veya azalır. Solunum hızı ise, genellikle, artar. Bütün bu

değişikler, otonom sinir sisteminin gürültü uyarılarına karşı bir tepkisi olarak kabul edilir ve korku sonucu meydana gelen değişikliklere benzetilebilir.

Gürültünün psiko-motor performans üzerinde de olumlu-olumsuz etkileri vardır. Bu etkiler, gürültünün şiddetine, karşılaşıma sıklığına, sürekli ya da kesikli oluşuna bağlı olarak değişir. Buna karşın, ortama uygun ve hoş giden bir müzik, çalışanları olumlu yönde etkileyebilir. Çalışma yerlerinde, kişilerin gürültüye karşı gösterecekleri psikik reaksiyonlar ve tutumları, daha çok onların bireysel özelliklerine bağlıdır. Özellikle aşağıdaki durumlarda, gürültünün bireyler üzerindeki etkileri daha fazladır:

- Yeğlinliği 75 dB ve üzerinde olan gürültülerde.
- Frekansı 1000 - 6000 arasında olan gürültülerde.
- Aralıklı (kesikli) olarak gelen gürültülerde
- Başkalarının yarattığı gürültülerde
- Gereksiz yere çıkarılan gürültülerde
- Düşüncesizce meydana getirilen gürültülerde

#### **5.2.1.5. Gürültü ve Verimlilik**

Genelde, devamlı ve yüksek düzeyde gürültülü iş ortamları, iş verimini olumsuz yönde etkilerler. Öte yandan monoton ve çok sessiz ortamlar da uyuşukluk ve uyku hali yaratırlar. Dolayısıyla, sağlık açısından sakıncası olmayacak düzeyde bir gürültü, bir tür uyanıklılık etkisi yarattığından yararlıdır. Nitekim böyle ortamlarda çalışan işgörenlerin reaksiyon zamanlarının oldukça kısa olduğu gözlenmiştir. İş yerlerinde ve laboratuvarlarda yapılan araştırmalarda, gürültülü ortamlarda çalışan insanların başarıları ve incelikli işlerdeki alışkanlıkları olumsuz bir şekilde etkilenmekte ve iş kazaları artmaktadır. Bu tür işlerde çalışanlar üzerinde yapılan incelemelerde aşağıdaki olumsuzluklar saptanmıştır:

- İnsan hatalarına bağlı gecikmeler.
- Aşırı malzeme kayıpları
- Belli uyarılara geç tepki.



- Makine hatalarını zamanında fark edememe

#### **5.2.1.6. Gürültü kaynaklı çeşitli rahatsızlık duyguları**

Gürültünün insanlarda yarattığı rahatsızlık duygusu gürültü türüne ve ortama bağlı olarak farklılık gösterir. Bu farklılığın en önemli nedenleri şöyle sıralanabilir:

- Tiz seslerden oluşan gürültü, pes seslerden oluşan gürültüye oranla daha çok rahatsızlık verir.
- Tek bir arı tondan oluşan gürültü, çeşitli tonlardan oluşan gürültüye kıyasla daha çok rahatsızlık verir.
- Kısa aralıklarla gelen bir gürültü, belirli bir süre için kesintisiz olarak devam edenden ya da günde iki kere duyulandan daha çok rahatsızlık verir.
- Gürültü, ortamın doğal olarak yarattığı seslerin az olduğu gece saatlerinde, daha çok rahatsızlık duygusu yaratır.
- Beklenmedik ve nereden geldiği bilinmeyen gürültüler, kaynağı belli gürültülere kıyasla daha çok rahatsızlık duygusu yaratırlar.
- Gereksiz yere ya da düşüncesizlik sonucunda yapıldığına inanılan gürültüler, daha çok rahatsızlık duygusu yaratır.

#### **5.2.1.7. İşletme içinde gürültüyle mücadele**

İşletme içinde gürültü kontrolü yöntemleri, genel olarak, üç ana grupta incelenebilir:

- Gürültünün kaynakta kontrolü
- Gürültünün kaynakla alıcı arasında kontrolü
- Gürültünün alıcıda kontrolü

Yukarıdaki sınıflandırma, gürültüyü kontrol etmek için, kaynak, yol ve alıcı olarak adlandırılan üç bölgeden hangisinde önlemler alınacağına göre yapılmıştır. Her yaklaşım için, çok değişik yöntemler uygulanabilir. Gürültü kontrolünü, uygulanabilecek yöntemlerin türüne göre de ele almak olasıdır. Konuya bu açıdan bakıldığında, genelde üç ana yaklaşımın olduğu görülür:

- Gürültünün mühendislik uygulamalarıyla kontrolü
- Gürültünün yönetsel (idari) önlemlerle kontrolü
- Gürültünün yasal önlemlerle kontrolü

Tablo 5.2.'de, insanda, özellikle insan kulağında kalıcı bozuklukların oluşmaması için çeşitli gürültü düzeylerinde kalabilme süreleri verilmiştir. Tabloda da görüldüğü gibi, gürültü düzeyi yükseldikçe, insan sağlığına zarar gelmeden çalışılabilecek süre kısalmaktadır. Bu süre, değişik koşullara göre, açık bir şekilde saptanmalıdır. Genel kural şudur: Nispeten sürekli bir gürültü ile karşılaşılan iş yerlerinde, günde 8 saatlik sürekli bir çalışma için 90 dB (A) sınırı geçilmemelidir. Ses şiddetinde iniş-çıkışların bulunduğu iş yerlerinde, bu sesin 8 saatlik sürekli eşdeğer düzeyinin de 90 dB(A)'yi geçmemesi gerekir.

Tablo 5.2. Çeşitli gürültü düzeylerinde kalabilme süreleri [1]

<b>Gürültü Yeğİnliği dB (A)</b>	<b>Maruziyet Süresi</b>
80	32 saat
85	16 saat
90	8 saat
95	4 saat
100	2 saat
105	1 saat
110	30 dakika
115	15 dakika
120	7.5 dakika
125	3.8 dakika
130	1.9 dakika

### 5.2.2. Titreşim

Sanayileşmenin başlangıç dönemlerinde titreşim olayı hiç dikkate alınmamış ve sonuçları üzerinde herhangi bir araştırma yapılmamıştır. Bu gün ise, belirli bir süre titreşim etkisinde kalan kişilerde, kalıcı ya da geçici birçok sakatlıklar, hastalıklar, iç kanamalar, görme bozuklukları gibi birçok rahatsızlıkların görüldüğü bilinmektedir.

Titreşimin, insan üzerinde çeşitli olumsuz etkileri vardır. Özellikle, titreşim frekansı, insan vücudunun ya da çeşitli iç organların özgül titreşim sayısı ile çakışınca, yani rezonans durumunda, titreşimin etkisi büsbütün artar ve nefes darlığından sırt ve baş ağrılarına kadar çeşitli rahatsızlıklara yol açar. Bu nedenle, titreşimlerin kaynağında yok edilmeleri, iletilme ve yayılmalarının önlenmeleri gerekir. Kaçınılamayan titreşimlerin ise, insan vücuduna etkisinin en aza indirilmesi için, frekanslarının, uygun önlemlerle, 20 Hz'in üzerine çıkarılması sağlanmalıdır.

### 5.2.2.1. Titreşimlerle ilgili bazı kavramlar

Frekans: Saniyedeki çevrim sayısı olup birimi Hz'dir.

İvme: Hızın zamana göre türevi alınarak elde edilen bir değer olup birimi  $m/s^2$  dir.

Hız: Yer değiştirmenin zamana göre türevi olup birimi m/s'dir.

Genlik: Sinüzoidal bir çevrimin dalga yüksekliğinin alabileceği en büyük değerdir.

### 5.2.2.2. Titreşimin Ölçülmesi

Titreşime ilişkin büyüklükler, titreşim ölçüm cihazları ile ölçülür. Titreşim ölçümleri aşağıdaki amaçları gerçekleştirmek için yapılır:

- Sallantı frekansının azaltılması
- İvmesi dairesel olan dinamik dengelerin sağlanması
- Makinelerde ve makine gruplarında aranan en düşük titreşim düzeyi koşullarının gerçekleştirilmesi

Uygun yöntemlerle tasarlanmış ve özel amortisörlerle donatılmış ayaklar, titreşime duyarlı araç-gereç ve makinelerin yerleştirilmesinde güvenle kullanılabilirler.

### 5.2.2.3. Titreşim türleri

Titreşimler ortaya çıkış şekillerine göre üç grupta incelenebilirler:

- Sürekli olarak çalışan makine ve gereçlerin yol açtıkları, yoğunluğu önemli ölçüde değişmeyen titreşimler

- Şahmerdan gibi makinelerin ve kayaları parçalamak için kullanılan dinamitlerin yarattığı şok titreşimleri
- Jet motorları gibi kaynaklardan gelen ve ne zaman ortaya çıkacakları kestirilemeyen titreşimler

Sallanan parçalara yerleştirilecek amortisör gibi gereçler, titreşimleri olduğu kadar gürültüyü de azaltırlar. Ses emici malzemenin metal iç yüzeylere kaplanması da titreşimleri azaltabilir. Büro makinelerinin, üzerlerine yerleştirildikleri masaların ya da içlerinde çalıştırıldıkları dolapların yalıtılmalarının temel nedeni, titreşim kaynaklı yakınmaları büyük ölçüde önlemektedir. Titreşimi önlemede en etkili yaklaşım ise titreşim frekansını ve dolayısıyla da yoğunluğunu azaltmaktır. Bu yaklaşımın etkili olabilmesi için de yapılacak ilk şey, daha tasarım aşamasında, titreşimin ölçülerek kontrol altına alınmasıdır.

#### **5.2.2.4 Titreşimin Etkileri**

İnsanların oturduğu yerler, temas ettikleri ya da ellerinde tuttıkları her türlü araç-gereç ve makinenin neden olduğu sarsıntılar, uzun dönemde zararlı etkiler yaratabilmektedir. Bu alanda yapılan araştırmalarda, kinestetik duyu organlarında, kas, bağ ve eklem algılama sistemlerinde, iç kulak denge organında, derinin duyarlı kıl dibi ve deri altı organlarında, alt ve üst etraf kılcal damarlarında, titreşim kaynaklı, zararlı ve kalıcı etkiler saptanmıştır.

Pnömatik (hava basınçlı) aletlerin neden oldukları sürekli titreşimlere ve sarsıntılara maruz kalan işçilerde meydana gelebilecek belirtiler, "titreşim hastalıkları" başlığı altında toplanmıştır. Gerçekten bu gruba giren hastalıkların çoğu, dakikada vuruş sayısı 250 - 4000 arasında değişen pnömatik çekiç, delgi matkabı ve testere gibi otomatik-rotatif aletlerin darbe etkileriyle meydana gelmektedir. İşçi, bu tip aletleri elleri arasında kullanırken, çoğunlukla, dirseğini, omzunu ya da kalçasını dayanma noktası olarak tespit eder. Hava basınçlı aygıtların bir taşıyıcı kasaları yoktur; bu nedenle, beton, taş ve kaya gibi sert maddeleri parçalamaya veya kesmeye yarayan enerjik titreşimler ve sarsıntılar, doğrudan doğruya işgörenin vücuduna geçer. İşgören ellerini uygun bir şekilde tutabilmek için ileri derecelerde ve devamlı şekilde

kas kasılmalarına maruz kalır. Kol kaslarının bu şekilde gerilmesi, ister istemez, kolların üst kısımlarına ve omuzlara da yansiyarak bu bölgelerde de kuvvetli gerilmelere neden olur.

Titreşim hastalıkları grubuna giren başlıca rahatsızlıklar şunlardır:

- Damarların daralması veya genişlemesi
- Kas ve sinir lezyonları.
- Kemik aralarının daralması ( eklem deformasyonu ).
- İç organlarının etkilenmesi.
- Genel bozukluklar.

Yapılan araştırmalarda ve klinik deneylerde, değişik şiddet ve frekanstaki titreşimlerin, göğüs ağrıları ve idrarda kan meydana getirdiği gözlenmiştir. Uzun süre titreşime maruz kalan işçilerde, baş ağrıları, bitkinlik ve yorgunluk yakınmaları belirlenmiştir. Düşük frekanslı titreşimler, gözbebeği ve iç kulakta önemli hasarlar oluşturabilirler. Titreşim, ayrıca, uzak görme netliği kayıplarına, genel denge bozukluklarına, boyun ve sırt ağrılarına ve sindirim bozukluklarına da neden olabilir.

### 5.2.3. Aydınlatma

#### 5.2.3.1. Aydınlatma ile ilgili bazı kavramlar

**Işık yeğinliği:** Bir ışık kaynağının veya bir ışık kaynağı parçacığının, tepe açısı sonsuz küçük ve ekseni verilmiş doğrultudaki koni içine yayımladığı ışık akısının, bu koninin oylum açısına bölümü ile ifade edilen büyüklüktür.

Işık yeğinliği birimi kandil (cd - candela )'dır. Kandil. 10/6 mm' büyüklüğünde siyah bir cisim yüzeyinin, platinin katılma sıcaklığında ve 101325 Newton'luk bir basınç altında, dik yönde yaydığı ışık yeğinliğidir. 1 kandil 4  $\pi$  lümenlik bir ışık akısı yayar,

Işık akısı: Birim zamandaki ışık akış miktarı olup lümen ( lm ) cinsinden ölçülür. Lümen, yeğinliği 1 Kandil olan bir ışık kaynağının 1 steradyanlık oylum açısı içinde saniyede yaydığı ışık akısı miktarıdır.

1 Steradyan: Yarıçapı 1 metre olan bir küre yüzeyinde, kenarları 1 metre olan kare büyüklüğündeki bir alanı küre merkezinden gören oylum açısıdır.

Işıklılık: Parlaklık olarak da bilinir. Belli bir doğrultuda yayılan ışığın yeğinliğinin, bu ışığın üzerine düştüğü yüzey parçasının, verilen doğrultuya dik bir düzlem üzerindeki izdüşüm alanına bölünmesi ile elde edilen bir değerdir, [ışıklık birimi Apostilb (asb ) ya da Stilb (sb)' dir

### **5.2.3.2. Görme organının anatomik ve fizyolojik yapısı**

İnsan gözü, yapı ve işleyiş açısından, bir kameraya benzetilir. Gözün bir merceği, bir diyaframı ( göz bebeği ) ve görüntülerin üzerine düştüğü, ışığa duyarlı bir algılama yüzeyi vardır. Ancak, göz, kamera yapısından önemli ölçülerde farklı ve mükemmel özellikler gösterir. Önce, gözün merceği yerinde sabit durur ve mercek kendi iç ve dış kavislerini ayarlayarak, netlik ayarı yapar. Gözün ışığa duyarlı yüzeyi küresel bir yüzeydir ve duyarlılığı göz yuvarlağının gerisinden ileri doğru giderek azalır. Bu yapı özellikleri ile bile, gözün görme alanı, çoğu kameralardan daha geniştir. Ancak, en net görüntü, gözün bakış alanının tam ortasına rastlar. Gözün diğer bir özelliği de, kameralardan çok daha duyarlı olarak, çok değişik düzeylerde ve hatta karanlıkta bile görme ve uyum yeteneğinin olmasıdır. Gözün de kameralar gibi bir diyafram açma ve kapatma düzeni vardır. Çevre ve yüzey aydınlatmasının düzeyine göre, gözbebeği, açılarak ya da kasılarak, göz içine giren ışık düzeyini ayarlar.

### **5.2.3.3. Aydınlatma şekilleri ve ışık kaynakları**

Aydınlatma şekilleri beş grupta toplanabilir:

- Doğrudan aydınlatma; Reflektörden yayılan ışık akısının en az % 90'nı aşağıya doğru yayılır. Bu nedenle koyu gölgeler yapar ve ekonomiktir. Özellikle tavanı yüksek olan hangar, atölye, depo ve merdivenlerde kullanılır.
- Yarı doğrudan aydınlatma: Işık akısının % 60 - 80' i aşağıya doğru yayılır. Işık kaynağının önüne opak cam, arkasına da mat cam konur. Evlerde, mağazalarda, koridorlarda, duvar ve tavanı koyu renkte olan her yerde tatbik edilir.
- Genel aydınlatma: Reflektörden çıkan ışığın yarısı aşağıya, yarısı yukarıya yayılır. Belirli bir amaç için kullanılmayan mahallerde kullanılır.
- Yarı dolaylı aydınlatma: Işık akısının %20 - 40'ı aşağıya doğru yayılır. Açık renk duvar ve tavanlı yerlerle resim hane gibi yerlerde kullanılır.
- Dolaylı aydınlatma: Reflektörden yayılan ışığın tamamı yukarıya yayılır. Konser salonları, resim sergileri, tiyatro, sinema, müzeler bu sistemle aydınlatılır.

Işık kaynakları çok çeşitli olmakla birlikte, yaygın olarak kullanılan lambalar, akkor telli lambalar, floresan lambalar ve civa buharlı lambalar olmak üzere üç grupta incelenebilirler

#### **5.2.3.4. Çalışma yerlerinin aydınlatılması**

Uygun bir aydınlatma, sadece çalışan insan üzerinde olumlu psikolojik etkinin yaratılması için değil, aynı zamanda, randımanın artması ve iş kazalarının önlenmesi bakımından da gereklidir. Işığın yetersiz olduğu kış günlerinde ve iyi aydınlatılmayan iş yerlerinde kaza frekansları yükselmektedir.

Aydınlatma yetersizliğinde, özellikle koyu renkli maddelerle çalışılan işlerde, görme fonksiyonu üzerine ileri derecede yüklenilmesi nedeniyle, kısa bir süre sonra, yorgunluk belirtileri, görme bozuklukları ve baş ağrıları meydana gelir. Özellikle yaşlıların çalıştığı yerlerde, aydınlanma derecesinin optimal düzeyde bulunması gerekir. 60 yaşındaki bir işçinin 20 yaşındaki bir gence nazaran yaklaşık 2-5 katı daha kuvvetli bir aydınlığa ihtiyacı vardır.

Doğal aydınlatma (Gün ışığı ile aydınlatma): En uygun aydınlatma şeklidir. Endüstride, çeşitli iş şekilleri ve imalat işlemlerinde, pencerelerden ya da çatıdan aydınlatma tekniği ile yeterli aydınlatma sağlayabilir. Böyle bir aydınlatma tercih edildiği zaman, ışığın yönü ve yeğinliği dikkate alınarak, iş istasyonları, makine ve tezgâhların yeri iyi seçilmelidir. Gün ışığı ile aydınlatmada, çalışma yüzeylerinde parlamalar olmaması, işgörenlerin gözlerine doğrudan ve yeğin ışık gelmemesi ve aydınlatma gereksinime göre makine ve işlemlerin yerinin iyi seçilmiş olması gibi temel yaklaşımlar, özenle, ele alınmalıdır.

Endüstride gün ışığı kullanırken temel yaklaşım, bu ışığın tüm işlem alanlarına, olabildiği ölçülerde eşit bir şekilde dağılımını planlamaktır. Bunun için, en uygun aydınlatma yaklaşımının çatıdan aydınlatma olduğu bilinmektedir. Öte yandan pencerelerden gelen ışığın da, zaman zaman dışarı bakarı işgörenlerin gözlerini dinlendirdiği ve dış dünya ile ilişkilerini devam ettirerek, bir açıdan yararlı etkisinin olduğu anımsanmalıdır. Çatıdan aydınlatmalarda, testere tipi çatılarda olduğu gibi, gün ışığının tek bir yönden geldiği düzenlemelerden kaçınılmalıdır.

Gün ışığı ile aydınlatmanın en önemli sorunu, ışık şiddetinin gün boyu değişik düzeylerde olabilmesi ve mevsim değişikliklerinde, Önemli yeğinlik farklarının söz konusu olmasıdır. Bu tip aydınlatma projelerinde, normal koşullarda sağlanan aydınlatmanın belli ölçülerde düşüşü normal kabul edilir. İş istasyonlarının ve tezgâhların, ışığın yayılma doğrultusuna paralel yerleştirildiği işyerlerinde, aydınlatma düzeyinin yarısına kadar düşmesi pek önemli bir aydınlatma kaybı olarak kabul edilmez. Ancak, temelde, gün ışığı aydınlatması, normal düzeyin % 70'ine indiğinde, daha aşağı bir aydınlatma koşulunun oluşmaması için önlemler alınmalıdır.

Pencereler için aşağıdaki öneriler dikkate alınmalıdır:

- Yüksek pencereler, alçak pencerelerden daha etkilidir. Bu durumda, ışık odaya daha fazla girer. Kapı ve pencerelerin eşikleri 30 cm'den daha yüksek olmamalıdır.
- Pencere eşikleri en az masa yüksekliği seviyesinde olmalıdır. Daha düşük eşikler, kışın odaların çabuk soğumasına ve parlamadan dolayı bazı problemlerin ortaya çıkmasına neden olabilir.



- Pencereden çalışma yerine kadar olan uzaklık, pencere yüksekliğinin iki katından daha büyük olmamalıdır.
- Bütün pencere alanı ile zemin alanı arasındaki 1/5'lik bir oran çalışma odaları için de uygundur. Ancak, bu, bazı durumlar için, çok genel bir prensiptir.
- Pencere camı vasıtasıyla, ışığın, etkin olarak iletilmesi sağlanmalıdır. Bu durum, gün ışığı aydınlatması için gereklidir. Şeffaf ( saydam ) cam, % 90'dan daha fazla bir şeffaflığa sahiptir. Buzlu cam, cam tuğlaları veya güneş ışığından yayılan sıcaklığı süzmek için kullanılmış cam levhalar, % 30- 70'lik şeffaflık değerlerine sahiptirler.
- Direkt gün ışığına bağlı göz kamaşmalarına ve sıcaklık yayılmasına karşı iyi bir görüş ve termal çalışma ortamı sağlayacak önlemler alınmalıdır. En etkin metot, pencereleri dıştan gölgelemektir. Bunun için, özellikle jaluziler ve uzun perdeler uygundur. Çift pencereler arasındaki veya pencere içindeki jaluziler, sıcaklık yayılmasına karşı bir koruma istemezler.
- Her pencere, güneş ışığını direkt olarak içeriye taşınmalıdır ve bütün pencereler, çalışma yerinden gökyüzünü rahatça görebilecek bir konumda olmalıdır.
- Binalar arasındaki mesafeler, binaların yüksekliklerinden, en azından iki kat daha büyük olmalıdır.
- Daha yüksek bir gün ışığı faktörü elde etmek için. avlular ve çalışma odaları açık renkte olmalıdır.

Yapay aydınlatma: Gün ışığından yeter derecede faydalanılamayan yerlerde, çalışma koşullarına uygun yapay aydınlatmaya başvurulur. Son yıllarda, bazı işletmeler, pencereleri ortadan kaldırmış, klimalı ve sadece yapay aydınlatma sistemi ile ışıklandırılmış kapalı bir çalışma sistemini benimsemişlerdir. Böyle bir tercihin başlıca nedeni, bu sistemin ileri derecede homojen çalışma koşulları sağlamasıdır. Fakat doğal ışığın küçümsenmeyecek derecede olumlu psikolojik etkileri olduğu unutulmamalıdır. İnsanda doğal aydınlığa karşı gerçek bir ihtiyaç mevcuttur. Doğal ışığın bu önemi, gece ve gündüzleri, aylarca devam eden kutup bölgelerinde açık olarak görülür. Bu bölgelere giden araştırma gruplarının raporlarında, daima, doğal ışık eksikliğine ve meydana getirdiği zararlı etkilere değinilmiştir. Kutup bölgelerinin, yerleşim bölgeleri olarak kullanılmamasının başlıca nedeni, soğuktan çok, sürekli bir karanlığın aylarca devam etmesidir.

Yapay aydınlatma ile büro ve atölyelerin ışıklandırılması, yapılan işin türüne ve odalarına büyüklüğüne göre üç şekilde yapılabilir:

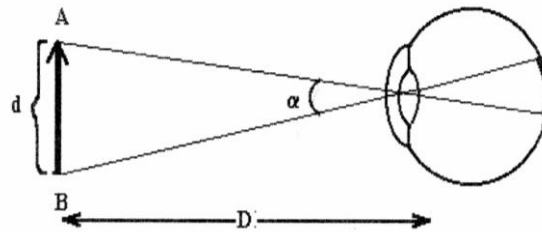
- Genel Aydınlatma.
- Genel aydınlatma ile desteklenen kısmi aydınlatma.
- Kısmi aydınlatma

### 5.2.3.5. Aydınlatma düzeyinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi

Bir cismin iyi görünmesine etki eden başlıca etmenler şunlardır:

- Cismin görünüm açısı
- Cisim ile zemin arasındaki kontrastlık
- Zeminin ışıklılığı
- Cisme bakış süresi
- Renk
- Gölge
- Zemin yapısı
- Cismin karmaşık olması

Cismin görünüm açısı: Şekil 5.1'den görüleceği üzere, gözün baktığı cismin birbirinden en uzak iki noktasını gözün optik merkezine birleştiren doğruların arasında kalan açığa "görünüm açısı" adı verilir. Bakılan cismin görülebilmesi için bu açı en az 1' olmalıdır.



Şekil 5.1. Görünüm açısı [1]

İş türlerine göre gerekli aydınlatma şiddetlerinin hesaplanma yöntemleri: Aydınlatma şiddeti, gözün görme gücüne etki eden bir faktördür. Aydınlatma şiddeti arttıkça, gözün görme gücü de artmaktadır. İyi bir görme işlemi için gereken aydınlatma şiddetini hesaplariken, göz önüne alınması gereken en Önemli faktörleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Üzerinde çalışılan eşya ve işin boyutları
- Eşya ile zemin arasındaki kontrastlık
- Zeminin ışığı yansıtma gücü
- Görme için gereken bakma süresi

Bir işi yeterince görebilmek için gereken aydınlatma şiddetinin belirlenmesinde birçok yöntem mevcuttur. Bu yöntemlerden tanınmış olan birkaçı aşağıda açıklanmıştır:

Eşik yöntemi: Bu yöntemde göre, işyeri öyle bir şekilde aydınlatılmalıdır ki, işçi, işin kendisinden istediği görüş keskinliğinin üç katı görüş keskinliğine, o koşullar altında sahip olsun.

Başarı yöntemi: Bu yöntem uygulanırken, ilk aşama olarak çalışılan yer, yüksek bir aydınlatma şiddeti ile aydınlatılır ve bu yüksek aydınlatılma seviyesinde, bir işin en iyi şekilde yapılabilmesi için geçen süre % 100 başarı olarak nitelendirilir. Bu değer referans alınarak, istenilen başarı düzeyine göre gerekli olan aydınlatma şiddetleri hesaplanır.

Kıyaslama yöntemi: Bu yöntemde, aydınlatma şiddetleri gözle kıyaslama yapılarak belirlenmektedir. Aydınlatma şiddeti bilinen bir yüzey referans alınır ve diğer yüzeyler ile bu yüzey aydınlatma şiddetleri bakımından, göz ile kıyaslanarak diğer yüzeylerin aydınlatma şiddetleri belirlenir.

Aydınlatma düzeyini ölçme cihazları: Lüksmetre, ışık enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren bir fotoelektrik pil ile bir mili ampermetreden oluşur. Lüksmetre üzerinde çeşitli düzeydeki aydınlatma şiddetlerini ölçmeye yarayan birkaç ölçü aralığı vardır. Aydınlık şiddeti ölçülecek bir yüzeyin lüksmetre ile ölçümünü yaparken,

lüksmetrenin detektörü, söz konusu olan yüzeye doğru çevrilir. Lüksmetrenin üzerinde bulunan düğme yardımıyla uygun ölçü aralığı seçilir ve göstergeden lüks olarak aydınlatma şiddeti okunur.

#### **5.2.3.6. Aydınlatmada kullanılan ışıklık türleri ve ışıklık seçimi**

"Işıklık, lambaların ışığını dağıtmaya, süzmeye ya da değiştirmeye yarayan ve lambaların takılması, korunması ve elektrik bağlantılarının yapılması için gerekli olan bütün parçaları olan bir aygıttır.

Aydınlatma için kullanılacak olan ışıklığın seçimi, ışıklığın maliyeti ile yakından ilgilidir, ancak asıl önemli olanın, iyi bir görme performansının ve görme konforunun sağlanması olduğu unutulmamalıdır.

Kullanılan ışıklık, mekanik ve elektrik bağlantıları açısından iyi yapılmalı ve yerel elektrik şebekesi ile uyumlu olmalıdır, ışıklıkların yerleştirilmeleri, kullanımları ve bakımları kolay ve tehlikesiz olmalıdır.

Makinelerin veya çalışanlarla doğrudan ilişkili olan materyal ve araçların aydınlatılmasında, el lambalarının elektriksel açıdan güvenilirlikleri çok önemlidir. Bu yüzden, buralardaki aydınlatmada, 50 voltun altında bir gerilim kullanılması tavsiye edilmektedir. Eğer işyeri havasında yanıcı, tutuşucu gaz ve buharlar mevcut ise, buraların aydınlatma sisteminde özel ışıklıklar kullanılmalıdır

#### **5.2.3.7. İyi bir aydınlatma düzeninin özellikleri**

İyi bir aydınlatma için, aydınlatmanın yeterli yeğinlikte olması tek koşul değildir. Bunun yanında, bir işyerinin aydınlatma düzeni başka koşulları da içermelidir. Bu koşullar şöyle sıralanabilir:

- Kullanılan ışığın niteliği uygun olmalıdır: Uzmanlar, en iyi ışığın beyaz ışık (gün ışığı) olduğunu belirtmektedir. Bu nedenle beyaz ışıktan, olanaklar elverdiğince

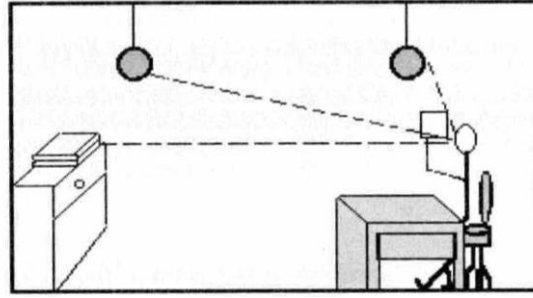
yararlanmak gerekir. Gün ışığının yetersiz kaldığı durumlarda ve gece çalışmasında, gün ışığına benzeyen ışıklardan yararlanılmalıdır.

– Aydınlatma tekdüze olmalıdır: Çalışılan yüzeyin her yanındaki aydınlatma düzeyi eşit olmalıdır. Tek düzelik sağlanmazsa, göz değişik aydınlatma düzeylerine kendini uyumlamak için çaba harcayacağından çabuk yorulacaktır. Tek düzeliği sağlamak için yaygın ışınlar veren ışık kaynakları kullanmak ve bunları birbirine yakın yerleştirmek gerekir.

– Aydınlatma durağan olmalıdır: Aydınlatmanın diğer bir koşulu durağan, yani sabit olmasıdır. Işık kaynağı titreşim yapmamalıdır. Titreşime, ışık kaynağının parlaklığındaki hızlı değişime sebep olduğundan, göz bu hızlı değişikliklere uyabilmek için aşırı çaba harcar ve çabuk yorulur. Akkor telli lambalar titreşim yapmazlar. Floresan lambaların ışınlarıysa, titreşim yaparlar. Bu titreşmeyi ikili veya üçlü bağlantılarla yok etmek mümkündür.

– Aydınlatma göz kamaşmasına neden olmamalıdır: Işık kaynağının, göz kamaşmasına neden olmaması için, görme alanı içine düşen ışık kaynaklarının maskelenmesi gerekir. Bu maskelenmenin, lambayı tamamen kaplayacak biçimde olmasına özen gösterilmelidir.

Göz yorgunluğuna ve başarının düşmesine neden olan göz kamaşması maskelenmemiş, yüksek güçlü ışıkların yanlış yerleştirilmesinden kaynaklanır. Özellikle duyarlı görmenin gerektiği ince işlerde, göz kamaşması ciddi yakınmalara neden olur. Bir ışık kaynağının göz kamaşmasına yol açıp açmadığını anlamak için basit bir test uygulanır (Şekil 5.2). Çalışma pozisyonundaki bakış doğrultusuna yerleştirilmiş bir eşyaya bakılır ve ışık kaynağı bir kartonla maskelenir. Eğer, bu durumda bakılan eşyanın ayrıntıları daha iyi seçiliyorsa ışık kaynağı göz kamaşması yapmıyor demektir.



Şekil 5.2 Göz kamaşmasını saptamaya yarayan basit bir test [1]

Göz kamaşması, dolaylı ve dolaysız göz kamaşması olarak ikiye ayrılır. Dolaylı göz kamaşması, ışık kaynağından gelen ışınların parlak bir yüzeye çarparak yansması ve bu yansıyan ışınların göze gelmesiyle oluşan kamaşmadır. Bunu önlemek için, ışık kaynaklarını tavana çok yakın yerleştirmemek, yaygın ışık veren ışık kaynakları kullanmak ve eşyaları mat renklere boyamak gerekir. Dolaysız göz kamaşması, doğrudan doğruya ışık kaynağından gelen ışınların gözde neden oldukları kamaşmadır. Örneğin, karşıdan gelen bir otomobilin farlarının yaydığı ışınların neden olduğu göz kamaşması vb. gibi... Bu tür göz kamaşmasından sakınmak için ışık kaynağını, bakış çizgisinin  $60^\circ$  üstüne yerleştirmek gerekir. Ayrıca yaygın ışık veren ışık kaynakları kullanmak ve bunları maskeleyerek yararlı olur.

– Çalışılan yüzeye gölge düşmemelidir: Çalışılan yüzeyde görmeyi güçleştirecek aşırı gölgelerin oluşmaması için ışık kaynaklarının doğru yerleştirilmesi, ayrıca ışık kaynaklarının ışığın bir kısmını tavana ve duvarların üst bölgelerine dağıtacak türde lambalıkların içine konması gerekir.

#### 5.2.4. Çalışma ortamı iklimi

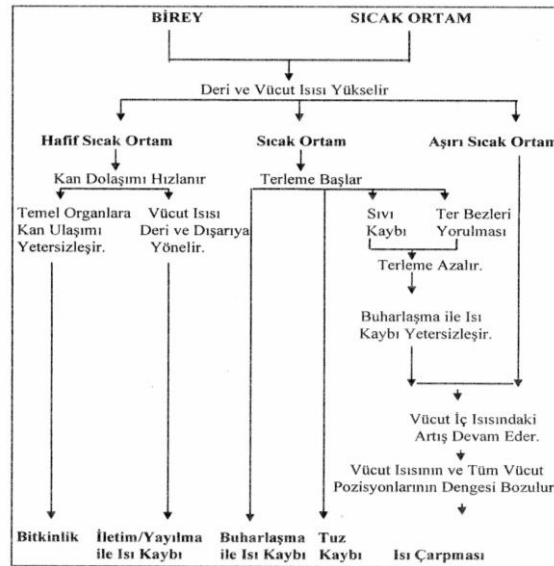
Çalışma ortamları, çalışanların büyük çoğunluğunun, sıcaklık, radyant ısı, nem ve hava akımı gibi iklim koşulları açısından, gerek bedensel, gerekse zihinsel faaliyetlerini sürdürürken, belirli bir rahatlık içinde olmalarını sağlayacak nitelikte olmalıdırlar.

Çalışma ortamı iklimini etkileyen faktörlerden en önemlileri ortam sıcaklığı, ortamdaki nem düzeyi, hava akımı, radyant ısı kişinin giyinme ve metabolizma düzeyleridir. Bunlardan son ikisi tasarımcının kontrolü dışındadır. Diğerleri ise, birtakım düzenlemelere bağlı olarak, tasarımcı tarafından kontrol altında tutulabilir.

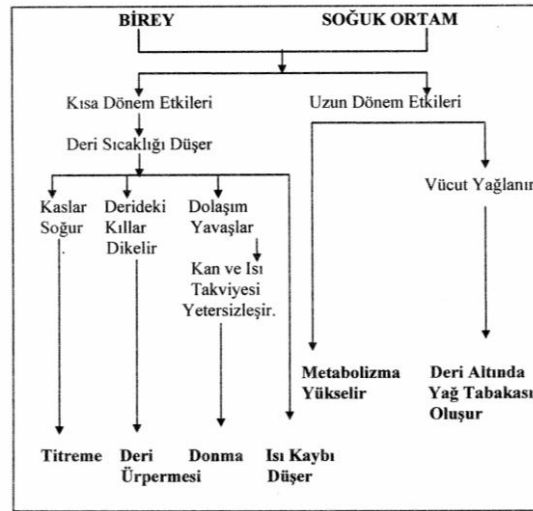
#### 5.2.4.1. Ortam sıcaklığı

Çalışma ortamındaki sıcaklığın aşırı yüksek ya da düşük olması, çalışanların uyumunu, buna bağlı olarak da sağlığını ve verimini etkiler. Aşırı sıcaklık uyku hali ve yorgunluğa yol açarken, aşırı soğuk da dikkatin azalmasına, bedensel ve zihinsel verimin düşmesine neden olur. İnsanın işinde sağlıklı ve verimli olarak çalışabilmesi için vücut sıcaklığının belli sınırlar içinde olması gerekir. Vücut sıcaklığı da, büyük ölçüde ortam sıcaklığına bağlı olduğundan, ortam sıcaklığının da belli sınırlar içinde olması, doğal olarak kaçınılmazdır.

Sıcaklığın insan üzerindeki etkisi, çalışılan ortamdaki nem durumu, çalışanın yaşı, cinsiyeti ve giyinme durumu gibi faktörlere bağlı olup bunların bir birleşik etkisi şeklindedir. Kişiler, dayanabileceklerinden daha sıcak ya da daha soğuk bir ortamda çalışmak zorunda kaldıklarında, bu ortamların kişiler üzerindeki olası etkileri, sırasıyla, Şekil 5.3 ve Şekil 5.4'de gösterilmiştir.



Şekil 5.3. Sıcak ortam etkileri [1]



Şekil 5.4. Soğuk ortam etkileri [1]

Bu etkilenmeler dikkate alındığında, yüksek sıcaklık nedeniyle ortaya çıkabilecek başlıca rahatsızlıklar şöyle sıralanabilir:

- Vücut ısı dengesinin bozularak vücut sıcaklığının  $41^{\circ}$  C'ye kadar yükselmesi sonucu oluşan ısı çarpması.
- Aşırı yüklenme sonucu, tansiyon düşüklüğü ve baş dönmesi şeklinde ortaya çıkan ısı yorgunluğu.
- Vücut direncinin düşmesi
- Aşırı terleme ve tuz kaybı nedeniyle oluşan ısı krampları.
- Çalışma veriminin düşmesi.
- Kaşıntıya yol açan kırmızı lekelerin oluşması.
- Moral bozukluğu.
- Aşırı duyarlılık ve endişe
- Konstrasyon bozuklukları.

Soğuk ortam koşulları da, sıcak ortam koşulları kadar sorun yaratmamakla birlikte, verimin önemli ölçüde düşmesine; hata oranının ve kazaların artmasına; ürperme, titreme ve hatta donmalara kadar varan çeşitli olumsuzlukların ortaya çıkmasına neden olurlar



Birey, çalışma ortamındaki değişikliklerin doğrudan etkisi altındadır. Optimum çalışma ortamından sıcak bir ortama geçişte bu değişiklikler;

- Vücut yüzeyine doğru kan akışının artması,
- Deri sıcaklığının yükselmesi,
- Vücut iç sıcaklığının düşmesi.
- Terlemenin başlaması şeklinde sırlanabilir.

Bu değişiklikler karşısında bünye, terlemeyi arttırarak ve vücut yüzeyine doğru daha çok kan pompalayarak ısı dengesini korur. Optimum çalışma ortamından soğuk bir ortama geçişte de bazı değişiklikler söz konusudur. Bunlar da;

- Derinin soğuması,
- Kanın iç organlara doğru çekilmesi,
- Vücut iç ısısının yükselmesi,
- Hafif ürperme ve titreme,
- Dikkatin ve çalışma veriminin düşmesi
- Beslenme ve enerji gereksiniminin artması

### **5.3. Çalışma Ortamında Kimyasal Faktörler**

Bugün, endüstride çalışanların sağlığını büyük ölçüde etkileyen binlerce kimyasal madde kullanılmaktadır ve bu sayı endüstrinin gelişmesi ile her geçen gün artmaktadır. Her yıl yaklaşık olarak 500 yeni kimyasal maddenin kullanıma girdiği ve bu maddelerin çok azının insan sağlığı üzerindeki etkilerinin tam olarak anlaşılabilirdiği düşünülürse kimyasal faktörlerin önemi daha iyi anlaşılır.

İşyerlerinde sağlığa zararlı olan kimyasal faktörleri kabaca şu şekilde sınıflandırabiliriz:

- Tozlar
- Gaz ve Buharlar
- Çözücüler

### 5.3.1. Tozlar

Tozlar, çeşitli organik ve anorganik maddelerden, aşınma, parçalanma, ufalanma, yanma sonucu oluşan ve kimyasal özellikleri, kendisini oluşturan maddenin özelliklerine benzeyen maddelerdir. Tozlar, kimyasal kökenine göre iki gruba ayrılır:

#### Organik Tozlar:

- Bitkisel kökenli tozlar (pamuk tozu, tahta tozu, un tozu, saman tozu vs.)
- Hayvansal tozlar (tüy, saç vs.)
- Sentetik bileşenlerin tozları (DDT, Trinitrotoluen vs.)

#### Anorganik Tozlar:

- Metalik tozlar (demir, bakır, çinko vb.)
- Metalik olmayan tozlar (kükürt, kömür tozu)
- Kimyasal bileşiklerin tozları (çinko oksit, manganez oksit gibi)
- Doğal bileşiklerin tozları (mineraller, killer, maden cevherleri, vs.)

Çeşitli iş koşullarında ve işyerlerinde toz sorunu ile karşılaşılmaktadır. Bunlar arasında, maden işletmeleri, taş ocakları, çimento, demir ve metal sanayi en başta gelenlerdir. Toz oluşmasına neden olan başlıca işler:

- Yeraltında, delik delme, üretim, ateşleme, nakliyat, kalifikasyon;
- Yerüstü işyerlerinde ise, kırma, öğütme, eleme, ayırma, karıştırma, kurutma, fırınlama, eritme, nakliyat, depolama ve yüzeylerin işlenmesi gibi işlerdir.

Toz, çeşitli büyüklükteki katı taneler için kullanılan genel bir sözcüktür. Tane büyüklükleri 300 ile 0,1 mikron arasında değişir. Solunan tozların tane büyüklükleri ise 60 mikronun altındadır. Büyüklüklerine göre solunum sisteminin çeşitli kısımlarında tutulurlar.

Büyükükleri	Tutuldukları Bölge
> 10 Mikron	Geniz bölgesi
5-10 Mikron	Gırtlaktan akciğere kadar bölge
0.5- 5 Mikron	Girer ve çıkarlar

Dolayısıyla, sağlık açısından en önemli olanlar "ince tozlar" adını verdiğimiz 0,5-5 mikron arasında büyüklüğe sahip tozlardır. Bu tozlar solunum yoluyla alveollere kadar ulaşarak akciğer toz hastalıklarına neden olurlar. Ancak vücudun korunma mekanizması çok güçlü olduğundan alveollere kadar ulaşan ve buralarda depo edilen tozların bir kısmı zamanla solunum, salgı gibi, akciğerlerin kendi kendini temizleme özelliğine bağlı olarak elimine edilir. Geriye kalan kısmı ise akciğerlerde birikerek 10-20 yıl gibi bir süre sonra akciğer rahatsızlığına neden olurlar.

Biyolojik etkileri açısından tozlar şöyle sınıflandırılabilir:

- Fibrojenik tozlar: Bazı maddelerin fibrojen (lif) kapasitesi olan toz partikülleri, bulunduğu ve akciğerlere biriktiği zaman akciğerlerde fibrotik şişler meydana gelir. Ciğerleri yavaş yavaş tahrip ederek işçinin çalışmasını zorlaştırır ve ömrünü kısaltır. Bu tür tozların en belirgin örnekleri silis, asbest, talk, alüminyumdur. Bu tozlar sırasıyla silikosiz, asbestoz, talkoz, aliminoz adı verilen rahatsızlıklara yol açarlar. İşçinin hastalanmasında, bu tozların ortamdaki konsantrasyonları, maruziyet süresi, bünyenin dayanıklılığı gibi faktörler etkilidir. Bu nedendir ki özellikle yeraltında, kömür madenlerinde çalışan işçiler, birer ay ara ile dinlenmeye alınırlar.
- Toksik tozlar: Vücuda alındıklarında çeşitli organlar üzerinde (sinir sistemi, karaciğer, böbrekler, mide ve bağırsaklar, solunum organları, kan yapıcı organlar gibi) kronik veya akut zehir etkisi yapan tozlar bu sınıfa girerler. Kurşun, kadmiyum, mangan, gibi ağır metal tozları bu grubun en belirgin örnekleridir. Kadmiyum, böbreklerde; mangan merkezi sinir sisteminde toksik etkiye sahiptir. Kurşun tozları ise kan sistemi, sinir sistemi, renal sistem ve sindirim sistemi gibi pek çok sistem üzerinde toksik etkiler gösterebilir.
- Kanserojen tozlar: Çeşitli iç e dış faktörlere bağlı olarak insanlarda kansere yol açabilen tozlardır. Beslenme, yaşama koşulları, çevre kirliliği, mesleki etkiler gibi faktörlerin kanser oluşumuna rolü bulunduğu düşünülmektedir. Bugünkü bilgilere

göre kanserojen olduğu saptanmış tozlar şunlardır: Asbest, arsenik ve bileşikleri, berilyum, kromatlar, nikel ve bileşiklerinin tozları.

– Radyoaktif tozlar: Hava içinde toz halinde bulunan radyoaktif maddelerin yaymış oldukları iyonize ışınlar, insan organizmasının hücre ve dokularında hasar yapar, ur oluşumlarına ve genetik bozukluklara neden olurlar. Bunların en önemlileri, uranyum, toryum, seryum ve zirkonyum bileşikleri, trityum ve radyum tozlarıdır.

– Alerjik tozlar: Duyarlı kişilerde ateş, astıma, dermatitler gibi çeşitli alerjik reaksiyonlara yol açabilen tozlardır. Çeşitli bakteri, maya, küf ve polenler böyle bir etki gösterilebilirler. En bilineni çiftçilerde görülen alerjik alveolitistir. Pamuk, keten, kenevirle çalışanlarda, dokuma fabrikası işçilerinde görülen bisinoz; fırıncılarda un nedeniyle görülen bronşialastma (nefes darlığı) alerjik tepkilerdir. Ağaç tozları da bu grupta yer alırlar.

– İnert Tozlar: Bu tür tozlar, vücutta birikebilen, fakat fibrojenik ve toksik etkileri olmayan tozlardır, Solunan ve çöken partiküller, ya nefes alma işlemi ile solunum sisteminin kendi kendini temizlemesi yoluyla vücuttan çıkarlar veya, en kötü durumda, akciğerlerde patolojik (doku bozuklukları) etkiler yaratmadan daimi bir birikim meydana getirirler. Kömür tozu, demir tozu, baryum bileşikleri tozu, magnezyum oksit, kireçtaşı, mermer, alçı taşı tozları ve tütün tozu bu gruba örnektir.

### 5.3.2. Gaz ve buharlar

İşyeri ortamında işçi sağlığını etkileyen kimyasal faktörlerden birisi de gaz ve buhar halindeki maddelerdir. Bu konuyu incelemeden önce gaz ve buharların tarifini yapmak uygun olacaktır.

Gaz deyimi 20°C sıcaklık ve 760 mm. civa basıncında (1 Atm.), fiziksel olarak gaz halinde olan maddeyi kapsar. Aynı sıcaklık ve basınçta sıvılaştırılabilen madde haline ise buhar adı verilir. Gazların sıvılaştırılması için yüksek basınç ve düşük sıcaklığın birlikte uygulanması gerekir. Gaz ve buharlar da biyolojik etkilerine göre dört grupta toplanır. Ancak, bazı gaz ve buharlar, aynı zamanda, birkaç grupta yer alabilir:

Boğucu Gazlar: Kendi içinde iki alt gruba ayrılır.

- Basit boğucular: Bu tür gazların fizyolojik etkisi yoktur. Havadaki oksijenin yerini alarak veya oksijenin konsantrasyonunu yaşam için yeterli olmayacak bir seviyeye düşürerek boğucu etki gösterirler. CO<sub>2</sub>, metan, etan, propan, bütan, hidrojen ve azot bu grup içinde yer alan gazlardır.
- Kimyasal boğucular: Kimyasal etkileri ve vücutta bazı kimyasal reaksiyonlara girmeleri ile boğucu etki gösterirler. En tipik örnekler, karbonmonoksit, hidrojen siyanür ve hidrojen sülfürdür.

İritan gazlar: Suda çözülme özellikleri dolayısıyla üst solunum yolları ve akciğer dokusu ile temas ettiklerinde, bu dokularda tahrişe yol açarlar. Amonyak, kükürtdioksit, klor, fosgen, azot oksitleri ve asit buharları bu grubun örnekleridir. Bu gaz ve buharlar vücudun nemi içinde çözünerek tahriş edici özellikler kazanırlar.

Sistemik Zehirler: Akciğer zarları üzerine tesir ederek veya tesir etmeksizin dolaşıma giren bazı gaz ve buharlar, belirli sistemler üzerine toksik etki yapar. Benzen buharları kemik iliğini etkiler. Kurşun buharları kan sistemi üzerinde toksiktir. Karbon sülfür ve hidrojen sülfür sinir sistemini etkileyerek, pişik ve nörolojik bozukluklara yol açar. Pek çok metal buharı da çeşitli zehirlenmelere yol açabilir. Civa, kadmiyum, mangan, arsenik gibi metallerin buharları çeşitli organlar üzerinde toksik etkiye sahiptir.

Narkotik Uyuşturucu Buharlar: Genellikle sistematik etki göstermeden, çalışan kişilerde bir uyuşukluk hali yaratır ve uyku verirler. Kişilerin dikkatinin dağılmasına neden oldukları için, kaza yapma eğilimlerini arttırırlar. İşyerlerinde yağ temizleme işlerinde kullanılan bazı çözücülerin buharları (örneğin, toluen, triklor etilen buharları, vb.) bu gruba girer.

### 5.3.3. Çözücüler

Çözücüler hem buharlarının solunmasıyla işçiler üzerinde etkili olabilmekte, hem de deri yoluyla temasta endüstriyel dermatitlere yol açabilmektedir. Fenol, nitrobenzen gibi bazı çözücüler ise. deri yoluyla absorbe edilerek, vücutta toksik etkiler

göstermektedirler. Meslek hastalıkları içinde en sık rastlanılanlar endüstriyel dermatitlerdir. Çok değişik endüstri dallarında ortaya çıkarlar. Çözücüler etkilerine göre iki grupta incelenebilirler:

- Primer tahriş ediciler: Deri hastalıklarının %80'i bu tip maddelerden ileri gelir. Temas ettikleri deri yüzeyinin yağını alarak dış etkilere karşı korunmaz hale getirirler ve tahrişe sebep olurlar. Sert sabun, deterjan, asit ve alkaliler, reçineler, yağlan temizlemede kullanılan birçok çözücüler bu gruba girerler.
- Alerjen Maddeler: Deri hastalıklarının %20'si bu tür maddelerle temas sonucu olur. Bu tip maddelere ilk temasta bir etki görülmez. Ancak zamanla bünyede alerjik tepkiler oluşabilir. Kömür katranı türevleri, azot boyalan bu gruba örnektir

#### **5.4. Psikolojik Faktörler**

İnsanlar, merkezi sinir sistemleri sayesinde, çevreleriyle sürekli bir iletişim içindedirler ve iş ortamlarında karşılaştıkları sorunlara, kendi zekâ ve becerileri ölçüsünde çözümler getirmeye çalışırlar. Kişiler bu etkileşimler sırasında, çoğu daha önceki kısımlarda incelenen fiziksel ve kimyasal sorunlar olmak üzere çeşitli ortam koşullarına, az bir kısmı da, kendi kişisel durumundan kaynaklanan çeşitli psikolojik yüklenmelere maruz kalırlar. Bu psikolojik yüklenmeler sonucu, kişilerin işlerine ve işyerindeki arkadaşlarına uyumları güçleşir, iş hevesleri azalır, iş kazaları ve devamsızlıklar artar. Psikolojik yüklenmelerin oluşmasında, işyerindeki dağınıklığın ve çeşitli sosyal huzursuzlukların da önemli katkıları vardır. İşçiler üzerinde çeşitli psiko-sosyolojik araştırmalar yapan Mayo, işçilerin çalışma ortamındaki davranışlarını ile ilgili olarak şu gözlemleri yapmıştır:

- Sanayide iş, bir grup etkinliğidir.
- Ergin bir insanın sosyal faaliyetleri, genellikle, kendi işi ve uğraşı çerçevesinde devam eder.
- İnsanlar, kendilerine önem verildiğini, güvenliklerinin sağlandığını ve çalıştıkları yerde bir yer ve kişilik kazandıklarını hissettikleri takdirde çalışma verimini arttırırlar.

- İşçilerin şikâyet ve sızlanmaları her zaman akılcı ve objektif nedenlere dayanmayabilir.
- İşçilerin verim ve başarıları, onların sosyal entegrasyonu ile yakından ilgilidir.
- İşçilerin sosyal çevresi ve yakın ilişkide olduğu arkadaşları onların her türlü davranışlarını etkiler.
- Belirli bir sosyal statüden yeni bir çevreye giriş, genellikle, uyum güçlüklerine neden olur.
- Grup işbirliği kendiliğinden oluşmaz, bu nedenle teşvik edilmelidir.

Psikolojik Faktörlerin neden olduğu başlıca olumsuzluklar şunlardır;

- Bıkkınlık: Mental yorgunluk ve isteksizlik şeklinde ortaya çıkar. İnsanların anlama ve kavrama güçlerini azalttığı, tepki zamanlarının uzamasına yol açtığı için endüstriyel açıdan çok önemlidir. Bıkkınlığın başlıca nedenleri şunlardır:
  - Yapılan işin monoton oluşu.
  - İdarede disiplin eksikliği ve sık görülen idari hatalar.
  - İşçi gereksinimi ile işçi sayısı arasındaki dengesizlik.
  - İşe alma ve işe özendirme için teknik önlemlerin yetersizliği.
  - İşçi seçme ve başarılı işçileri değerlendirme tekniklerinin ihmal edilmesi.
- Devamsızlık: Gerçekten önemli bir sağlık sorunları olmadığı halde, kendilerini sağlıksız hisseden ya da sağlık muayenesini bahane ederek, bir süre işinden kaçmayı fırsat bilen işçiler olabilmektedir. Bu konuda yapılan bir araştırma, işçilerin işten uzak kalmalarının en önemli nedeninin, işyerindeki psiko-sosyal ortam ve aile yaşantısı olduğunu ortaya çıkarmıştır. İncelenen 30.000 kadının % 23,3'nün ruhsal bunalımlar sonucu işe gitmedikleri saptanmıştır. İşçilerin devamsızlık nedenleri incelendiğinde aşağıdaki stres faktörleri saptanmıştır.
  - Aşırı çalışma süreleri.
  - Çok sık iş değiştirmeler.
  - İşini sevmeme.
  - İşini sıkıcı bulma.
  - Zekâ ve beceriyi zorlayıcı işlerde çalışma.

- Pek kolay işlerde çalışma.
  - İçine kapanıklılık.
  - Ailevi sorunlar yaşama.
- İşe ya da İşyerine Uyumsuzluk: Stresin, genelde, insanın işine ya da işyerine uyumsuzluğundan kaynaklandığı düşünülürse, böyle bir uyumsuzluğun yol açacağı gerginlikler, hem organik hem de ruhsal yıpranmalara neden olur. Stres faktörleri olarak tarif edebileceğimiz bu faktörlerin en önemlileri şunlardır:

Ağır iş yükü;

- Çok iş
- Çok işlem
- Yetersiz süre
- Aşırı tekrar ve tekdüzelik
- Dikkatin dağılmasına neden olan etmenler

Hafif ve monoton işler;

- Yaratıcılığı dışlayan monoton işler
- Sosyal izolasyona neden olan işler
- Otomasyon

Rol karmaşası;

- Aşırı sorumluluk
- İdari kademedeki sürtüşmeler
- Beklentilerin karşılanmaması nedeniyle oluşan hayal kırıklığı

Kontrolün elden kaçması;

- Kendisi ile ilgili kararlarda yönetimi etkileyememe
- Adam yerine konmama

Sosyal destek eksikliği;

- Amirlerinden ve çalışma arkadaşlarından destek görememe
- Sosyal ilişkilerde kopukluk



- Yalnızlığa itilme

Sağlıksız çalışma ortamı;

- İş görenin sağlık ve güvenliğinin tehlikede olması
- Fiziksel ve kimyasal zararlılar

– İş Hevesi Kaybı: İş hevesi kaybı, daha çok, temel amaçlarını işgörenlerine tam olarak anlatamamış, idarede ve ücretlendirmede eşitlik ilkesinden uzaklaşmış, örgütlenmede ve kişisel ilişkilerde düzensizlikler ve kopukluklar yaşayan işletmelerde görülür. Bu konu. başta Taylor olmak üzere, Mayo, Maslow ve Herzberg gibi çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Bunlar arasında en önemlisi Herzberg ve arkadaşları tarafından ortaya atılan görüşlerdir. Bunlara göre işgörenler, biri motivatörler diğeri de hijyen faktörler olmak üzere iki farklı faktör grubunun etkisi altındadırlar.

Motivatörler aşağıda belirtilmiştir.

- İşyerindeki huzur ve hoşnutluk
- Kişilerin belli bir aşama yapma fırsatlarının olması
- Kişilerin kişisel bir değer olarak kabul edilmeleri
- Kişilerin sorumluluk almalarına izin verilmesi
- Kişilerin yapılan işlerde bir hizmet ve katkı paylarının olduklarına inanmaları.

Hijyen faktörler aşağıda belirtilmiştir.

- İşyerindeki huzursuzluk
- Yönetimde belirgin ilkelerin bulunmaması
- Düzensizlik
- Kişisel ilişkilerde kopukluk
- Ücret yetersizliği.
- Çalışma koşullarındaki olumsuzluklar.
- İşçi sağlığı ve iş güvenliği önlemlerinin yetersizliği

İş hevesi ve buna bağlı olarak da iş veriminin arttırılabilmesi için alınabilecek önlemler de aşağıda sıralanmıştır.

Bedensel gereksinmelerin karşılanması için gerekli olanlar aşağıdadır.

- Çalışma ortamının sağlıklı ve güvenli olması.
- İş yükünün, çalışanların beden güçlerine ve genel yeteneklerine göre saptanması.
- Araç, gereç ve makinelerin her türlü güvenlik önlemlerinin alınması
- İşyeri tasarımında, işgörenlerin devinim alanlarının yeterli ve güvenli alanlar olarak gözetilmiş olması.
- Çalışma ortamı koşullarının uygun olması
- Temizlik gereksinmelerinin gözetilmiş olması.

Ekonomik beklentilerin gözetilmesi için gerekli olan hususlar aşağıdadır.

- Hakça işleyen bir ücret sistemi tesisi
- Terfi olanaklarının, prim ve hak edişlerinin gözetilmesi
- Sosyal güvelik koşullarının sağlanması
- Tazminatların zamanında ödenmesi
- Yeterli sigorta güvencesinin sağlanması
- Emeklilik haklarının işletilmesi

Gelecekle ilgili güvence tesisiiçin gerekli olanlar aşağıda belirtilmiştir.

- Çalışanlara hakça davranılması
- Tutum ve davranışlarda tutarlılık
- Gelecek güvencesinin korunması
- Kişisel yakınlıklar ve dostça ilişkiler kurulması
- Her türlü hakkın titizlikle korunması

İşe uyumun sağlanması için gerekli olanlar aşağıda belirtilmiştir.

- İşe girişte ve iş başında gerekli eğitim olanaklarının sağlanması
- İşyeri kurallarının açıklıkla belirtilmiş olması
- İşyerindeki gruplar arasında demokratik ilişkiler kurulması

- İletişim kolaylıklarının ve danışma olanaklarının sağlanması
- İşletme içi dayanışma ve işbirliğinin teşvik edilmesi

Örgüt içindeki ilişkilerin açıkça belirlenmiş olması aşağıda belirtilmiştir.

- Görev tanımlarının yapılmış olması
- Tüm çalışanların görev ve unvanlarının belirtilmiş olması
- Sorumlulukların ve yetki ilişkilerinin açıkça belirlenmesi

Sosyal gereksinmelerin karşılanması için gerekli olanlar aşağıda belirtilmiştir.

- İş grupları arasında kaynaşma sağlanması
- Sosyal etkinliklerin ve dayanışmanın teşvik edilmesi
- Meslek grupları arasındaki ilişkilerin güçlendirilmesi

Teknik ve idari iyileştirmeler yapmak için gerekli hususlar aşağıda anlatılmıştır.

- İş koşullarının iyileştirilmesi
- Katılımcılığın teşvik edilmesi
- Planlı işletmecilik
- İş ve işlemlerin kolaylaştırılması
- Her zaman ve her düzeyde etkin ve sürekli iletişim sağlamak
- Çalışanlara sahip çıkmak
- Gerekli yer ve durumlarda danışmanlık hizmetleri sunmak
- Sağlık ve sosyal yardım hizmetlerini özen ve önemle ele almak
- Sürekli eğitim, gelişim ve terfi fırsatları hazırlamak

## **BÖLÜM 6. TEMEL ERGONOMİ İLKELERİ**

İşyeri koşullarının adım adım izlenerek ergonomik prensiplerin uygulanması ve problemlerin çözülmesi gereklidir. Bazen işyeri sürecinde, işyeri ortamında, kullanılan el aletlerinde yapılacak küçük değişiklikler üretim, sağlık ve güvenlik alanlarında büyük değişikliklere neden olabilir. Örneğin, aşağıda verilen iyileştirme değişiklikleri gibi: Ayrıntılı işlerin olduğu yakın kontrollün yapıldığı çalışmalarda tezgâh ağır işlere göre daha aşağıda olmalıdır.

- Montaj işlerinde gelen parçalar işe uygun bir pozisyonda olmalı ve işçi kas gücünün büyük bir kısmını işi için harcamalıdır.
- El aletleri sakatlanmaya ve kazaya neden oluyor ise değiştirilmeli veya düzeltilmelidir. İşçiler bu alanda çok güzel fikirlere sahip olabilirler
- İşçinin yaptığı iş uzun süreyle ters harekete, uzanmaya, dönmeye neden olmamalıdır.
- İşçiler uygun kaldırma yöntemleri konusunda eğitilmelidir. İş dizaynı kaldırma ve taşımaları minimize edecek şekilde planlanmalıdır.
- Oturarak çalışma minimize edilmelidir, böylece ayakta çalışma oturarak çalışmaya göre daha az yorgunluk getirir.
- İş değerlendirilmesi ile tekrarlanan işleri yapan işçiler d
- iğerleri ile rotasyona girmeli ve böylece işçilerin aynı kaslarının kullanılması ve sıkıcılık önlenmiş olur.
- İşçiler ve kullandıkları makineler iyi yerleştirilerek gereksiz performans kayıpları ve vücut zorlamaları önlenmiş olur.

## 6.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı işçilerin işini yaptıkları alan veya bölgedir. Bu alanda makineler, kontroller, masa ve sandalye veya bilgisayar bulunabilir.

İyi planlanmış çalışma alanı kötü koşulların oluşturduğu hastalık ve incinmeleri engeller. Çalışma alanı işçi ile birlikte işin gerektirdiği koşullara göre etkin bir şekilde dizayn edilmelidir.

İyi planlanmış bir alanda işçinin vücudu konforlu ve uygun bir şekilde pozisyon alacaktır. Aksi durumda karşılaşılabilecek problemler şunlardır;

- Sırt ağrısı ve incinmeleri,
- RSI's gelişmesi,
- Ayaklarda dolaşım bozuklukları.

Oluşan problemlerin sebepleri şunlardır;

- Kötü dizayn edilmiş sandalye,
- Uzun süre ayakta durma,
- Uzak bölümlere uzanma,
- Yetersiz aydınlatma nedeniyle işçinin işine yakın durması.

Aşağıda işyeri düzenlenmesine ilişkin bazı ergonomik prensipler verilmektedir. Bir çalışma ortamı düzenlenirken vücut ölçülerinin bilinmesi çok önemlidir.

Baş yüksekliği;

- En uzun boylu işçinin çalışabilmesi için gerekli alan hazırlanmalıdır
- Görüntü ekranların ve kontrolleri göz seviyesinin altına yerleştirilmelidir.

Çünkü işçiler aşağıya doğru daha rahat bakabilirler.

Omuz yüksekliği;

- Kontrol panelleri insanın beli ile omuz arasına yerleştirilmelidir.
- Sık kullanılan cisimlerin ve malzemelerin omuz seviyesinin üstüde olmamasına dikkat edilmelidir.

Kol uzanma mesafesi;

- Malzemeler en kısa kolun yetişebileceği uzaklıkta olmalı ve malzemelere uzanırken eğilme veya bükülme yapılmamalıdır.
- Uzun boylular malzemelere ulaşırken aşağıya doğru eğilmemelidir.
- Malzemeler vücudun ön kısmına yakın olmalıdır.

Dirsek yüksekliği;

- Çalışma yüzeyi yüksekliği yapılan işin niteliğine göre ayarlanarak
- Masanın altında veya üstünde olmalıdır.

El yüksekliği;

- Kaldırılan malzemelerin el ve omuz yüksekliği arasında olduğuna dikkat edilmelidir.

Ayak uzunluğu;

- Sandalye yüksekliği ve çalışma yüzeyi yüksekliği (masa veya tezgah) bacak uzunluğuuna göre ayarlanmalıdır.
- Özellikle uzun ayaklılar için rahat hareket edebileceği ve uzanacağı yeterli alan bırakılmalıdır.
- Ayarlanabilir ayak koyma (istirahat) sayesinde ayaklar sarmaktan kurtulacak ve vücudun pozisyonu kolay değişebilecektir.

El büyüklüğü;

- Kullanılan araç gereçler ele tam olarak oturmalıdır. Büyük eller için büyük, küçük eller için küçük malzemeler seçilmelidir.
- Büyük eller için yeterli hareket alanı sağlanmalıdır.

Vücut ölçüleri;

- Geniş vücutlu işçiler için çalışma alanı yeterli büyüklükte olmalıdır.

Ergonomik işyeri düzeni için bazı öneriler;

- Her iş yerinde sağ ve sol el kullanımı için araç gereç olmalıdır,
- Ayakta çalışılan her çalışma alanına sandalye verilmelidir. Periyodik dinlenme ve vücut şeklinin değiştirilmesi uzun süre ayakta durma problemlerini azaltır.
- Gölge ve yansımaları azaltın ve işyerini iyi aydınlatın.

Bir çalışma ortamını iyileştirmeyi düşündüğünüz zaman şu kuralı unutmayın: ortam rahat hissediliyorsa büyük ihtimal rahattır. Ortam konforsuz olarak hissediliyorsa hata işçilerde değildir. Mutlaka bir şeyler kötü dizayn edilmiştir.

.

## **6.2. Oturarak Çalışma ve Sandalye Tasarımı**

Oturma: Eğer bir iş yapılırken yeterli çalışma alanı yok ise ve fazla fiziksel aktivite gerekmiyorsa o iş oturarak gerçekleştirilebilir.

Bütün gün oturarak çalışmak vücut ve özellikle sırt için iyi değildir. Bu nedenle çalışanlar bazen görev değişikliği yaparak ayakta çalışma imkânına sahip olmalıdırlar. Oturarak çalışma için iyi seçilmiş bir sandalye şarttır. Sandalye işçinin bacak ve genel pozisyonunu kolayca değiştirebileceği özellikte olmalıdır.

Oturarak çalışma sırasında uyulması gerekli ergonomik kurallar şunlardır;

- İşçi tüm alanlara rahatlıkla ulaşabilmeli ve bu sırada vücudu eğilip bükülmemelidir.
- İyi oturma pozisyonu işçinin önündeki ve yanındaki çalışma alanına karşı dik olmasıdır.
- Çalışma masası ve sandalye iyi dizayn edilmeli ve çalışma düzeyi ile dirsek aynı düzlem içinde (aynı yükseklikte) olmalıdır.
- Sırt dik ve omuzlar rahat olmalıdır.
- Mümkünse, dirsekler, eller ve kollar için ayarlanabilir destekler kullanılmalıdır.

### 6.2.1. Çalışma sandalyesi

Ergonomik gereksinimler için uygun sandalye seçimi gereklidir. Bu amaçla aşağıdaki ergonomik özellikler izlenmelidir.

- Sandalye çalışma masası ve çalışma tezgâhı yüksekliğine ve işin performansına uygun olmalıdır.
- İdeal olarak, oturma yeri ile sırt desteği ayarlanabilmelidir. Ek olarak sırt desteği tilt hareketi yapabilmelidir.
- Sandalye işçinin ileri ve geri hareketini kolayca sağlamalıdır.
- İşçinin masa altında ayaklarını uzatabileceği ve vücut hareketini kolayca değiştirebileceği alan olmalıdır.
- Ayaklar rahatça yere basmalıdır. Bu mümkün değilse ayak desteği kullanılmalıdır. Ancak ayak desteği diz ve bacak kaslarına uygulanan basıncı elimine etmelidir.
- Sandalye vücudun alt sırt kısmını destekleyen sırt desteğine sahip olmalıdır.
- Sandalye rahatça dönmelidir.
- Sandalyedeki ayak sayısı dengeyi sağlamak amacıyla beş adet olmalıdır.
- Mümkünse kol destekleri çıkarılabilir olmalıdır. Çünkü bazı işlerde kol desteği rahatsızlık verebilir. Bazı durumlarda kol destekleri işçinin çalışma tablasına yeteri kadar yaklaşmasını engeller.
- Sandalyenin oturma alanı hava alıp verebilen bir kumaş ile kaplanmalıdır.



Ayrıntılı işlerin olduğu yakın kontrollün yapıldığı çalışmalarda tezgâh ağır işlere göre daha aşağıda olmalıdır:

- Montaj işlerinde gelen parçalar işe uygun bir pozisyonda olmalı ve işçi kas gücünün büyük bir kısmını işi için harcamalıdır.
- El aletleri sakatlanmaya ve kazaya neden oluyor ise değiştirilmeli veya düzeltilmelidir. İşçiler bu alanda çok güzel fikirlere sahip olabilirler.
- İşçinin yaptığı iş uzun süreyle ters harekete, uzanmaya, dönmeye neden olmamalıdır.
- İşçiler uygun kaldırma yöntemleri konusunda eğitilmelidir. İş dizaynı kaldırma ve taşımaları minimize edecek şekilde planlanmalıdır.
- Oturarak çalışma minimize edilmelidir, böylece ayakta çalışma oturarak çalışmaya göre daha az yorgunluk getirir.
- İş değerlendirilmesi ile tekrarlanan işleri yapan işçiler diğerleri ile rotasyona girmeli ve böylece işçilerin aynı kaslarının kullanılması ve sıkıcılık önlenmiş olur.
- İşçiler ve kullandıkları makineler iyi yerleştirilerek gereksiz performans kayıpları ve vücut zorlamaları önlenmiş olur.

Yukarda sayılan ergonomik özellikler özellikle gelişmekte olan ülkelerde işçilere ideal bir davranış olarak gelebilir. İşçiler ve işverenler için unutulmaması gerekli konu işyerlerindeki birçok sağlık ve güvenlik problemlerinin yetersiz ergonomik koşullarından kaynaklandığıdır. Ergonominin yeteri düzeyde anlaşılması ile birlikte işçiler çalışma ortamlarının değiştirilmesine, işverenler ise, üretim ile ergonomik prensipleri arasında ilişkiyi görmeye başlayacaklardır.

### **6.3. Ayakta Çalışma**

Eğer mümkünse uzun süreli ayakta çalışma önlenmelidir. Uzun süre ayakta çalışma sırt ağrısına, ayaklarda şişmelere, kan dolaşım sistemlerinde problemlere ve kas yorgunluklarına neden olur.

Aşağıda ayakta çalışma sırasında uyulması gerek kurallar sıralanmaktadır;

- Eğer bir iş mutlaka ayakta çalışmayı gerektiriyor ise, ek olarak belirli aralıklarla oturabilecekleri bir sandalye veya tabure sağlanmalıdır.
- İşçi kollarının uzanabileceği alanlar dışına çıkmamalı ve bu alan dışına ulaşmak için sırtı dönme, eğilme ve uzanma hareketleri yapmamalıdır.
- Çalışma masası veya tablası farklı yükseklikteki işlere göre ayarlanabilir olmalıdır.
- Eğer çalışma alanının ayarlanması mümkün değil ise uzun işçiler için çalışma tablası destekle yükseltilmeli, kısa boylu işçilerin için bir platform üzerinde çalışma sağlanmalıdır.
- Ayak dinlenme destekleri acı ve ağrı hislerini engelleyecek ve işçinin pozisyon değiştirebilmesine olanak sağlayacaktır. Ayak yüksekliğinin zaman zaman değişmesi sırt ve bacaklardaki acı ve ağrıları önler.
- İşçiler sert olmayan bir malzeme üzerinde çalışmalıdırlar (mat), Beton veya metal yüzeyler şokları absorbe edici malzeme ile kaplanmalıdır. Yerler temiz, düz ve kaymaz olmalıdır.
- Ayakta iş yapan işçiler alçak topuklu ve tabanı destekli iş ayakkabısı giymelidir.
- İşçiler pozisyonlarını değiştirebilmeleri için yeterli diz hareketi yapabilmeli ve bu iş için gerekli alan bulunmalıdır.
- İşçiler işine uzanmamalı ve vücudunun önünde 20-30 cm'lik bir uzaklıkta çalışmalıdırlar.

Çalışma masası yüksekliği uygun yüksekliğe çıkarıldıktan sonra aşağıda sayılan önemli faktörler göz ardı edilmemelidir;

- İşçinin dirsek yüksekliği,
- Yapılan işin tipi,
- Üretilen malzemenin boyutları,
- Kullanılan alet ve edevat

Ayakta çalışırken unutulmaması gerekli koşullar ise şunlardır;

- Yüz işe dönük olmalı,
- Vücut işe yakın olmalı,
- Eğer bir tarafa dönülecek ise bel ve omuz bükülerek değil, ayaklar üzerinde dönülerek sağlanmalı.

## **6.4. El Aletleri ve Kontroller**

### **6.4.1. El aletleri**

El aletleri ergonomik gereksinimlere göre dizayn edilmelidir. İşçiye uygun olarak üretilmemiş el aletleri ve genel olarak aletler olumsuz sağlık etkileri yaratacağı gibi işçinin üretkenliğini düşürür. Bu problemleri önlemenin ve üretkenliği arttırmanın yolu el aletlerinin işçiye ve işine uygun olmasıdır. İyi planlanmış el aletleri vücudun pozisyonunu ve hareketlerinin bozmadığı gibi üretimi olumlu yönde etkiler.

El aletleri seçiminde dikkat edilecek noktalar şöyle sıralanabilir;

- Kalitesiz el aleti kullanılmamalıdır.
- Parmak ve bilek gibi küçük kasları çalıştıran el aletleri yerine bacak, kol ve omuz kaslarını gibi uzun kasları çalıştıran el aletleri seçilmelidir.
- Ağır el aletlerinin sürekli olarak yukarda tutulması engellenmelidir. Uygun dizayn edilmiş el aletleri bilekleri daima vücudun yanında tutmaya imkân verir ve böylece omuz ve kolların kazaya uğramasına engel olur. Ek olarak vücudun eğilmesini, dönmesini önler.
- Eğer bir malzeme kaldırılacak ise tutacak yeri olmalıdır. Tutacaklar ellere daha fazla uyum sağlar. El ve parmaktaki eklemler üzerine ve avuç içine fazla basınç uygulanmasını önler.
- Cildin ve parmakların sıkışacağı boşlukların olduğu el aletleri kullanmaktan sakınılmalıdır.
- Çift tutacağı olan aletleri seçiniz. Makas gibi. Bu aletlerin arası açık olduğu için el sıkışması görülmez.

- El aletlerinin tutamaklar kolayca kavranmalı, elektriğe karşı izolasyonlu olmalı, keskin kenar ve uçları bulunmamalı ve kaymaya karşı yumuşak plastik ile kaplı olmalıdır.
- Çıkıntı şeklindeki tutamaklar ellere fazla basınç uyguladığı için seçilmemelidir.
- Kullanılırken eğilme ve dönme hareketi gerektirmeyen el aletleri satın alınmalıdır.
- Ağırlık dengesi uygun aletler seçilmelidir.
- El aletlerinin uygun bakımının yapıldığından emin olunmalıdır.
- El aletleri sağ ve sol elini kullanan kişiler için fark etmemelidir.

#### **6.4.2. Kontroller**

Kontrol anahtarları, kolları ve şalterler işçiye ve işin gerektirdiği yapıya uygun olarak düzenlenmelidir. Aşağıda konu ile ilgili olarak bazı öneriler sunulmaktadır.

- Kontrol anahtarları, kontrol kolları ve şalterler makine operatörünün oturduğu veya ayakta durduğu yerden rahatlıkla uzanabileceği yerde bulunmalıdır. Özellikle sık tekrarlanan işler için bu özellikler çok önemlidir.
- İşe uygun olarak yapılmış kontrolleri seçiniz. Örneğin yüksek hızları hassas kontrol etmede el kontrollerini, kuvvet gerektiren kontrollerde ayak pedalları tercih edilmelidir. Operatör başına bir pedaldan fazla kontrol verilmemelidir.
- İki el ile kumanda edilen kontrolleri seçiniz veya eski kontrolleri iki elle kontrol edilir hale dönüştürünüz.
- Triger'ler tek parmak yerine birkaç parmak ile işleme sokulmalıdır.
- Acil kontrol düğmeleri ile normal kontrol düğmeleri arasında belirgin bir fark olmalıdır. Ek olarak acil düğmelerin rengi farklı seçilmeli, fiziksel olarak ayrılmalı, uyarı işareti ile belirtilmeli veya üstü kapalı olmalıdır.
- Kontroller kazalara neden olmamalıdır. Bu nedenle kontroller arasında yeterli aralık bulunmalı ve belli bir güç uygulamakla devreye girmeli veya koruyucusu bulunmalıdır.
- Kontrollerin kullanımı basit bir süreç izlemeli ve her ülkede aynı izlenimi uyandırmalıdır.

### 6.5. Ağır Fiziksel Çalışma

Manüel çalışmalar işçilerde bel ağrısı ve kas ağrılarına neden olmayacak şekilde düzenlenmelidir. Uzun süreli ağır fiziksel çalışma işçilerin nefes alma hızı ile kalp atışlarını arttırır. Eğer işçiler yeterli fiziksel şartlara sahip değil ise, çabuk yorulacaktır. Eğer mümkün ise ağır işler için yardımcı araç gereç kullanılmalıdır. Mekanik güç işçilerin maruz kaldığı riski azaltacak ve verimini arttıracaktır.

Ağır işleri organize ederken aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir;

- Ağır iş işçinin fiziksel kapasitesini aşmamalıdır.
- Ağır işler gün içine yayılmalı ve arada hafif işler yapılmalıdır.
- Günlük çalışma içinde istirahat periyotları bulunmalıdır.

Ağır fiziksel işlerin düzenlenebilmesi için aşağıdaki faktörlerin bilinmesi gereklidir;

- Yükün ağırlığı,
- İşçinin yükü ne sıklıkta taşıdığı,
- Taşınma uzaklığı,
- Yükün şekli,
- Yükü taşımak için gerekli zaman.

Özellikle elle taşımının olduğu işlerde yapılması gerekli iyileştirmeler şöyle sıralanabilir:

Yükün ağırlığı azaltılmalı;

- Yükün ağırlığını azaltın
- Bir seferde taşınacak yük miktarını (sayısını) düşürün
- Fazla yükler için birden fazla kişiyi devreye sokun

Daha kolay taşıma sağlanmalı;

- Yükün ağırlık merkezi işçiye yakın olacak şekilde planlanmalıdır,
- Vücudun eğilmesini engellemek için depolama yapılan yer bel hizasında veya daha yukarda olmalıdır,
- Yükü bel yüksekliğine kadar mekanik kaldıraçlarla taşıyın,
- Yükü taşımak için birden fazla kişi gerekebilir.
- Daha rahat taşıma için yükü yuvarlanan malzemeler üzerinden kaydırın.
- Yükü transfer etmek için kemer, kayış ve el tutamakları kullanılmalıdır.

Depolama teknikleri geliştirilmelidir;

- Uygun yükseklikte raflar, paletli standlar ve destekler kullanılmalıdır.
- Paletlerde yük taşırken yükü yaymak amacıyla paletin ortasına yerleştirin.

Taşıma mesafesini en aza indirilmeli;

- Çalışma alanının yeniden düzenleyin,
- Üretim ve depolama alanını yeniden planlayın.

Taşınması gerekli yük sayısı azaltılmalı;

- Yük taşıma için daha fazla kişi görevlendirin.
- Mekanik yardım kullanın.
- Depo ve çalışma alanını yeniden gözden geçirin.

Taşıma sırasında vücudun dönmesini engellenmeli;

- Yük daima vücudun önünde bulunmalıdır.
- Tüm vücutla birlikte dönmek için yeterli alan sağlanmalıdır.
- Vücut eksenini üzerinde değil ayak hareketi ile dönme yapılmalıdır.

## 6.6. İş Dizaynı

İnsan faktörü dikkate alındığında, iş dizaynı çok önem taşır. İyi organize edilmiş bir iş, işçinin sağlık ve güvenlik koşullarını arttıracak gibi onun ruhsal ve fiziksel yaşamını olumlu olarak etkiler.

İş düzeninde dikkat edilecek noktalar şöyle sıralanabilir;

- İşin gerektirdiği görevlerin saptanması,
- Her görev için gerekli olan performans özellikleri,
- Performans için kaç adet görevin gerektiği,
- Görevin tamamlanabilmesi için gerekli araç-gereç,
- İşin tamamlanabilmesi için gerekli görevler.

Ek olarak, iyi düzenlenmiş bir iş planı aşağıdaki özellikleri içermelidir:

- İş sırasında işçinin vücut pozisyonu değişmelidir,
- Ruhsal olarak motive edici faktörler bulunmalıdır,
- Çalışma çevresi, çalışma alışkanlıkları, personel gereksinimleri doğrultusunda işçi kendi kararı doğrultusunda çalışma aktivitesini değiştirebilmelidir,
- İşçi sorumluluk duygusunu hissedebilmelidir.
- İşçi işin gerektirdiği eğitimi almalıdır.
- İşçiler işin tamamlanabilmesi için ihtiyaç duyulan çalışma ve dinlenme sürelerine sahip olmalıdırlar,
- Yeni bir iş için işçiler çalışma periyotlarını düzenleyebilmelidirler.

## 6.7. Sağlık-Güvenlik Görevlilerinin Sorumlulukları

Ergonomi programının uygulanmasında işyerlerinde en fazla görev sağlık ve güvenlikle ilgili çalışanlara düşmektedir. Ülkemizde bu görevlerin işyerindeki yansımaları İşyeri Hekimi ve İş Sağlığı/Güvenliği Uzmanı'dır.

Temel olarak adı geçen iki disiplin, kötü işyeri koşularından kaynaklanan sağlık ve güvenlik problemlerini ergonomi ilkeleri düzeyinde zebilirler.

İşyerinde ergonomik problemlerin varlığını ve ne lde bulunduğunu anlamak üzere sorumlular şu soruları kendilerine sormalıdırlar:

- Yapılan işler, kullanılan aletler ve çalışma ortamı işçilere ve operatörlere ne kadar uygundur?
- İşçiler zel işlerini yaparken ne kadar g kullanmakta ve ne kadar zaman harcamaktadırlar,
- Ne kadar tekrarlanan vücut hareketi vardır.

Yanıtı istenen soruları bulabilmek için özellikle işyeri risk analizlerine, kontrol listelerine, işçilerle birlikte çalışmaya gerek vardır.



## BÖLÜM 7. İNSAN FAKTÖR MÜHENDİSLİĞİ ÖRNEK OLAYLAR

### 7.1. Otomobil Elemanı Montaj İşlemi

#### 7.1.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

PBM Endüstrileri Chesterfield'daki tesislerinde otomobil parçaları montaj işlemi yapmaktadır. Alt Kontrol Kolu (Lower Control Arm, LCA) PBM Endüstrilerinde imal edilen yeni bir parçaydı. 13,6 kg ağırlığında ve 466 mm. uzunluğunda ve 90'a 519 mm. genişliğinde idi. Montaj esnasında işçiler LCA'ları elle bir konveyöre yüklemek, montaj için onları bir tesisata aktarmak, bilyeli mafsal ve destekleri yüklemek ve son olarak onları boşaltmak zorundaydılar. LCA'lar her 24 saniyede bir konveyörün her ucundan yüklenmek zorunda idi. Bütün bitmeyen ve montajlanan malzemeler 5131 takma adlı yük sandıklarına yerleştirilirdi. Ön taraflarında 0,4 metrelik bir düşme bölmü ile 1,3 x 1,0 x 0,8 metrelik ağ depo yük sandıklarıydı. Montaj için LCA'ları elle kaydırmak için aşırı eğilme, bükülme ve uzanma gerekiyordu. İşçiler 2,2 kg bilyeli mafsal ve destekler ile LCA'ları elle uydurmak zorundaydılar. Görevler, 1,04 metrede sabit bir LCA yüksekliği ve konveyör yüksekliği ile gerçekleştirilirdi.



Şekil 7.1. Temsili LCA [2]

### 7.1.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem)

1991 NIOSH (National Institute For Occupational Safety and Health) Kaldırma Denklemi, herhangi bir LCA'nın elle kaldırılmasının tehlikeli olduğunu doğruladı.

NIOSH Kaldırma Denklemi;

Amerika Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü (National Institute For Occupational Safety and Health) tarafından önerilmiştir. Kaldırılacak yükün sınır değeri aşağıdaki denklemle hesaplanır;

$$SD=40*(15/H)*(1-0,004*|V-75|)*(0,7+7,5/D)*(1-f/f_{max})$$

- H = Yükü tutma anında ellerin beden ekseninden yatay uzaklığı.
- V = Tutma anında el ile basılan taban arasındaki dikey mesafe (cm) (0-175cm arası olabilir)
- D = Yükün kaldırılacağı yükseklik 25 cm ile (200-V) cm arasında olabilir. Bu değer 25 cm'nin altındaysa D=25 alınmalıdır.
- f = Dakikada yük kaldırma sayısı. f 0,2 ile fmax arasında olabilir. (f=0,2 olması 5 dakikada 1 defa yük kaldırıyor demektir. Daha küçük değerlerde f=0 alınır.)
- fmax = Değeri ise işin süresi ve beden konumuna göre standartlaştırılmış olan tablo 7.1'e bakılır.

Tablo 7.1. NIOSH Yönteminde boyutlar [3]

İş süresi	Beden konumu	
	Dik V>75 cm	Eğilmiş V<75 cm
1 saate kadar(zaman zaman)	18	15
8 saate kadar (sürekli)	15	12

Örnek olayda;

H: 80 cm

D: 104 cm

Alındığında SD= 4,1 kg çıkmaktadır.

V: 49 cm

f: 2,5

$f_{maks}$ : 12

### 7.1.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem)

İşçiler arasında artan sırt yaralanma vakaları sayısı.

### 7.1.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)

Her LCA 13,6 kg ağırlığında, bilyeli mafsallar ve destekler 2,2 kg ağırlığındaydı.

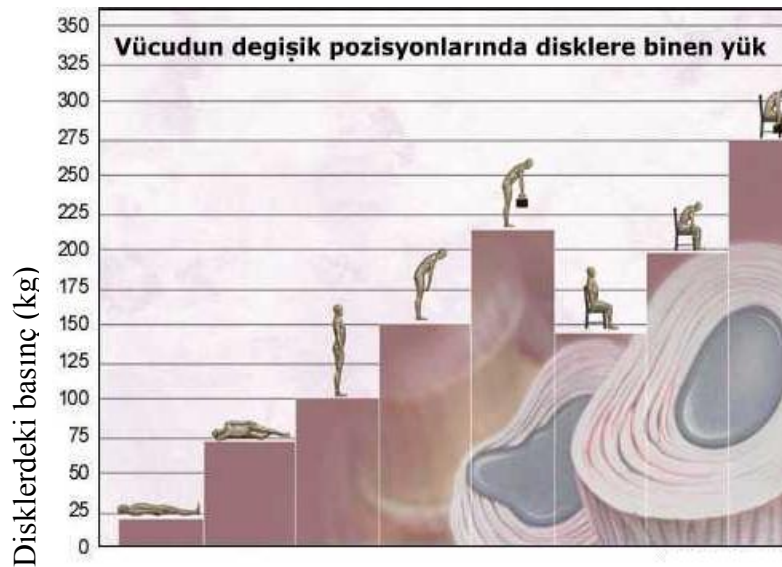
Yük kaldırma olayında eğer yük insanın fizyolojik ve anatomik özellikleri düşünülerek belirlenen maksimum sınırın altında ise tehlikesiz, zarar vermez diye düşünülebilir. Tabi bu sınır yaş, cinsiyet, yük kaldırma sıklığı, vücudun o işteki konumu gibi faktörlere bağlı olarak kişiden kişiye ve işten işe farklıdır.

Tüm önlemlere ve dikkate rağmen bazı kişiler anatomik ve fizyolojik yapıları gereği önerilen sınırlar içinde bile yük kaldırma, taşıma işlerinde aşırı zorlanabilirler. Bu durumlarda, kişinin yük kaldırma sınırı iş hekimi denetiminde belirlenmelidir. Ancak bu sınırı belirlemek pek kolay değildir. Çünkü bu işteki performans sınırı, kaslar ve dolaşım sistemi üzerindeki etkiyi ölçerek belirlenebilir. Omurganın zorlanması, kadınlarda ise leğen kemiğinin zorlanması ölçülemez. Kişinin yük taşımaya elverişli olmadığı omurgada ve leğen kemiğinde tamiri mümkün olmayan hasar meydana geldikten sonra anlaşılabilir.

### 7.1.5. Ergonomik risk faktör (Durum)

– LCA'ların merkezi olmayan yerçekimi, şekli ve ağırlığı yüzünden onları elle idare etmek için ters duruşlar gerekiydi.

- LCA'ları aktarmak için doksan dereceye kadar ileri eğilme, bükülme ve kenara aşırı uzanma gerekliydi.
- Disklere gelen basınç sadece taşıdığımız yüke değil aynı zamanda konumumuza, duruş şeklimize de bağlıdır. Bir insan eğildiğinde kaldıraç etkisinden dolayı bel omurlarına büyük kuvvetler gelir. Yük kaldırırken sırt düzlemi yatay konuma gelecek derecede eğilen bir kişide moment kolu uzunluğunun büyümesi nedeniyle disklere gelen bası kuvveti artar. Ortalama olarak belden yukarısı vücut 45 kg, moment kolu mesafesi de 35 cm. alındığında sadece kişinin kendi ağırlığından dolayı bel omurlarına 1000-2000 N arası bir kuvvet gelir. Bir de buna kaldırılacak yükün etkisi eklendiğinde omurlar arası gelen kuvvet 6000 N'a ulaşır. Bu yük, sırtı kamburlaştırmadan düz tutularak kaldırılırsa basınç diske her noktasını eşit zorlayacak şekilde dağılır, aksi takdirde zorlanma dağılımı eşit değildir. Maksimum zorlanma çok büyük, hasar verecek düzeye çıkar.
- Herhangi bir yük taşımayan bir kişinin dik ayakta dururken L3-L4 diskleri arasındaki basınç 100 birim, her iki elinde 10 kg yükü yine dik durarak taşıyan kişide aynı noktadaki basınç 140 birim, 20 kg ağırlığındaki bir kütleyi dizlerini kırarak ve sırtı dik olarak kaldıran kişide basınç 230 birim, yine 20 kg'lık yükü kırılmamış düz diz ve eğik sırt ile hatalı biçimde kaldıran kişide basınç 375 birimdir.

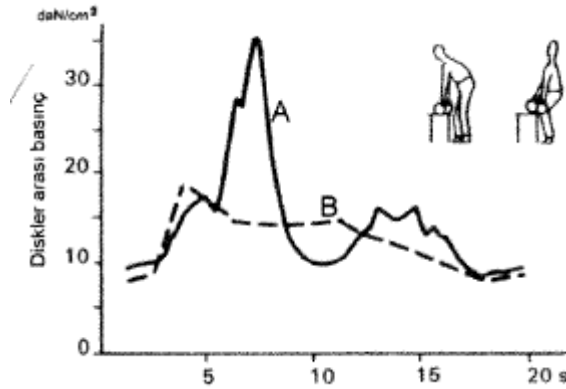


Şekil 7.2. Vücudun değişik pozisyonlarında disklere binen yük [4]

Yük kaldırırken sırtın eğilmesi sonucu oluşan basınç omurlar arasındaki disk üzerinde büyük oranda zorlayıcı etki yapmaktadır. Bu nedenle yük kaldırma işinde

mutlaka dizler kırılarak yere çömelinmeli ve sırtın dik konumda kalmasına dikkat edilmelidir.

Dik ve eğilmiş sırt konumunda yük kaldırırken L3 ve L4 omurları arasındaki disk içinde basıncın kaldırma süresi boyunca değişimi şekil 7.3'de görülmektedir.



Şekil 7.3. Diskler arası basınç [3]

Dizleri kırmadan eğilerek yük kaldırmada basınç aniden çok büyük değerlere, kırılmış diz ve düz sırt konumunda kaldırmanın iki katına yakın değerlere çıkmaktadır. Zaten sırt ağrılarından, disk rahatsızlıklarından şikâyetçi olanlar, işin yanlış düzenlenmesi, eksik bilgi veya dikkatsizlikle bu şekilde yük kaldıracak olurlarsa disklerde meydana gelen bu büyük basınç sonucu o anda büyük ağrılara hatta felç olayları ile karşı karşıya kalabilirler. Yapılan hesaplara göre L3-L4 omurları arasındaki diske gelen kuvvetin konumu ve yüke bağlı olarak alabileceği değerler yaklaşık şöyledir:

<b>Konum</b>	<b>Yük</b>
Dik Durma	860
Yavaş yürüme	920
Gövde Yan Tarafa 20° Eğik	1140
Gövde 45° Dönmüş	1140
Gövde 30° Öne Eğik	1470

Gövde 30° Öne Eğik, 20 kg yük	2400
Her elde 20 kg ile Dik Durma	1220
Kırılmış Diz ve Dik Sırt ile 20 kg Yük Kaldırma	2100
Diz Kırılmamış, Öne Eğilmiş Sırt ile 20 kg Yük Kaldırma	3270

Wyss yaptığı deneyler sonucu 25-30 yaş arası erkekler için omurgada izin verilebilecek maksimum bası gerilmesini  $300\text{N/cm}^2$ , 35-50 yaş arası erkekler için  $250\text{N/cm}^2$  ve 50 yaş üzerisi için de  $200\text{N/cm}^2$  olarak belirlenmiştir.

#### 7.1.6. Ergonomik risk faktör (Tekrarlama)

LCA'lar her 24 saniyede bir konveyörün ucuna yüklenmek zorundaydı.

- Yük sabit ve dengeli olmadığı için yükün ağırlık merkezi çalışanın vücuduna uzakta olması sebebiyle bitkinliğe neden olur.
- Yüke uzanmak güç olduğu için kollarla uzağa uzanmak ve gövdeden eğilmek veya bükülmek daha fazla kas kuvveti gerektirir.
- Yapılan iş çok gayret ve enerji gerektirdiği için omurilikte disk fitiğine sebep verebilmektedir
- Bu şekildeki hareketler yapılan operasyonlarda gecikmelere ve zaman kaybına neden olabilir.
- Çalışan işçilerde artan sırt ve bel kaslarındaki ağrılardan ötürü verimsizlik oluşur.
- Bu gibi durumlarda işletme fazladan maliyete katlanabilir.

#### 7.1.7. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)

Birkaç Endüstri Mühendisi, bir İnternet Tüzel Güvenlik Yöneticisi, bir İş sağlığı ve İş Güvenliği danışmanı, bir ergonomist, bir müfettiş ve LCA montaj işlemlerini aktaracak olan bir çalışandan oluşan bir tasarım takımı kuruldu.

### 7.1.8. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

– Hattın her bir ucunda pnömatik veya maşa türünden kaldırma cihazlarının kullanımı tavsiye edildi.

Pnömatik: Yararlı bir iş yapabilmek için sıkıştırılmış hava olarak depolanan enerjiyi kullanan sistemlerdir. Bu sistemin en önemli özellikleri arasında yüklerin kolayca uzak mesafelere taşınabilmesini sağlamasıdır.

Diğer özellikleri ise aşağıda sıralanabilir.

- Kolayca depolanabilir,
- Aşırı yükleme güvenliği,
- Yüksek çalışma hızı,
- Sıcaklık karşısında hassas değildir,
- Kıvılcım oluşması sonucu patlama riski yoktur.

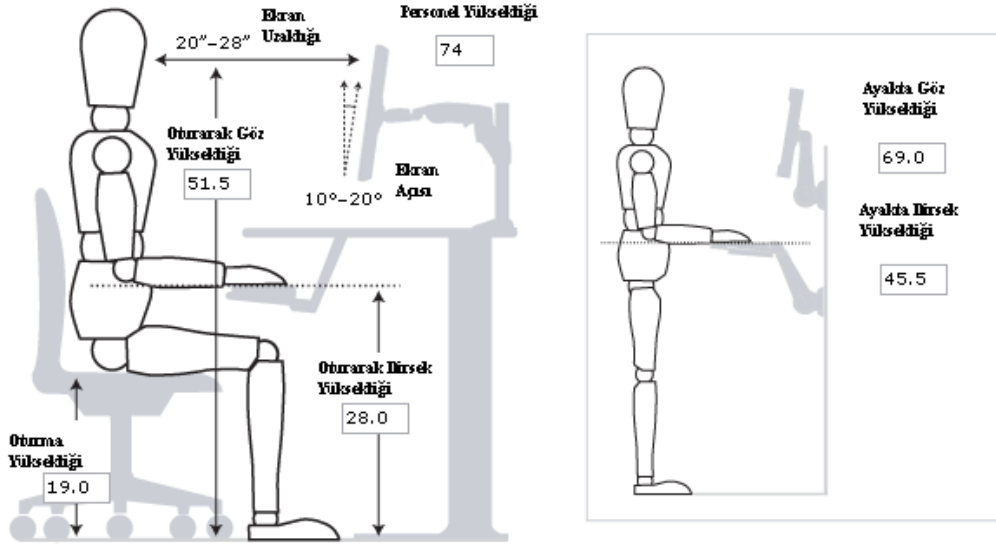
– 5131 yük sandıklarının kullanımını durdurma. 5131'ler işçinin aşırı çabası yüzünden mekanik veya pnömatik kaldırma cihazlarının kullanıma izin vermez. Üstelik dönen bir uçta uygun olarak çalışmak üzere tasarlanmazlar. İşi yaparken kullanılacak malzemenin tasarım olarak yapılacak işe uygun olmaması işin yapılma süresini ve iş kazalarını artırırken işçi performansını da düşürür. Bu nedenle 5131'lerin kullanımının durdurulması olası aksilikleri engelleyecektir.

– Her birine altı LCA uyan plastik tepsiler ile yükün hasara uğramaması için köpük kullanımını tavsiye edildi. Köpük kullanımı LCA'ların taşınırken birbirleri ile temasını en aza indirgeyerek hasarı önler. Kontroller sonucunda geri dönen parça sayısı azaltılmış olur. Plastik tepsilerin kullanımı da ergonomik açıdan taşıma kolaylığı sağlayacaktır.

– Pnömatik kaldırma cihazı için kullanılmak üzere LCA'lar için aşırı uzunluk genişletme kolu. Plastik tepsi ile taşınan LCA'ların kaldırılmasını kolaylaştırmak için ve pnömatik kaldırma cihazının parçaları rahat kavrayıp kaldırmasını sağlayacak genişlikte olmasının ayarlanabilmesini sağlamak.

– Erkek diz yüksekliğinin yüzde 95 ile bayan omuz yüksekliğinin yüzde 5'i (0,63 ila 1,30 metre) arasında optimum istif rafı yüksekliği tavsiye edildi. İşin yapılmasını

kolaylaştırmak ve ergonomik açıdan daha uygun kaldırma biçimi sağlayabilmek için raf yüksekliği optimum seviyeye getirilmelidir.



Şekil 7.4. Oturarak ve ayakta çalışma masası standartları [5]

– Herhangi bir elle aktarım için bir otomatik istif rafı aktarımı tavsiye edildi. Ergonomik risk faktörlerini ortadan kaldırmak ve işçi sağlığını korumak için yapılacak aktarım işinin elle yapılmasını yerine otomatik bir sistemle gerçekleştirilmesi uygun görülmüştür.

– Aşırı eğilme, dönme ve uzanmaları azaltmak için bilyeli mafsalları ve destekleri mümkün olduğunca işçinin yakınına stoklama ve onları ayarlanabilir yükseklikli bir platforma yerleştirmesi için düzenleme yapılması kararlaştırıldı. Bilyeli mafsalları ve destekleri mümkün olduğunca işçinin yakınına yerleştirmek hem işçiyi yoracak ve zorlayacak uzanmalardan hemde sağlık koşullarını olumsuz etkileyecek dönme hareketlerinden kaçınılmasını ve işin türüne göre yüksekliklerinin ayarlanarak işin daha verimli yapılması amaçlanmıştır.

Omuz yüksekliği: Kontrol panelleri insanın beliyle omuz arasına yerleştirilmeli. Sık kullanılan cisimler ve malzemeler omuz seviyesinin üstünde olmamalı.

Kol uzanma mesafesi: Malzemeler en kısa kolun yetişebileceği uzaklıkta olmalı ve malzemelere uzanırken eğilme ve bükülme hareketleri yapılmamalı. Malzemeler



vücutun ön kısmına yakın olmamalıdır. Uzun boylular malzemelere ulaşırken aşağı doğru eğilmemelidir

### **7.1.9. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

- Yüksek ergonomik seviyeli iyi tasarlanmış bir çalışma alanı geliştirilmesi.
- Artan kalite
- Artan güvenlik
- Artan verimlilik
- Müşterinin şartnamesini karşılama

### **7.1.10. Yorumlar**

- LCA'ları yerden almak için yapılan eğilme, bükülme gibi hareketler insanın iskelet ve kas sisteminin zorlayıcı hareketler olduğundan böyle iş yerlerinde otomatik cihazların kullanımı fayda getirecektir.(örnek olaydaki pnömatik cihaz gibi)
- Ayrıca iş yerinde ergonomi eğitimleri verilmeli ve bir denetleyici atayarak bunlar kontrol edilmelidir.
- İşçilerden seçilen bir kişi (örneğin ustabaşı) bu eğitimleri rapor edebilir.

## **7.2. Otomobil Parçaları İmalatı**

### **7.2.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

Malzeme imalatında işçiler tarafından elle gerçekleştirilen çeşitli görevler.

### **7.2.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem)**

Şirketteki yaralanma oranı, İş İstatistikleri Ofisi (Bureau of Labor Statistics, BLS) tarafından bildirilen motorlu araç parçaları imal eden şirketler için 1985 endüstri ortalamasından dört katından daha fazlaydı.

İşçilerin tazminat kayıtlarının, OSHA kayıtları, tıbbi kayıtlar ve sigorta kayıtlarının incelemesi yüksek orandaki kas ve iskelet sistemi ve dermatolojik yaralanmaları gösterdi.

### 7.2.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)

- Aşırı fiziksel çaba, görevleri yerine getirirken cisimleri kaldırma, itme veya çekme ile ilişkilidir.
- Ağır nesnelere işçilere zarar vermektedir.
- Görevleri yerine getirmede 50 libreye (yaklaşık 22,67 kg.) kadar nesnelere yukarı kaldırmaya gerek duyulmaktaydı.
- Bundan dolayı işçilerde kas hastalıkları meydana gelmektedir.

Kas hastalıkları belirtileri;

- Güçsüzlük
- Egzersiz intoleransı: Belirli bir hareketi yapmakla, o hareketi yapan kasta gelişen ve normalde olmaması gerektiği ölçüde olan yorgunluktur.
- Bitkinlik
- Atrofi: Kasın tüm kitlesini etkileyecek ölçüde küçülmesi.
- Miyotoni: Kas gevşemesinde sorun.
- Kas ağrıları
- Kontraktür: Belli pozisyonlarda kasların durma eğilimi göstererek; hareketlerin zorlaşması, enerji kaybının artması

### 7.2.4. Ergonomik risk faktör (Durum)

Görevleri yerine getirmek yoğun çaba gerektiriyordu.

Yapılan iş fiziksel çaba sınıflandırmasından, bütün vücutla dinamik çalışma türüne girmektedir. Bu çalışma türü vücudun toplam kaslarının genellikle üçte ikisini veya dörtte üçünü kapsayacak şekilde geniş kas gruplarının kullanılmasıyla karakterize edilir. Aşırı fiziksel çaba oluşumunun önemli bir nedeni de, işin geniş kas gruplarını

çalışmayı gerektirmesidir. Ayrıca işçiler, kaldırılan ve taşınan nesnelerin ağırlıkları ve taşımada kullanılan kutu boyutlarının ergonomik olmayışı zarar vermektedir.

Bir kütleyi kaldırma, tutma ve taşıma ya tamamen statik bir iş ya da statik iş oranı yüksek bir iş olup, çok fazla güç gerektirdiğinden ağır iş grubuna girer. Bu tür işlerde ana sorun fazla güç gereksinimi ve kasların fazla zorlanmasından ziyade omurlar arası disklerin zorlanıp aşınması, hasara uğraması, sırt ve bel hastalıkları oluşturmalarıdır.

Disklerdeki zorlanmalardan doğan sırt ve bel hastalıkları şiddetli ağrıların yanı sıra hareket yeteneğini sınırlar, bu hastalıkların tedavisi uzun sürer, işçi işine uzun süre devam edemez, hastalık dikkat edilmediği takdirde kolay tekrar edebilir ve işçinin erken yaşta malulen emekliliğini gerektirebilir. Sağlık bozulması nedeniyle erken emeklilik nedeni olarak sırt ve bel hastalıklarına ve sakatlıklarına oldukça sık rastlanmaktadır. Ağır işlerde çalışanlarda disk rahatsızlıkları sık sık görülmektedir.

İsviçre’de 773 kişi ile yapılan bir araştırmada (Wagenhaeuser) işçilerin %73’ü romatizma ve benzeri rahatsızlıkları olduğunu ifade etmiş, bunların %74’ünde de omurgalarında dejeneratif değişiklik tespit edilmiştir. Bu sonuç işçilerin yarısından fazlasında omurga bozuklukları ve şikâyetleri olduğunu göstermektedir.

Bir başka incelemeye göre de (Kraemer) işi bırakanların %20’si gerekçe olarak iş esnasında sırt ağrılarından şikâyetçi olmalarını göstermiştir, erken emeklilik için başvuruların %50’si de aynı şikâyeti ifade etmişlerdir. Sadece bu sonuçlar bile omurlar arası disk rahatsızlıklarının ne kadar yaygın olduğunu göstermektedir.

Tablo 7.2. Sırtın dik konumunda ve maksimum kuvvet uygulayarak kaldırma ve taşımada sınır değerler (Hettinger) [6]

TRANSPORT ŞEKLİ	CİNSİYET	YAŞ	YÜKÜN KÜTLESİ (KG)		
			ENDER	TEKRARLAYAN	ÇOK SIK
KALDIRMA	ERKEK	16 - 19	35	25	20
		19 - 45	55	30	25
		>45	50	25	20
	KADIN	16 - 19	13	9	8
		19 - 45	15	10	9
		>45	13	9	8
YATAY TAŞIMA	ERKEK	16 - 19	30	20	15
		19 - 45	50	30	20
		>45	40	25	15
	KADIN	16 - 19	13	9	8
		19 - 45	15	10	10
		>45	13	9	8

Günlük yaşantımızda bir referans değere gereksinimimiz olduğunda hep ortalama değerlerden hareket etme alışkanlığımız vardır. İnsanın yetenekleri söz konusu olunca da ortalama değerleri düşünürüz. Halbuki pek çok özellik ortalama değerlerden öylesine büyük sapmalar gösterebilir ki, ortalama değerler baz alınarak yapılmış bir işyeri düzenlemesi bazı hallerde işe yaramayabilir. Bu nedenle özelliklerin sadece ortalama değerleri değil, dağılımı ve sapmaları hakkında da fikir sahibi olmak gerekir.

Ergonomik risk faktöründe verilen ağırlık olan 50 libre yaklaşık 22,67 kg'a denk gelmektedir. Tabloya göre bu ağırlık değerlendirildiğinde ergonomik açıdan bir sorun görünmemektedir. Yük kaldırma olayında eğer yük insanın fizyolojik ve anatomik özellikleri düşünülerek belirlenen maksimum sınırın altında ise tehlikesiz, sağlığa zarar vermez diye düşünülebilir. Tabii bu sınır yaş, cinsiyet, yük kaldırma sıklığı, vücudun o işteki konumu gibi faktörlere bağlı olarak kişiden kişiye ve işten işe farklıdır. Yük kaldırma, taşıma işleminde teknik yardımcı düzeneklerin kullanılması, el ile yük taşıma kaldırma işleminin mümkün olduğunca hem sayıca hem de kütle olarak en aza indirilmesine gayret edilmelidir. Tüm bu önlemlere ve

dikkate rağmen bazı kişiler anatomik ve fizyolojik yapıları gereği önerilen sınırlar içerisinde bile yük kaldırma, taşıma işlerinde aşırı zorlanabilirler.

Yapılan çok sayıda deneyle bir kasın iş yapabilme yeteneğinin, performansının, zorlanmanın artmasıyla azaldığı kanıtlanmıştır. Zorlanma arttıkça, performans yavaş yavaş azalmakta, sonunda uyarıya rağmen kas artık görevini yapmamaktadır. Örneğin; verilen elektrik sinyalinden sonra bir yükü kaldırması istenen işgörende zamanla o kütleyi kaldırma yüksekliği azalmakta kasın kasılma, daha ziyade de gevşek rahatlama süresi uzamada sinyal ile kasın kasılmaya başlaması sırasında geçen süre de artmaktadır. Kastaki bu performans düşüşü yoğun çaba sonucunda meydana gelir.

Beyin, yoğun çaba sonucunda yorgunluk ve zorlanma meydana gelince bilinçli bir şekilde daha fazla gayret sarfedilerek, performansın düşmesi belirli bir süre önlenebilmektedir.

İşin sürekli yorgunluk verici olması nedeniyle, işçilerde zamanla genel bedensel yorgunluğa ve ilerleyen zamanlarda da kronik yorgunluğa yol açabilmekte ve işçinin işi yapması için göstermesi gereken yoğun çabaya ulaşamamasına neden olabilmektedir.

#### **7.2.5. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)**

- Olağan tesis denetlemeleri şirket tarafından desteklendi.
- Güvenlik şeritleri, uyarılar ve çeşitli güvenlik mücadeleleri şirket tarafından yürütüldü.

#### **7.2.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)**

- Otomobil parçalarının taşınmasında kullanılan kutuların boyutu küçültüldü. Kutuların ortalama ağırlıkları 50 libreden 25 libreye (11.34 kg.) düşürüldü.
- El ile kaldırma ihtiyaçlarının azaltılması için manuel konveyörler ve asansör destekleri kuruldu.



Şekil 7.5. Temsili konveyör [7]

Türkiye’de insan produktivitesini arttırmak için diğer gelişmiş ülkeler örnek alınarak konveyör ve yük asansörlerinin kullanımına geçilmiştir. Ergonomik açıdan bu yararının yanında sakatlanma ve yaralanmaları da büyük ölçüde azaltmıştır. Ve halen de makine mühendisleri tarafından bu konuda yeni tasarımlar üzerine çalışmalar mevcuttur

#### **7.2.7. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

Görevleri yerine getiren bütün işçilerin işle ilgili değişik tipte yaralanmalara maruz kalmaları halen azaltılmaktadır.

İş güvenliği kayıtlarındaki iyileşmenin bir sonucu olarak şirket, 1986 işçisinin sigorta priminin bedelinden 100,000\$’lık bir indirim aldı.

#### **7.2.8. Ergonomik çözüm (Maliyet)**

Değişikliklerin uygulanması ile ilişkili doğrudan maliyetler 190,000\$’ı buldu.

Doğrudan maliyetlerin 190,000\$’ı bulması ve bunun şirket tarafından karşılanması ile şirket büyük bir yükümlülüğün altına girmiştir. Ancak 1986 yılında sigorta prim bedelinden sağlanan 100,000\$’lık indirim ilk baştaki maliyeti büyük ölçüde karşılamıştır. Şirketteki yaralanma oranı büyük ölçüde düşmüş olmasına rağmen

ortalamanın hala üzerinde yer almaktadır. Bir süre sonra bu çalışmalar sonucunda yaralanma oranı daha da azalacaktır. İşletmedeki işçilerin sık sık yaralanması dolayısı ile yapılan işlerde de az veya çok bir aksama meydana gelmiş olmalıdır. Çalışma yapıldıktan ve yaralanma oranı azaldıktan sonra işçilerin daha verimli çalıştıkları gözlenecektir. Sonuç olarak bu çalışma sonucunda oluşan yüklü maliyet bir süre sonra kapanacak ve firma yaptığı bu çalışmanın sonucunda maliyetinden fazla kazanarak kar etme durumuna geçecektir.

### **7.2.9. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem)**

Şirketin 1986 yılındaki yaralanma oranınının 1985 yılına göre %67'lik istatistiksel bir düşüş göstermesi 1985 yılı endüstri ortalamasına göre dört kat fazla olması durumunun tamamını olmasa da büyük bir kısmını bir senelik kısa bir üretim süresinde bertaraf etmiştir.

### **7.2.10. Yorumlar**

Eğer verimli olarak yaralanma kontrol programları uygulanırsa önemli maliyet tasarrufları ortaya çıkmaktadır.

## **7.3. 3M Pilot Ergonomik Programı**

### **7.3.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

3M tesislerinde işçiler çeşitli kardiovasküler cerrahi cihazları imal etmekteydiler.

### **7.3.2 Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem)**

Çalışanların yapılan işten kaynaklanan yaralanmalar ve iş hastalıklarının tıbbi durumları, özellikle karpal tünel sendromundaki artışlar.

İş yerini değerlendirmek için bir pilot program gerçekleştirildi.

Karpal Tünel Sendromu: Kanal içinde yer kaplayan herhangi bir oluşum ya da şişlik içindeki dokuların sıkışmasına neden olur. Median sinirdeki bu sıkışma sinirin uyardığı bölgelerde uyuşma ve keçelenme şikâyetleri ile kendini belli eder. Median sinirin karpal tünelde sıkışması ile ortaya çıkan bu tablo Karpal Tünel Sendromu (KTS) olarak adlandırılır.

KTS belirtileri aşağıda belirtilmiştir.

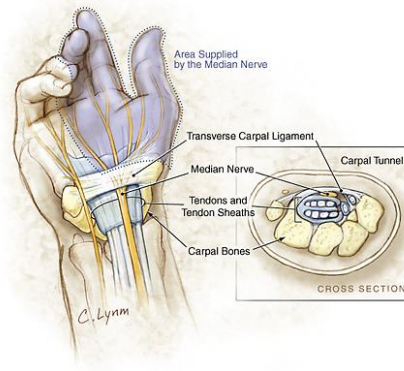
- Küçük parmak dışında kalan parmaklarda uyuşma ve keçelenme
- Bilekten kola doğru uzanan ani ve keskin ağrı
- Parmaklarda yanma ve elektrik çarpma hissi
- Özellikle sabahları görülen kısmi şişlik ve el krampları
- Başparmakta güç kaybı
- Uykudan el ve bilek ağrısı ile uyanma
- Eli sallamakla bu ağrıların hafiflemesi

KTS için alınacak önlemler aşağıda sıralanmıştır.

- El bileğinin uzun süre aynı pozisyonda tutulmaması
- Ağrı kesiciler
- Düzenli aralıklarla el bileğini dinlendirmek
- Uzun süre tekrarlayıcı karakterde hareketler yapmamak
- Obesite karpal tünel sendromu için bir risk faktörü olduğundan kilo verilmesi
- KTS'yi önlemeye yönelik egzersizler
- Atel ve bandaj kullanımı (özellikle gece)

KTS Tedavisi: Israrcı olgularda küçük bir cerrahi müdahale gerebilir. Lokal veya genel anestezi altında, mikroskop kullanılarak el bileğinden avuç içine doğru yapılan 1-2 santimlik bir kesiyle, sinirin üstündeki band kesilerek, sinirin sıkışması ortadan kaldırılır. Bu yöntem kalıcı bir rahatlama neden olur. Ameliyat sonrası 3-5 gün el bileği istirahatına takiben, hasta normal yaşantısına döner.





Şekil 7.6. Karpel tünel sendromu [8]

### 7.3.3. Ergonomik risk faktörü (Durum)

Çalışanlar farklı uzunluklardaki VDT’lerde ( Visual Display Terminal “Görsel Terminal” ) ve dizlerindeki klavyelerle çalışmaktadırlar.

Bu konuda Uluslararası Standartlık Örgütünün (ISO) belirlemiş olduğu standart mevcuttur (ISO 9241). Önerilen kullanım;

- Klavye ekrandan bağımsız, ayrı yerleştirilebilmelidir.
- Sık kullanılacak tuşlar elin optimum ulaşım alanı içinde olmalıdır.
- Kol, dirsek üstünde açılma zorunda kalmamalıdır.
- Sık kullanılan tuşlar başı hareket ettirmeden gözle kontrol edilebilmelidir.
- Bileklerin aşırı açılı konumlandırılmalarından kaçınılmalıdır

### 7.3.4. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)

Ergonomik farkındalık günlük karar vermenin çok görünür bir parçası haline gelmiştir.

İş istasyonlarını değerlendirmek için bir pilot çalışma yürütülmektedir.

### 7.3.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- Sandalyelere kolçak eklenmiştir.



Şekil 7.7. Kolçaksız ve kolçaklı çalışma sandalyesi [9]

- Monitörler yeniden yerleştirilmiştir.

İş istasyonu konumları sağ eli bir kişi için düzenlenmiş ve en azından bir iş istasyonu bir sol eli işçi için ayrılmıştır.



Şekil 7.8. Çalışma alanı [10]

- Uzun süreli klavye kullanımında, kolların masa yüzeyinden aşağıda kalması ve buna bağlı olarak bileklerin sürekli masa kenarına dayalı tutulması, bilek bölgesindeki sınırlara zarar verebilmektedir. Kollar yazı yazarken, yere paralel tutulmalı ve bilekler bükülmemelidir

- Uzun süreli mouse (fare), kullanımı avuç içi, parmak ve bilek sinirlerini zedeleyebilmektedir. Bu yüzden mouse kullanımı minimuma indirilmeli, işlemler mümkün olduğunca klavye ile yapılmalıdır
- Klavye ortasının yerden yüksekliği 710–740 mm. olmalıdır.
- Sürekli kullanılan cihazlar personelin kol erişim mesafesinde olmalıdır.

### 7.3.6. Ergonomik çözüm (Faydalar)

İşleri gerçekleştiren bütün işçiler artık CTD'lere ve diğer işle ilgili yaralanmalara ve hastalıklara maruz kalmaları azalmıştır.

İşçilerin tazmin bedellerinde azalma.

CTD: Cumulative Trauma Disorder (Kümülatif Travma Bozukluğu);

- Fiziksel yorgunluk
- Psikolojik yorgunluk
- Mutsuzluk (Motivasyon eksikliği)

CTD Nedenleri: Tam anlamı ile sebepleri bilinmese de, aşağıdakiler genel manada nedenlerinden bahseder;

- Bağışıklık sisteminin iyi çalışmaması
- Viral enfeksiyon hastalıkları

Bunların yanında;

- Stres
- Kontrol kaybı
- İş hayatındaki nedenler
  - Ekip ilişkilerindeki bozukluklar
  - İş tatminsizlikleri

- Organizasyon bozuklukları vs.
- Aşırı aktif bağışıklık sistemi
- Bireysel etmenler
- Adrenalin salgılayan bezlerinin düzenli çalışmaması
- Vücudun bütün hücrelerini güçlendiren kimyasal enerji kaynağı olan ATP düzeyinin düşük olması

#### CTD Belirtileri (Fiziksel);

- Başka bir nedene bağlı olmayan ve istirahatla geçmeyen, 6 aydan uzun süren, ortalama günlük aktiviteyi en azından %50 azaltacak derecede, yatak istirahati ile düzelmeyen, sürekli veya tekrarlayıcı fizik ve mental bitkinlik ve tükenme hissi
- Güçsüzlük ve daha önce tolere edilebilen egzersizden sonra uzun süreli yani 24 saatten fazla bitkinlik
- Enerji kaybı, Yıpranma, Bulantı, Denge kaybı vs.
- Boyunda ağrılı lenf nodları
- Açıklanamayan genelleşmiş kas zayıflığı
- Uyku bozuklukları, Hastalıklara daha hassas olma
- Geçici eklem ağrıları vs.

#### CTD Tedavisi;

- Fiziksel aktivite ve egzersiz seviyeleri yapabileceği kabiliyetine göre ayarlanmalıdır
- Tatil, istirahat
- İlaç olarak Eteda ve Arcalion gibi anti-astenik (dinçlik, kuvvet veren) ilaçlar ve vitaminlerden faydalanılabilir
- Psikoterapi

#### **7.3.7. Ergonomik çözüm (Maliyet)**

Ergonomik müdahale programı maliyeti yaklaşık \$33,500 idi.

### 7.3.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem)

- OSHA (Occupational Safety & Health Administration) yaralanma ve hastalık kayıt edilme oranında yüzde 64 bir düşüş oldu.
- CTD'ye bağlı kazalar ergonomik müdahaleleri uygulayarak azaltılmıştır.
- Şirketin kardiovasküler sistemlerinin oluş sıklığı oranı geçen yılki % 4,5'dan bu yıl % 1.61'e düşmüştür.

### 7.3.9. Yorumlar

3M'in amacı gelecek dört yılda OSHA kayıt edilme olaylarını yüzde 50 azaltmaktır.

## 7.4. Meşrubat Dağıtımı

### 7.4.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

İşçiler soda kutu ve şişelerinin kasalarını kamyonlardan el arabalarına boşaltırlar, el arabaları ile müşterinin binasına taşırlar. Daha sonra müşterinin deposuna istif ederler.

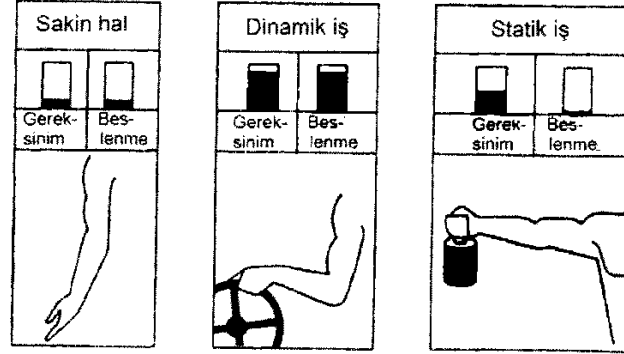
Yük kaldırma, tutma veya taşıma insanı en çabuk yoran, en çok zorlayan ve en çok da sağlık sorunlarına neden olan bir iş olduğu için bu konuda çok sayıda araştırmalar yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir.

Bir kütleyi kaldırma, tutma veya taşıma ya tamamen statik bir iş, yada statik iş oranı yüksek bir iş olup, çok fazla güç gerektirdiğinden ağır iş grubuna girmektedir. Bu tür işlerde ana sorun fazla güç gereksinimi ve kasların fazla zorlanmasından ziyade omurlar arası disklerin zorlanıp aşınması, hasara uğraması, sırt ve bel hastalıkları oluşturmalarıdır

Disklerdeki zorlanmalardan doğan sırt ve bel hastalıkları şiddetli ağrıların yanı sıra tedavisi uzun sürer, işçi işine uzun süre devam edilemez, hastalık dikkat edilmediği

takdirde kolay tekrar edilebilir ve işçinin erken yaşta malulen emekliliğini gerektirebilir.

Bu da işteki verimliliği düşüren en önemli faktörlerden biridir. Yapılan araştırmalarda görülmüştür ki iş bırakma nedenlerinin büyük bir çoğunluğu bu bel ve sırt hastalıklarından oluşmaktadır.



Şekil 7.9. Dinlenme, dinamik iş ve statik işte kasların kan gereksinimi ve beslenebilmeleri [3]

#### 7.4.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem)

NIOSH (Amerika Ulusal Mesleki Emniyet ve Sağlık Enstitüsü) önerilen ağırlık kaldırma sınır ölçütü, birçok kaldırma işlerinde aşıldı.

NIOSH Önerilen Ağırlık Kaldırma Sınır Ölçütü 1:  $LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM = RWL$

- LC: yükleme sabiti (23 kg),
- HM: yatay çarpan faktörü,
- VM : dikey çarpan faktörü,
- DM: uzaklık çarpan faktörü,
- FM : sıklık çarpan faktörü,
- AM: asimetrik çarpan faktörü,
- CM: eşleştirme çarpan faktörü,
- RWL: önerilen ağırlık limiti.

NIOSH Önerilen Ağırlık Kaldırma Sınırı Ölçütü 2: NIOSH önerilen ağırlık kaldırma sınır ölçütü, kaldırma işleriyle alakalı riskleri belirlemek, değerlendirmek yada sınıflandırmak için kullanılan bir araçtır.

NIOSH önerilen ağırlık kaldırma sınır ölçütü aşağıdaki nedenlerle kullanılabilir.

- İki el kullanılarak yapılan kaldırma işlerinin risklerini tahmin ederken,
- Çoklu kaldırma işi olarak karakterize edilmiş bir işi değerlendirirken,
- Bağlantı noktalarının rotasyonlarını, değişik çeşitlerde el bağlantıları, tekrarlama ve süre içerebilecek bir kaldırma işini değerlendirirken,

NIOSH Önerilen Ağırlık Kaldırma Sınırı Ölçütü 3

- Verilen bir iş için nispeten güvenli yükleme ağırlığını belirlerken,
- Verilen bir iş için nispeten güvenli olmayan yükleme ağırlığını belirlerken,
- Kaldırma tehlikesi olan olarak tanımlanmış bir iş için uygun bir azaltma stili belirlerken,
- Bağlantılı iki kaldırma işini kıyaslarken,
- İleri ergonomik değerlendirmeler için işlere öncelik verirken.

#### **7.4.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem)**

100 tam zamanlı işçi başına 18,5'luk bir yaralanma ve hastalık oranı NIOSH çalışmalarına göre bu endüstriyi şiddet bakımından ilk 5'de ve yaralanma sıklığı bakımından ilk 12'de yer almasına neden oldu.

#### **7.4.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)**

Bir işçi bir günde ortalama 34.000 libre (yaklaşık 15.422 kg) kaldırırdı.

Bazı işçiler için bir günde 45.000 libreye (yaklaşık 20.411 kg) kaldırma gerekebilirdi.

Neden bu değerler risk faktörü olduğu aşağıdaki hesaplamada gözlenmektedir.

- İstif kutularının ağırlığı 100 lb'ye (45,35 kg) kadardır.
- Bir işçi günde ortalama 34.000 lb (15.422 kg) kaldırır. Bu nedenle, yapılan hesaplamalara göre;  $(34.000 / 100 = 340 \text{ adet})$
- İşçi günde 340 adetten fazla kutu taşıdığına, yük kaldırma sınır değerini aşar. Dolayısıyla bu durum ergonomik risk faktörü oluşur.

Kaldırılacak yükün sınır değeri aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanır:

$$SD=40*(15/H)*(10,004*|V-75|)^*(0,7+7,5/D)*(1f/f_{max})$$

H = Yükü tutma anında ellerin beden ekseninden yatay uzaklığı (cm)

V = Tutma anında el ile basılan taban arasındaki dikey mesafe (cm) (0-175 cm arası olabilir)

D = Yükün kaldırılacağı yükseklik 25cm ile (200-V) cm arasında olabilir. Bu değer 25cm'nin altında ise D=25cm alınmalıdır.

f = Dakikada yük kaldırma sayısı. f 0.2 ile  $f_{max}$  arasında olabilir.

$f_{max}$  işin süresi ve beden konumuna göre tablo 7.1'den okunur.

#### 7.4.5. Ergonomik risk faktörü (Durum)

Dağıtım işçilerinin kamyonları boşaltmak için uzanmaları gerekir.



Şekil 7.10. Depodan malzeme alma operasyonu

Kolay Kaldırma Yöntemleri: Şekil 7.10'da gösterilen sol taraftaki işçinin bir merdiven kullandığı, sağ taraftaki işçinin ayakları üzerinde kalkarak kutuya uzandığı görülüyor. Sağ taraftaki işçinin bu hareketi hem yapılması zor bir harekettir hem de risk faktörü içerir. Sağdaki işçinin kalp vuruş hızı soldakinden daha fazla olacaktır.



Buna bağılı olarak bu işçi daha çabuk yorulacaktır. Yani dağıtım işçilerinin kamyonları boşaltmak için uzanmaları hem daha çabuk yorulmalarına neden olur hem de risk faktörünü arttırır.

İş hastalıkları;

– Elle taşıma işleri olarak adlandırılan ağırlık kaldırma, taşıma, hareket ettirme gibi bedensel aktivitelerle çalışanların yaklaşık yarısı ciddi, sakatlayıcı bel ağrısından yakınmaktadır. İş yerinde ağırlık kaldırma, öne eğilerek çalışma ve bel ve vücudun yanlış pozisyonlarda kullanılması gibi risk etkenlere maruz kalma ve uygun olmayan çalışma koşullarına bağılı olarak gelişen mesleki bel ağrısı endüstride çalışanlarda en sık yaralanma ve sakatlanma nedenidir. Bedensel aktivite ile çalışanların yanında ofis çalışanları ve bilgisayar kullananlarda bel ağrısı için risk altındadır.



Şekil 7.11. Yerden yanlış yük kaldırma hareketi ve yerden doğru yük kaldırma hareketi [13]

Şekil 7.11'deki yukardaki figürde yerden yanlış yük kaldırma hareketi, aşağıdaki figürde ise yerden doğru yük kaldırma hareketi

– Bel ağrısı çalışanın fiziksel aktivitelerini kısıtlayarak çalışanı sakat bırakabilir, çalışanın iş verimini azaltır, işini kaybetmesine neden olabilir. Uzun sürdüğünde psikolojik sorunlara yol açabilir. Böylece sadece çalışanın kendisini değil, tüm aile ve iş yaşamını olumsuz etkiler.

– Çalışanı böylesine etkileyen bel ağrısından korunmak ergonomi eğitimi ve ergonomik iyileştirmeler ile çok büyük ölçüde mümkündür. Bel ağrılarının dörtte üçünün korunma ile engellenebileceği bildirilmektedir. Gelişmiş ülkelerde çalışanlarda bel ağrısı sıklığı ve maliyetinin yüksekliği nedeniyle, etkinliği ve maliyet etkinliği gösterilen bel koruma ve ergonomi eğitimi yaygın olarak uygulanmaktadır.

Bel ile ilgili aşağıdaki gerçeklerin bilinmesinde yarar vardır.

- Alt bel bölgesi yaralanmaya en yatkın bölgelerdendir.
- Bel ağrısı oluşumunda iş ile ilgili risk etkenler önemli rol oynar.
- Bel ağrısı genellikle tek ani bir hareketten ziyade, tekrarlamalı, zorlamalı ve belin yanlış kullanımına bağlı hareketlerin zararlı birikimli etkisi ile oluşur.
- Ağrılı atakların çok büyük çoğunluğu iyileşir. Ağrı yerleştikçe tedavi zorlaşır.
- Bel ağrısı korunma ile çok büyük ölçüde engellenebilir
- Bel ağrısı nedeniyle işten uzak kaldıkça işe dönüş zorlaşır.

#### 7.4.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

– Meşrubat kasalarına ulaşımı daha kolay yapmak için dağıtım kamyonlarına çekme basamakları, dış kulplar ve çok katlı raflar kuruldu.



Şekil 7.12. Temsili araç içi raflar [14]

– El arabası dengesini iyileştirmek için yedek tekerlekli yük arabası kullanıldı.



Şekil 7.13. Yedek tekerlekli yük arabası [15]

- Meşrubat kutuları kolay dağıtım için yeniden tasarlanmıştır. Bazı ürünlerde cam şişe yerine plastik şişeler kullanarak toplam ağırlık azaltılmıştır.



Şekil 7.14. Cam şişe [16]



Şekil 7.15. Plastik şişe [17]

#### 7.4.7. Ergonomik çözüm (Faydalar)

- Azaltılmış risk faktörünün ortaya çıkması.
- Çalışan memnuniyeti.
- İyileştirilmiş fiziksel ve psikolojik refah.

#### 7.4.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem)

- Kalp atış hızının sayısal testleri, gerginlik/bitkinlik seviyeleri ve rahatsızlık kayıtları, değişiklikler için bilimsel gerekçe sağlayarak fiziksel ve psikolojik refahtaki iyileşmelerin önemini istatistiksel olarak göstermiştir.
- Psikolojik nedenlerle de kalp atış frekansı yükselebilir. Ancak bu artışları iş bilimi açısından değerlendirmek mümkün değildir. Öte yandan büyük sorumluluk isteyen bedensel bir işte, o işe yeni başlayan kişide ilk saatlerde hatta günlerde bedensel yorulmanın verdiği frekans artışı olabilecektir. Ancak işe alışıkça psikolojik frekans artışı ortadan kalkacaktır.

#### 7.4.9. Yorumlar

Yük kaldırma görevleri ile ilgili etüt sonuçlarına göre;

- Oksijen tüketimi 1lt/dk veya enerji harcaması 5kcal/dk, kalp hızı 110 vuruş/dk değerleri, genç sağlıklı bir işçi için düzgün bir çalışma günü sırasında aşılmamalıdır.
- Bu değerler kriter alınarak, meşrubat dağıtımı yapan işçilerin kalp hızları ve oksijen tüketim miktarları düzenlenmiş olabilir.

### 7.5. Kutu Yapma ve Kapama Operasyonu

#### 7.5.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

İşçiler her ürün için özel kutular yapmak ve ürünleri pakettendikten sonra kapaklarını zımbalamak zorundaydılar. Uzunluğunu kesmek için bir kesici ve genişliğini kesmek için bir dilimleyici kullanılmaktaydı. Boyutlandırmak için büyük bir oluklu mukavva levha kesirlirdi. Sonra katlanması gereken yerden mukavvayı katlayıcıyla katlamak zorundaydılar. İşçiler mukavvanın katlanmış köşeleri haricindeki köşeleri köşe kesiciyle kesmek zorundaydılar. Bu görevler beş ayrı yerde yapılmaktaydı. Montaj, mukavvanın kenarlarına ulaşabilmek için örslü bir tabanca ve mukavvanın yüzeyi boyunca zımbalamak için kör bir zımba olmak üzere iki çeşit hava basınçlı zımba tabancası kullanan montaj masasında yapılmaktaydı. Kutu kapama işlemindeki

işçiler kutuları katlayıp, kapakları yerine taktıktan sonra kutuların kapaklarını zımbalamak zorundaydılar.

1. İş yeri: Uzunluğu kesici ile kesme işlemi
2. İş yeri: Genişliği dilimleyici ile kesme işlemi
3. İş yeri: Oluklu mukavva levha kullanarak boyutlandırma işlemi
4. İş yeri: Katlayıcıyla katlama işlemi
5. İş yeri: Katlanmış köşe harici köşeleri, köşe kesiciyle kesme işlemi
6. İş yeri: (montaj masası) Mukavva kenarlarını örslü bir tabancayla mukavva yüzeyi boyunca kör zımba ile (zımbalar hava basınçlı) zımbalama işlemi
7. İş yeri: Ürünleri paketleme, kapakları zımbalama işlemi

### **7.5.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem)**

Nakliye Bölümünde CTD ‘nin üst seviyesinde iki tıbbi vakayla karşılaşıldı.

### **7.5.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)**

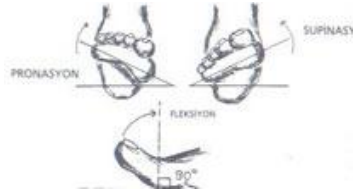
- Mukavvanın dikey ve yatay olarak taşınması için yüksek kuvvetli tutma kulpları ve güç kulplarına ihtiyaç duyulmaktaydı.
- Dikey zımbalama esnasında kör zımbanın etkisine karşı kutuyu dengede tutmak için yüksek sol el tutma kulpu kuvvetine ihtiyaç duyulmaktaydı.
- Dilimleyici siperini kullanırken yüksek çekme kuvvetine ihtiyaç duyulmaktaydı.
- Gereğinden fazla işyeri olması ve buna bağlı olarak taşıma işlemi kas yorgunluğuna sebep oluyor. Mukavvaları taşımak için tutma kulplarına yüksek kuvvet uygulanması ve güç kulplarının kullanılması kaslarda zorlamaya, buna bağlı olarak da performans düşüklüğü ve kasların aşırı zorlanması halinde de kasların görev yapamaması durumu ortaya çıkıyor. Dikey zımbalama esnasında kutuyu dengede tutmak için ve dilimleyici siperini çekmek için de yüksek kuvvet kullanılması gerekiyor ve yine kas yorgunluğu durumu ortaya çıkıyor.
- Mukavvaları taşıma esnasında sırt pozisyonu da be rahatsızlıkları için önem arz eder. İşçinin mukavvaları transferini sağlarken sırtının düz pozisyonda olması, kütlelerin omurlar arasındaki disklere uyguladığı moment kuvvetini azaltması ve kol

kaslarında oluşturduğu yorgunluğu azaltması için mümkün olduğunda vücuda dayanmış pozisyonda tutulması gerekiyor. Bunun yanı sıra kütleyi indirip kaldırırken sırtının düz ve dizlerinin bükülmüş pozisyonda olması gerekiyor. Ancak; tezgâh boyları ayarlanabilirse kütleyi indirip kaldırma sorunu azaltılabilir. Bunun yanı sıra taşıma sonucu ortaya çıkan yorgunluğun azaltılabilmesi açısından iş akışı veya kutu dizaynları gözden geçirilebilir.

**Kas Yorgunluğu:** Belirgin ölçüde zor bir işi yapmak üzere, yineleyici ve zorunlu biçimde kasılan bir kas grubunda, özellikle oksijen yetersizliğinden dolayı ortaya çıkan durum.

#### 7.5.4. Ergonomik risk faktör (Durum)

İşçiler kör zımbanın etkisine karşı kutuyu dengede tutarken dikey zımbalamayı gerçekleştirmek için aşırı kol pronasyonu (içeri döndürülme), supinasyonu (dışarı döndürülme) ve bilek gerilmesini kapsayan ters duruşlar kullanırlardı.



Şekil 7.16. Bileğin pronasyon, supinasyon ve fleksiyon pozisyonları [18]

Kol ve bileğin yorulup zorlanmaması için el ile kullanılan bazı aletlerin tasarımında değişikliğe gidilebilir. Bunun için kullanılan aletin sapı, işe özgül yapılan harekete uygun olmalıdır. Bu uyumu sağlayabilmek için aşağıdaki kriterler dikkate alınır.

- Alet sapının hareketinin işlem yönü,
- İş görenin bedeninin işlemi yönüne göre konumu,
- Bedenin, el-kol ve bacakların hareketi,
- Eklemlerin hareket alanı,
- Bedende kuvvet akış istikameti ile tutamağın işlem yönü,
- El-sap arasındaki ilişki dikkate alınmalıdır.

### 7.5.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

– Kol pronasyonu ve supinasyonu, inceleme yapıp yeni alet geliştirilmesiyle değil, karmaşık tasarımların daha basitleştirilmesiyle azaltılmıştır. Karmaşık tasarımlar kesim ve montajdaki tüm proses adımlarında baskı oluşturduğu için de basitleştirme yolu seçilmiştir.



○

Şekil 7.17. Kolay kutu tasarımı [19]

– Kol pronasyonu ve supinasyonu meydana getirdiği zorlukların önüne geçebilmek için zımbalama yerine bantlama işlemi tercih edilmiştir. Bu değişiklik işi kolaylaştırdığı gibi görüntü estetiğini de bozabilir. Ancak; görüntünün önemi, işin zorluğu ve işçi üzerinde oluşturduğu baskının yanında etkin olarak değerlendirilmemiştir.



Şekil 7.18. Koli bantlama operasyonu [20]

- Görevi yerine getirirken ihtiyaç duyulan en uygun pozisyon için kutu yapma/kapama masası yerine bir ayarlanabilir makaslar kaldırma masası temin edilmiştir.



Şekil 7.19. Makaslı kaldırma masası [21]

- İlave hava hortumlarının kurulması zımba tabancalarının kullanımını rahatlatmıştır.



Şekil 7.20. Havalı zımba tabancası [22]

- Yarı otomatik etkinleştirme ve daha kolay malzeme kullanımı sağlamak için kesici/katlayıcı değiştirilmiştir.
- İş akışını geliştirmek için montaj masasının üzerine yeni bir testere kurulması planlandı.
- Dilimleyici siperi denkleştirme, fabrikasyon zamanı oldukça uygulanacak.



### **7.5.6. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

Görevleri yerine getiren bütün işçilerin Kümülatif Travma Bozukluklarına (CTD) üst seviyede maruz kalmaları artık azalmıştır.

İşçilerin tazmin bedellerinde azalma.

Statik kas işlerinden elden geldiğince kaçınılmalı ve tutma kuvvetini azami kas gücünün %15'inden küçük tutulmalıdır. Görevlerini yerine getiren bütün işçilerde (CTD) vakalarında üst seviyede maruz kalmaları artık azalmıştır.

### **7.5.7. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem)**

Asıl iş yerlerindeki baskıyı azaltmak.

İş yerleri değiştirildikten sonra hiçbir yeni yaralanma olayı rapor edilmemiştir.

### **7.5.8. Yorumlar**

Bütün problemler tamamen çözülmemesine ve bütün sebepler tümüyle belirlenmemesine rağmen mevcut kaynaklar izin verdiğiince asıl iş yerindeki baskılar azaltıldı ve gelişmeler en büyük büyümeyi yaptı.

## **7.6. Fren Grubu Montaj Operasyonu (Küçük-Orta Boy Arabalarda Kasnak Yerleştirmek)**

### **7.6.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

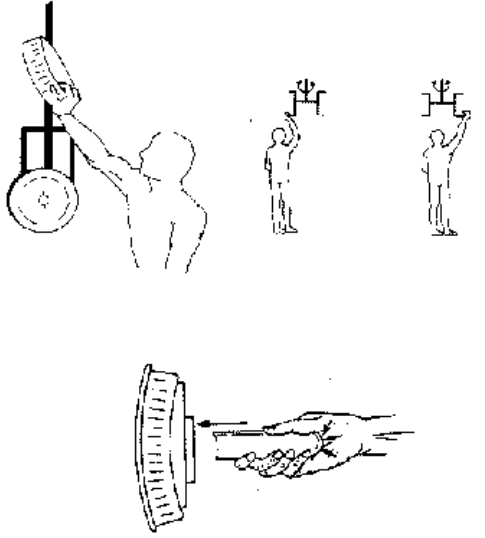
Bu, hayali bir iş ama bir otomatik montaj hattındaki çalışma durumlarının ortak yansımasıdır.

İşçi konumu: İşçi otomatik montaj hattına bitişik durmaktadır.

Konum fren kasnağı: İşçi fren kasnağını yukarıdan gelen konveyörün en üst askısından alır ve kasnağı dingil kulplarına yerleştirir ve fren pabucunun üzerine oturtur.

Güvenli kasnak: Taşıma esnasında kasnağı dingile tutturan dingil kulplarından birine bir kilit vidası eklemek için bir alet kullanılır.

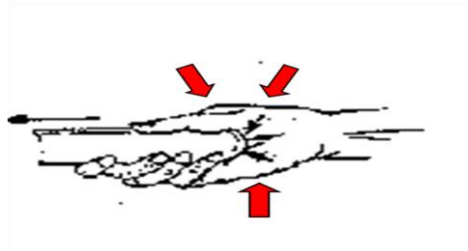
### 7.6.2. Azaltmadan önceki iş (Resim)



Şekil 7.21. Temsili kasnak montajı [23]

### 7.6.3. Ergonomik risk faktörü (Mekanik)

- Aletin dar tabanı el dokularında yoğunlaştırılmış basınç oluşturur.



Şekil 7.22. Kasnak montajında bileğe uygulanan basınç [23]

- Kalitesiz el aleti kullanılmamalıdır.

- Ağırlık dengesi uygun aletler seçilmelidir.
- Kullanırken eğilme ve dönme hareketi gerektirmeyen el aletleri satın alınmalıdır.
- Eğer bir malzeme kaldırılacak ise tutacak yeri olmalıdır. Tutacaklar ellere daha çok uyum sağlar. El ve parmaktaki eklem üzerine ve avuç içine fazla basıncı önler.
- Sap durumu ve tasarımı
- Alet ile çalışırken el hem cıvata eksenine yönünde bası kuvveti hem kavradığı cıvata tutamağı üzerinden dönme momenti uygulamak zorundadır. Bu işlemleri yapmak için kolun dirsek altından eksenine etrafında dönmesi ve baskı uygulaması gerekir. Aynı zamanda avuç içi ve parmaklar tutamağı kavrayıp aralarında sürtünme bağı oluşturur.

Sap şekillendirmede dikkat edilecek hususlar aşağıda belirtilmiştir.

- Sapı çevresi parmak uzunluğu ile uyumlu olması gerekir ve çapı yüzük parmağına gelen hizada kalınlaşmalıdır.
- Sapı hem dirsek altında kol eksenine yönünde hem de bu eksene dik yönde hareket ettirilmelidir.
- Başparmağın geleceği bölgede parmak yuvarlaklığına uygun içbükey boşluk konmalıdır.

#### **7.6.4. Ergonomik risk faktörü (Durum)**

Kasnakları en yüksek askıdan almak için yukarıya uzanmak gerekmektedir. Aşırı ön kol burkulması, askının sol tarafından kasnakları almak için gereklidir. Aşırı bilek kemiği sapması, kilit vidası ekleme için alet kullanmak amacıyla gerekir.

- Kasnakları yukarıdan almak için yukarıya uzanmak gerekir.
- Malzemeler en kısa kolun yetişebileceği uzaklıkta olmalı ve malzemelere uzanırken eğilme ve bükülme yapılmamalıdır.
- Malzemeler vücudun ön kısmına yakın olmalıdır.

- Aşırı ön kol burkulması, askının sol tarafından kasnakları almak için gereklidir.
- Montaj işlerinde gelen parçalar işe uygun olmalı ve işçi kas gücünün büyük kısmını işi için harcamalıdır.
- Yapılan iş uzun süreyle ters harekete, uzanmaya, dönmeye neden olmamalıdır.

Ellerin aksiyon hacmi aşağıdaki nedenlerden dolayı önemlidir.

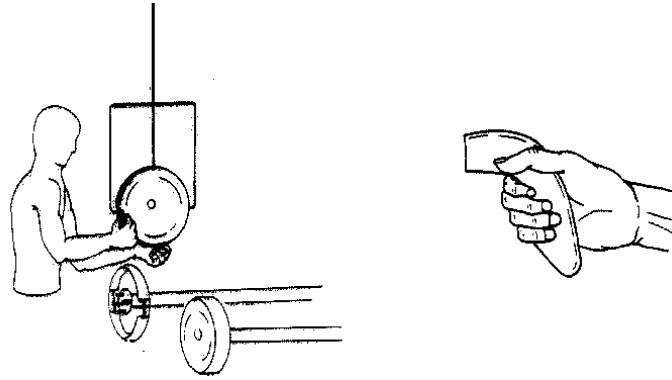
- Aşırı bilek kemiği sapması, kilit vidası ekleme için alet kullanmak amacıyla gerekir.
- Tüm kol hareket ettiriliyorsa dirsek üstü bölge, soldan sağa veya tersine hareket ettirilmelidir.
- Uygulanacak kuvvet kol pozisyonuna ve kuvvetin yönüne bağlıdır.
- Elin tutma bölgesinin sınırlarında veya sınıra yakın yerde uzun süre kalması statik iş oranını artırır, yorucu olur ve kaçınılmalıdır.
- Hareket ettirilecek nesne bedenimizden uzaklaştıkça hareket hassasiyeti o kadar azalır.

#### **7.6.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)**

- Konveyörü fren kasnaklarının dağıtım yüksekliği olan 51 inç'e (yaklaşık 129,54 cm) (montaj hattındaki dingilin tam üzerine gelecek yüksekliğe) indirerek uzanmayı en aza indirmek.
- Ön kol burkulmasını azaltmak için kasnaklar askıların sağ tarafından tutulabilsin diye askıları döndürmek.
- Dirsek kemiğine ait bilek sapmasını azaltmak için aletin kulpunu 60 ile 75 derece arasında eğmek.
- Eldeki mekanik gerilmeyi en aza indirmek için aletin kulpunu en azından 6 inç (15,24 cm) uzatmak ve kulpu yumuşak bir malzemeyle kaplamak.
- İş sürekli ayakta çalışmayı gerektiriyor, belli aralıklarla oturabileceği sandalye yada tabure sağlanmalıdır.

- Kollarının uzanabileceği alan dışına çıkılmamalıdır ve bu alan dışına çıkmak için sırtı dönme, uzanma hareketi yapmamalıdır.
- Ayakta iş yapıldığından alçak topuklu ve tabanı destekli iş ayakkabısı giymelidir.
- İşçiler işe uzanmamalı ve vücut önünde 20-30 cm uzaklıkta çalışmalıdır.
- Kaldırılan malzemelerin el ve omuz yüksekliği arasında olduğuna dikkat edilmelidir.

#### 7.6.6. Ergonomik çözüm (Resim)



Şekil 7.23. Ergonomik çözüm sonrası kasnak montajı [23]

#### 7.6.7. Yorumlar

Yapılan bu değişikliklerle işçinin daha rahat çalışma koşulları sağlanmıştır. Böylece işçinin sağlık problemleri ve olası zaman kayıpları azaltılmıştır. Bu düzenlemelerle işin verimliliği artmıştır.

### 7.7. Taşıyıcı Montajı – Yük İstasyonu

#### 7.7.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

Bu, hayali bir iş ama bir otomatik montaj hattındaki çalışma durumlarının ortak yansımasıdır.

İşçi konumu: İşçi eldiven giyer ve yüzü montaj hattına dönük durur.

Mil yatağı konumu: İşçi operatörün önünde bulunan bir depolama kutusundan bir mil yatağı alır. Mil yatağı montaj hattındaki bir tesisata yerleştirilir.

Taşıyıcı döküm konumu: İşçi 40 librelik (18,14 kg.) taşıyıcı dökümü operatörün arkasındaki bir kutudan alır ve mil yatağının üzerindeki tesisatın içine yerleştirir.

İkinci mil yatağı konumu: İşçi operatörün önündeki kutudan başka bir mil yatağı alır ve tesisatın üstündeki dökümün içine yerleştirir. İşçi, hattı işaretlemek için iki avuç düğmesini iter.

Güvenli kasnak: Taşıma esnasında kasnağı dingile tutturana dingil kulplarından birine bir kilit vidası eklemek için bir alet kullanılır.

### **7.7.2. Ergonomik risk faktör (Kuvvet)**

Büyük eldivenler kullanmak parçaların konumlandırılmasına engel olmaktadır.

### **7.7.3. Ergonomik risk faktör (Durum)**

40 librelik (18.14 kg.) dökümü kutudan kaldırmak için uzanmaya gerek duyulmaktadır.

Döküm içine mil yatağını yerleştirmek için dirsek yüksekliği (omuz esnemesi), ön kol bükülmesi (ön kol pronasyonu) ve bilek esnemesi gerekmektedir ve bu, bilek dokularına baskı yapmaktadır.

Montaj hattındaki parçaları monte etmek için avuç düğmelerine ve depolama kutusuna uzanmak gerekir.

İş yüksekliği;

- İlk olarak iş yüksekliği el ile yapılan işlerin yüksekliği olarak tanımlanır.

- İş yükseklikleri hem performans hem de zorlanmayı doğrudan etkileyebileceği gibi iş esnasındaki beden konumunu da belirler.
- Elle yapılan işlerde uygulanacak kuvvetin büyüklüğü, iş esnasında üzerinde çalışılan parçaların büyüklüğü, küçüklüğü, dolayısıyla görüş mesafesi gibi faktörlerde iş yüksekliğinin seçiminde rol oynarlar.

Tablo 7.3. Ayakta çalışma iş yükseklikleri [3]

İşin şekli	Örnekler: Özel koşullar	İş Yükseklik Bölgesi
Özel işler	Duvara çivi çakma/Duvarda yazı okuma/ Duvara şekil çizme, Görme mesafesi 40 cm, bakış açısı 15°/ Görme mesafesi 20 cm, açı 45°/ Küçük havya ile yatay yönde lehim/ Duvar boyama	S
Hassas vizüel işler; kollar destekli, gözle kontrol gerektiren ince işler	Yatay yönde, tornavida ile küçük cıvata montajı/Görme mesafesi 20 cm, açı 75°/ Görme mesafesi 40 cm, açı 45°	A
Kalp seviyesinde, yüksek parmak becerisi ve gözle kontrol gerektiren işler	Dikey yönde, tornavida ile küçük cıvata montajı/Yatay masada cımbız ile çalışma/15° eğimli masada yazı yazma/ dikey yönde hafif havya ile ince lehim işleri/ Boya tabancasıyla yatay tabla boyama	B
Hızlı, dinamik hareketli işler	Kağıt katlama/Küçük fişlerin tasnifi/Orta ağırlıkta parçaların taşınması/Yatay masada şekil çizme	C
Kuvvet uygulayarak hareket	Çiviyle elle tutup yatay düzlemde çakma/Elle planya/Yatay düzeye tutkal sürme	D
Ağırlık kaldırma, en doğru tutma yüksekliği	Sırtı eğmeden, aşağıya salınmış ellerle yükü tutup kaldırma	E
Tüm bedenini iştirak ettiği, ağır işler	Ağır yük kaldırma. Eğik konumda ağır işlerde çalışma	F

Tablo 7.4. İş bölgesi taban yüksekliği [3]

Bölgeler	Taban iş yüksekliği
S:özel işler	1150mm-1350mm
A:hassas vizüel işler	1000mm-1150mm
B:yüksek parmak becerisi	900mm-1000mm
C:dinamik işler	800mm-900mm
D:kuvvet uygulayarak hareket	700mm-800mm
E:ağırlık kaldırma	600mm-700mm
F:tüm bedenini iştirak ettiği ağır işler	500mm-700mm

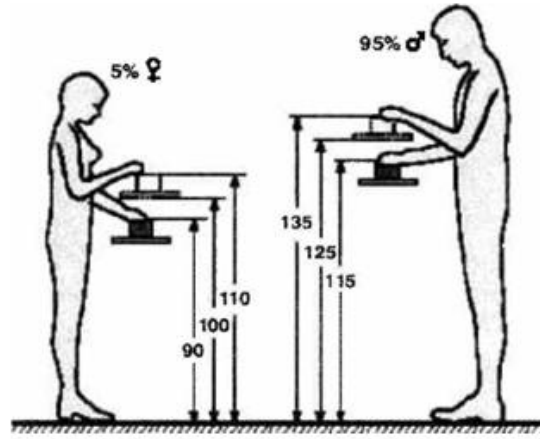
Ayakta çalışma konumunda iş tablası yüksekliği;

- Ayakta çalışılan iş yerlerinde tezgâh yüksekliği dirsek yüksekliği ve üzerinde çalışılan parçanın yüksekliğine bağlı olarak belirlenir.
- Uzun boylu erkekler için ince montaj, hassas ayar ve kontrol faaliyetleri için önerilen 135cm masa yüksekliği ve %5 dilimdeki bayanların çalışması için çok fazladır.

- Yüksek kuvvet uygulanacak bir iş söz konusu ise kısa boylu hanım için 90cm çalışma yüksekliği veya bundan parça yüksekliği çıkarılınca idealdir.

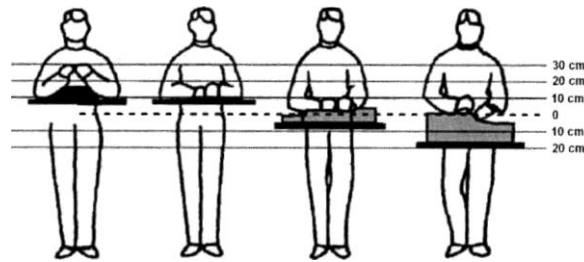
#### Tezgâh Yüksekliği (Ayakta);

- Şekilde erkek ve bayana ait duruş örneği vardır.
- Erkekler bayanlara göre biraz daha kambur bir durumda çalışmak zorundadırlar.
- Bayanların vücut yapılarındaki özelliklerinden dolayı dik durmaları gerekmektedir.



Şekil 7.24. Ayakta çalışmada tezgah yüksekliği [3]

İşin ağırlığına göre iş tablası yüksekliği, soldan sağa doğru: Hassas iş, görsel kontrol; Hafif kuvvet gerektiren iş; Orta düzey kuvvet gerektiren iş ve Büyük kuvvet gerektiren iş



Şekil 7.25. İşin ağırlığına göre iş tablası yüksekliği [3]



Bazı kurallar, öneriler aşağıda sıralanmıştır.

- Yüklere uygulanan kuvvet insan bedeni üzerinde en kısa yolu takip etmelidir.
- Yük kaldırmanın en kolay yolu çömelerek yükü tutup kaldırmaktır.
- Eğer yük ağır ve elle itmeyi gerektiriyorsa dirsek açısı 90 derece olmalıdır.
- Kolla uygulanan çeki, hem de bası kuvveti beden ekseninden geçmelidir. Aksi halde devrilmemek için ayrı bir güç gerekir.

İş istasyonunun düzenlenmesine ait prensipler aşağıda belirtilmiştir.

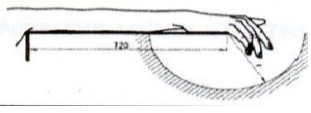
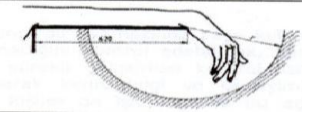
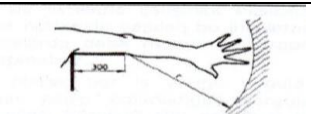
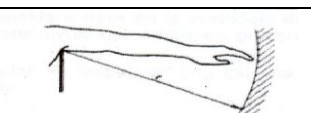
- İş yapımında kullanılacak araç ve malzemelerin belirli yeri olmalıdır.
- Malzemeleri yakına getirmek için yer çekiminden yararlanılmalıdır.
- Tanımlanan işin iş masasından uzaklaştırılmasında otomatik yöntemler kullanılmalıdır.
- Kullanılan sandalye tipi ve yüksekliği rahat bir oturuş pozisyonu sağlamalı ve iş masasının yüksekliği ile sandalye yüksekliği ayakta ve oturarak çalışmaya izin verecek şekilde düzenlenmelidir.

İşte güvenlik şu şekilde sıralanmıştır: Doğrudan güvenlik; sağlığa etki edecek önlemler; Dolaylı güvenlik; koruyucu güvenlik önlemleridir; Uyarıcı güvenlik; yukarıdaki yöntemlerin uygulanamaması durumunda tehlikeyi ortadan kaldırabilmek veya minimize edebilmek için levha, işaretler vs. uyarıcı güvenlik önlemleri.

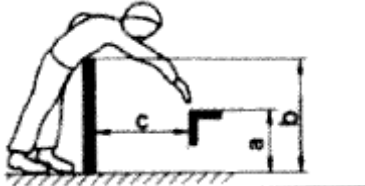
Konuyla ilgili önemli bilgiler aşağıda belirtilmiştir.

- Doğrudan güvenlik önlemlerini uygulamak mühendis açısından kolay değildir. (Makine tasarımı ve üretimi gibi olayları yapanların dolaylı ve uyarıcı güvenlik önlemleriyle arttırılmalıdır.)
- Dolaylı güvenlik ve uyarıcı güvenlik yöntemlerini başarıyla uygulayabilmek için tehlikenin ortaya çıktığı yerleri tespit etmek gerekir.

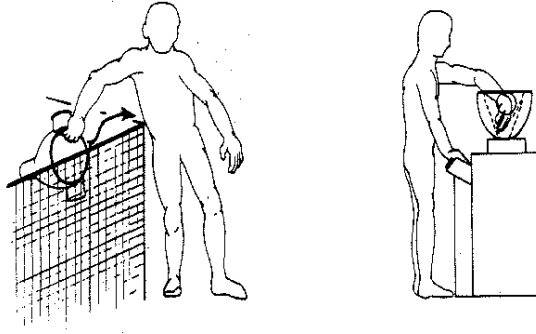
Tablo 7.5. Sabit bir sınırın ötesinde güvenlik mesafeleri [3]

Organ Konumu	Güvenlik Mesafesi	
Parmak kökünden kıvrılma	> 130 mm	
Bilekten kıvrılma	> 230 mm	
Dirsekten bükülme	> 550 mm	
Omuzdan bükülme	> 850 mm	

Tablo 7.6. Tehlike bölgeleri [3]

Tehlike bölgeleri a: Tehlikeli noktanın yerden yüksekliği b: Koruyucu kafes veya duvarın yüksekliği c: Koruyucu ile tehlikeli nokta arasındaki yatay mesafe									
b	2400	2200	2000	1800	1600	1400	1200	1000	
a	c mesafesi [mm]								
2400	-	100	100	100	100	100	100	100	100
2200	-	250	350	400	500	500	600	600	600
2000	-	-	350	500	600	700	900	1100	1100
1800	-	-	-	600	900	900	1000	1100	1100
1600	-	-	-	500	900	900	1000	1300	1300
1400	-	-	-	100	800	900	1000	1300	1300
1200	-	-	-	-	500	900	1000	1400	1400
1000	-	-	-	-	300	900	1000	1400	1400
800	-	-	-	-	-	600	900	1300	1300
600	-	-	-	-	-	-	500	1200	1200
400	-	-	-	-	-	-	300	1200	1200
200	-	-	-	-	-	-	300	1100	1100

#### 7.7.4. Azaltmadan önceki iş (Resim)



Şekil 7.26. Temsili mil yatağını alma ve yerine yerleştirme [23]

#### 7.7.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

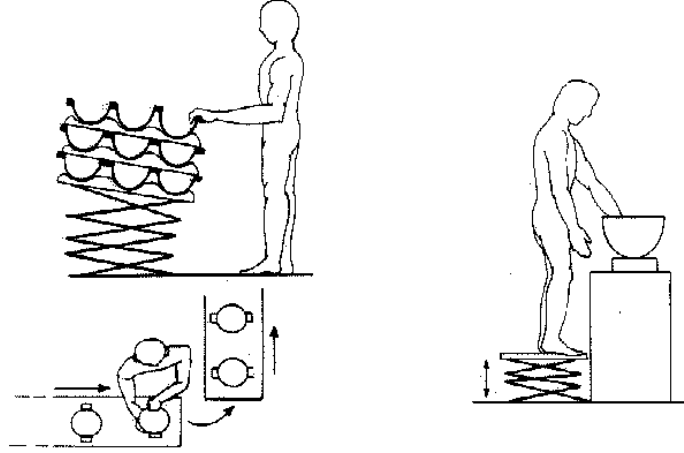
- Taşıyıcı döküme uzanmayı azaltmak için kutuları işçilere doğru yatırmak ve kutuları bir asansöre koymak.
- Kolayca uzanılabilirler ve tutulabilirler diye taşıyıcı dökümleri bir yükün hasara uğramaması için köpük üstünde istiflemek.



Şekil 7.27. Temsili köpük ambalaj [24]

- Uzanmayı azaltmak için montaj hattına bir defada taşıyıcı dökümleri dağıtmak üzere bir konveyör kullanmak.
- Dirseği alçaltmak ve bileği doğrultmak için işçileri ayarlanabilir bir platformla yükseltmek.
- İşçi montaj hattına daha yakın durabilir diye kullanılan kutuyu ve avuç düğmelerini tekrar konumlandırmak.
- İşçiler istedikleri eldivenleri seçebilirler diye eldiven tipleri ve bedenlerinin geniş seçeneğini sağlamak.

### 7.7.6. Ergonomik çözüm (Resim)



Şekil 7.28. Ergonomik çözüm sonrası çalışma ortamı [23]

## 7.8. Büro Personeli Çalışması

### 7.8.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

Büro personelleri, zımbaları çıkarmak için sıkıştırma kulpu kullanmak ve klavye kullanmak gibi değişik görevleri yerine getirmek zorundaydılar. Görevi yerine getirmek için kâğıtlardaki zımba deliklerine yüksek kuvvet uygulanması ve bilek gerilmesi gerekmektedir.

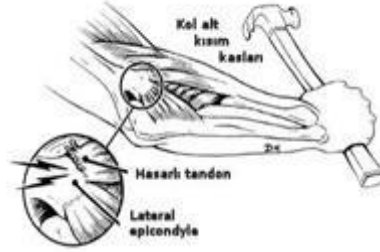
### 7.8.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem)

İş istasyonunun ergonomik bir değerlendirmesi işin tehlikeli olduğunu gözler önüne sermiştir.

### 7.8.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem)

İşçiler arasında karpel tünel sendromu ve tendon iltihaplanma tıbbi vakaları görüldü. Karpel tünel sendromu olan bir işçi tekrar dava açmıştır.

Tendon iltihaplanması (Tendinit): Hafif bin incinme ya da aşırı kullanma, omuz ya da dirsekte ağrı oluşmasına yol açabilir. Genellikle nedeni, kası kemiğe bağlayan tendondaki küçük bir yırtık ya da iltihaptır.



Şekil 7.29. Tendon iltihabı (tendinit) [54]

**Belirtiler:** Özellikle dirsek ya da omuzda, eklemin hemen dışında ağrı ve hassasiyet

Tendinit en sık omuz ve dirsekte görülür. Kemikte herhangi bir sorun olup olmadığını anlamak için röntgen çekilebilir.

Tendinit, tendonlarda kalıcı hasara neden olabilir. Ağrılı bölgeyi hareket ettirmemeye çalışmak da katılaşmaya yol açabilir. Eğer aşırı kullanma yıllarca sürerse, önceleri belirsiz bir rahatsızlık yaratan bu durum, daha sonra dokularda nedbe oluşmasına bağlı esneklik kaybına yol açabilir. Bazen, dirsek ya da omuzunuzu dinlendirdiğinizde, tendinitin yarattığı rahatsızlık birkaç haftada ortadan kaybolabilir. Yaşlılarda ve etkilenen bölgeyi sürekli kullananlarda, tendinit çoğu kez daha yavaş iyileşir ve genellikle ilerleyerek, kronikleşir. Omuzdaki bağlar ve tendonlar giderek sertleşerek, hareket kaybına neden olabilir; bu durum donmuş omuz olarak adlandırılır.

**Tedavi:** Dinlenme çok önemlidir. Etkilenen bölgeyi birkaç gün kullanmayın. Etkilenen bölgenin elastik bir bandajla sarılması ve kolun askıya alınması yararlı olabilir. Ayrıca bölgeye buz uygulaması, rahatsızlığı ve şişmeyi azaltabilir. İlaç Tedavisi; Aspirin gibi bir ağrı kesici şikayetlerin azalmasına yardımcı olabilir. Eğer tendinit sürerse, doktorunuz hasta bölgeye kortizon gibi bir steroid ilaç enjekte edebilir.

Ameliyat: Bir tendon yırtıldığında, onarıcı bir ameliyat gerekebilir.

Egzersiz: Dinlenme tendinit tedavisinin önemli bir parçası olmasına rağmen, uzun süre hareket ettirmeme, ekleme sertleşmeye neden olabilir. Birkaç gün bölgenin dinlendirilmesinden sonra, ekleme hafif hareketler yaptırılarak, esnekliği korunmalıdır. Bu hareketler donmuş omuz oluşmasını engelleyebilir.

Önlem: Tendinitin tekrarlaması egzersizden önce eklemi ısıtarak ve egzersizden sonra soğutarak engellenebilir. Güçlendirici egzersizler de tendinitin tekrarlamasını engelleyebilir.

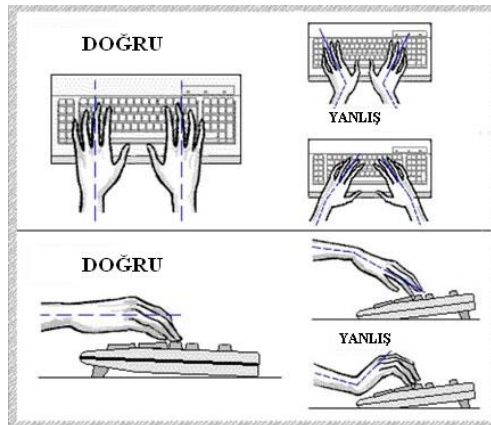
#### 7.8.4. Ergonomik risk faktör (Kuvvet)

Zımbaları çıkarmak için yüksek sıkıştırma kulpuna gerek duyulmaktaydı. Zımbalamak ve delik delmek için kuvvet uygulamaya gerek duyulmaktaydı.

#### 7.8.5. Ergonomik risk faktör (Durum)

Görevleri yerine getirmek için boyun ve sırt gerilmesi gerekiyordu.

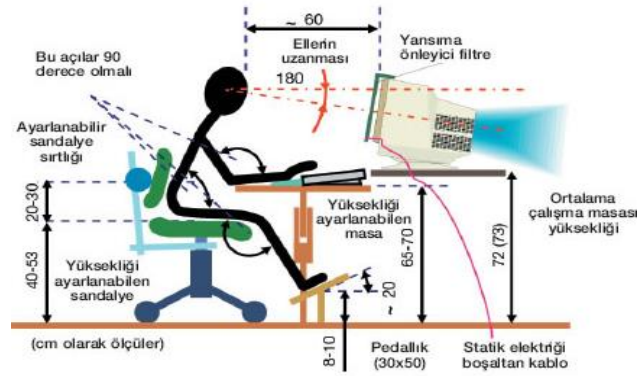
Klavyeyi kullanırken bileklerin ters duruş pozisyonunda uzun süre durmaktaydı



Şekil 7.30. Doğru ve yanlış klavye kullanımları [25]

### 7.8.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- Görevleri yerine getirirken personellerin ellerine yayılan boyun ve omuz gerilmelerini yok etmek için hareket edebilir ön kol ile destekli yüksek arkalı ergonomik bir sandalye temin edilmesi.



Şekil 7.31. Masa başı çalışma ergonomisi [26]

- Klavyeyi uygun seviyeye yerleştirmek için ayarlanabilir iş istasyonu sağlamak.



Şekil 7.32. Ayarlanabilir iş istasyonu [55]

- Klavye kullanırken işçilerin bileklerini doğal konumlamalarını korumak için ergonomik klavye kullanmak.



Şekil 7.33. Ergonomik klavye [27]

- On tuşun altına bilek dayanağı yerleştirmek.



Şekil 7.34. Klavye desteği [28]

- Sıkma kulpu kullanma ihtiyacına gerek duymayan bir zımba çıkarıcı temin etmek.
- Bu görevleri yerine getirirken bilek gerilmesini önlemek ve yüksek basınçlar uygulamak için bir elektrikli zımba ve delik delici temin etmek.

### 7.8.7. Ergonomik çözüm (Faydalar)

- Görevleri yerine getiren bütün işçilerin karpel tünel sendromu ve tendon iltihaplanma risk faktörü maruz kalmaları artık azalmıştır.
- Daha fazla sakatlanma davalarından sakınma ve böylece işçilerin tazminat maliyetlerinde azalma.

### 7.8.8. Ergonomik çözüm (Maliyet)

Ergonomik iyileştirmeler için donanımların toplam maliyeti \$1,965'dir.



### **7.8.9. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem)**

İşçilerin daha fazla sakatlanma davalarının ortadan kalkması.

### **7.8.10. Yorumlar**

Eğer düzeltici faaliyet zamanında yapılırsa birçok sakatlama davalarından korunulabilir.

## **7.9. Bilgisayarla İlgili Görevler**

### **7.9.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

Personeller bilgisayarla ilgili tekrar eden görevleri yerine getirmek zorundadırlar.

### **7.9.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem)**

CTD' nin tıbbi etki oranlarının artışı.

Çalışanların %25'i kadarının CTD problemleri olduğu rapor edildi.

### **7.9.3. Ergonomik risk faktör (Durum)**

Görevi yerine getirmek için ters durum gerekmektedir.

Bilgisayarlardan kaynaklanan ve sağlığı etkileyebilecek tehlike kaynakları aşağıda belirtilmiştir.

- X ışını (X-ışınları ya da Röntgen ışınları, 0.125 ile 125 keV enerji aralığında veya buna karşılık, dalgaboyu 10 ile 0,01 nm aralığında olan elektromanyetik dalgalar veya foton demetidir. 30 ile 30.000 PHz (1015 hertz) aralığındaki titreşim sayısı aralığına eşdeğerdir. X ışınları özellikle tıpta tanısal amaçlarla

kullanılmaktadırlar. Yükünleştirici ışınım sınıfına dâhil olduklarından zararlı olabilirler.)

- Ultraviyole (Morötesi ışınım, dalga boyu 10 ile 400 nm arasındaki ışınımına denir. Gözümüz, 400 ile 700 nm dalga boyları arasına duyarlıdır ve bunun dışındaki ışınımı algılayamaz. Görebildiğimiz en küçük dalga boylu ışınımı mor olarak algıladığımızdan, bundan daha küçük dalgaboyuna sahip olan ışınımına "morötesi ışınım" adı verilir.)
- İnfrared ışınlar (Kızılötesi (Kızılaltı, IR veya Infrared) ışınım, dalgaboyu görünür ışıktan uzun fakat terahertz ışınımından ve mikrodalgalardan daha kısa olan elektromanyetik ışınımıdır. Teknolojide kabul edilen ismi olan infrared Latince'de aşağı anlamına gelen infra ve ingilizce kırmızı anlamına gelen red kelimelerinden oluşmaktadır ve kırmızı altı anlamına gelir. Kırmızı görünür ışığın en uzun dalgaboyuna sahip rengidir. Kızılötesi ışınımın dalgaboyu 750 nanometre ile 1 mikrometre arasındadır. Normal sıcaklığındaki insan vücudu 10 mikrometre civarında ışıma yapar.)
- Statik elektrik
- Görünür ışık, mikrodalga, radyo dalgaları, düşük frekanslı elektrik alanları
- Çok düşük frekanslı manyetik alanlar
- Düşük ve anormal doğumlar; Bilgisayar ile çalışan kadınlarda düşük oranı bir miktar daha yüksek bulunmuştur. Ancak anormal doğumlar bakımından farklılık tespit edilememiştir.

Göz yorgunluğu: Monitör kullananlarda en sık rastlanan belirtidir. Bilgisayar kullanarak çalışanlarda %71-91 oranında görülürken bilgisayar kullanmaksızın çalışanlarda bu oran %45'dir.

Göz Yorgunluğunun Belirtileri: Göz etrafında ve arkasında ağrı, bulanık görme, çift görme, görüntüyü odaklamada zorluk, göz kapağı ve gözde enflamasyon , başağrısı

Kas-İskelet sistemi hastalıkları: Boyun ve omuz ağrısı bilgisayar ile çalışanlarda %82, diğer çalışanlarda %55 oranında görülür. Bel ağrısı bilgisayarla çalışanlarda %75, diğer çalışanlarda %56 oranında görülür. Bu şikâyetler, bilgisayar başında geçirilen süre ile doğru orantılıdır.

RSI (Repetitive Strain Injury):Bilgisayar kullanımı sırasında tekrarlayıcı hareketlerin yol açtığı sorunlardır. Bu sorunlardan bazıları aşağıda belirtilmiştir.

- Tendinit (Tendon iltihaplanması)
- Ganglion kistleri: el ve bileğinde oluşan ve bazen büyüme gösteren iliklerdir. Bu kistler çoğunlukla el bileğinin üst tarafında görülür. Daha az sıklıkla el bileğinin avuç içi tarafında, parmakların uç eklemlerinin üzerinde ve parmakların avuç içinde bağladığı bölgelerde ortaya çıkar. Bu kistler özellikle yeni oluşmaya başladığı dönemlerde veya elin sürekli zorlandığı aktivitelerde ağrılı olabilir. Büyüklükleri zamanla değişebilir ve bazen kendiliğinden kaybolabilirler. Bu kistler kötü huylu tümör yapısında değildir.

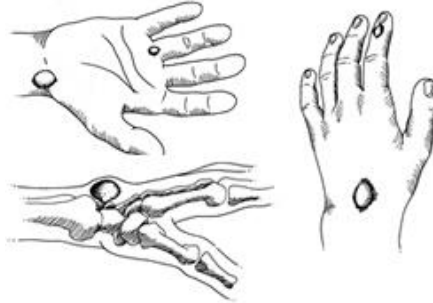
Tanı: Kistin bulunduğu yer ve görünümü temel alınarak ganglion tanısı konur. Olası eklem problemlerini araştırmak için radyolojik inceleme yapılabilir.

Tedavi: Hiçbir yakınmaya sebep olmayan ganglion kistleri tedavi gerektirmez, sadece izlemek yeterlidir. Ancak, kist ağrılı ve günlük aktiviteleri sınırlıyorsa veya estetik olarak görünümü kötü ise tedavi edilmesi gerekir.

Kist içindeki sıvının bir enjektör ile boşaltılması ve/veya el bileğinin bir atel yardımı ile tespit edilmesi, cerrahi olmayan tedavi yöntemlerini oluşturur. Bu yöntemlerden sonra kistin ve yakınmaların tekrarlama olasılığı yüksektir.

Cerrahi olmayan tedavi uygulamalar başarısız olursa, kistin cerrahi olarak çıkarılması bir el cerrahisi uzman tarafından önerilebilir. Cerrahinin amaç, kisti kaynağı ile birlikte çıkartmaktır. Bu yüzden cerrahi işlem sırasında ganglion ile birlikte eklem kapsülünün veya tendon kılıfının bir kısmının çıkarılması gerekebilir. Eğer ganglion el bileğinden çıkartıldıysa, ameliyattan sonra el bileğini tespit eden bir atel uygulanması, bazı hastalarda görülen ameliyat bölgesinde duyarlılık ve şişme gibi bulguların oluşmasını

önleyebilir. Ganglionların cerrahi olarak çıkartılması en başarılı tedavi yöntemidir ve bu kistlerin tekrarlama olasılığı çok azdır.



Şekil 7.35. Ganglion kistleri [29]

- Karpal tünel sendromu

#### 7.9.4. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)

- İşçilerin ihtiyaçlarını belirlemek ve yaratıcı çözümler sağlamak için bir proaktif deneme programı geliştirildi.
- Ergonomik çalışma süreçleri sağlandı.

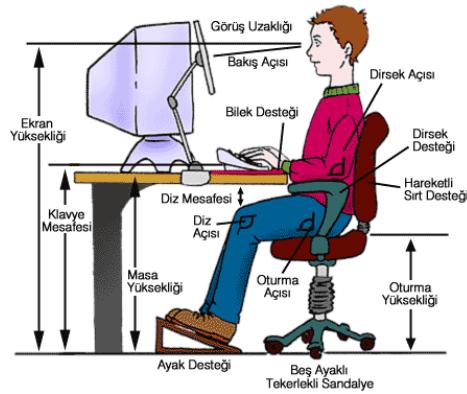
#### 7.9.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- Ergonomik olarak tasarlanmış sandalyeler temin edildi.
- Eklemleri klavye ve fare yazım yüzeyleri kuruldu.
- Belge tutacakları temin edildi.
- Parıltısız ekranlar kuruldu.
- Ayarlanabilir ayak yuvaları kuruldu.
- El serbest telefon kulaklıkları temin edildi.

Bilgisayar kullanımında sağlık sorunlarını önlemek aşağıdaki hususlara dikkat etmek gerekir.

- Kullanılan monitör düşük radyasyonlu (low radiation) olmalıdır.

- Tercihen ergonomik klavye kullanılmalıdır.
- Klavye tuşları çok yumuşak ve çok sert olmamalıdır.
- Monitöre filtre takılmalıdır.
- Monitör ışık yansıtmayacak konumda yerleştirilmelidir.
- Klavyede yazı yazarken sadece 2 parmak kullanılmamalıdır. Ayrıca eller uygun pozisyonda olmalıdır. Doğru klavye kullanımını Şekil 7.30’da verilmiştir.
- Oda aydınlatması normlara uygun olarak düzenlenmelidir.
- Uzun süre bilgisayar başında oturulmamalıdır. Her 1 saatlik çalışmada 5-10 dakika mola verilmelidir.
- Bir saat süreyle monitör ile çalışma sonucunda ölçülebilir derecede görme bozukluğu ortaya çıkar. Bunların %75’i 11 dakikada, tamamı 16 dakikada düzelmektedir.
- Baş dik, omuzlar rahat, sırt dik, dayalı ve kullanılan metaryeller kolay görünebilir yerde olmalıdır.



Şekil 7.36. Bilgisayarlı çalışma masasındaki tanımlamalar [30]

Bu hususları açıklamak gerekirse aşağıdaki kriterlere dikkat etmek gerekir.

- Klavye açısı ayarlanabilir olmalıdır.
- Monitör ışık yansıtmayacak konumda yerleştirilmelidir.
- Bilgisayarın bulunduğu masa üstü ergonomik olmalıdır.
- Fare, klavyeye çok yakın ve aynı yükseklikte olmalıdır.
- Masa ve klavye çok yüksek olmamalıdır.

- Klavyede yazı yazarken bilekleri herhangi bir yere dayamadan çalışılmalıdır.
- Ekranla sürekli olarak bakılmamalıdır.
- Ekran ile göz aynı hizada olmalı ve gözden en az 50 cm ideal olarak 75 cm uzakta olmalıdır.
- Boyun sürekli gergin tutulmamalı, ara sıra boyun egzersizleri yapılmalıdır.

#### **7.9.6. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

- Şimdi görevlerini yerine getiren bütün işçilerin CTD'ye maruz kalmaları azalmıştır.
- İşçilerin tazminat maliyetlerinde düşüş

#### **7.9.7. Ergonomik çözüm (Maliyet)**

İşçi başına iş istasyonu değişiklik maliyetleri yaklaşık 915\$'dır.

#### **7.9.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği kanıtlayan yöntem)**

CTD ile ilgili vakalar azaltılmıştır.

#### **7.9.9. Yorumlar**

Hemen ve olumlu yansımalar sayesinde deneme programı diğer bölümlere de yayıldı.

### **7.10. El Arabası ile Yapılan Dağıtım Operasyonu**

#### **7.10.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

Çelik el arabaları ile işçiler yiyecek ve tütün malzemeleri dağıtımını yapmaktadır.

Çalışanlar üzerinde gereksiz kas ve iskelet sistemi gerginliği oluşmaktaydı.

### 7.10.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem)

Dağıtım yapan işçiler arasında sırt yaralanma olaylarının tıbbi kayıtları sorunu kanıtlamaktaydı.

### 7.10.3. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama)

- Her durakta 10 ila 12 kademeli rampa çıkılmakta ve bir günde 18 durak dağıtım yapılmaktaydı. Dağıtım operasyonu işçilerde büyük yorgunluk hasarını ve sırt yaralanma risk faktörünü arttırdı.
- Bir kütleyi kaldırma, taşıma veya tutma ağır iş sınıfına girer. Fazla güç gereksinimi olduğundan disklerde aşınma, hasara uğrama meydana gelir. Sırt bel ve ağrıları oluşur.
- Herhangi bir yük taşımayan insanın L3-L4 diskleri arasında 100 birim basınç oluşur.
- 10 kg yük taşıyan bir insanın diskleri arasında ise 140 birim basınç oluşur.
- Bir el arabasına uygulanan kuvvet, kaldıraç formülünden (yük x yük kolu = kuvvet x kuvvet kolu) bulunduğu disklere ne kadar baskı yapıldığı yaklaşık olarak bulunabilir.
- Uygulanan kuvveti azaltmak için iki çözüm vardır.
  - Kuvvet kolunu uzatmak ya da Yükü azaltmak
- Kuvvet kolunu uzatmak işçi açısından taşımakta zorluk yaratacağı için ikinci çözüm daha kabul edilebilirdir.

Tablo 7.7. Çelik kasalı ve alüminyum kasalı arabanın karşılaştırılması [31]

		
Hammadde	Çelik: Yoğunluk: 7,9g/cm <sup>3</sup>	Alüminyum: Yoğunluk: 2,8g/cm <sup>3</sup>
Kasa	0,8mm,1mm ve 1,2mm sac	0,8mm,1mm ve 1,2mm sac
Kapasite	80 litre	80 litre
Ağırlık	16Kg	5.7kg

#### **7.10.4. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)**

El arabası ile taşımada ağırlığı her yolda bir tonun yarısından fazla azaltmaya eşit olan 7 libre ila 8 libre (3,2-3,6 kg.) azaltarak hammadesi çelik yerine alüminyum olan el arabaları kullanıldı.

El arabasıyla kaldırma metodunun doğru olarak kullanılmadığı ortaya çıktı. Bununla ilgili metod belirlendi. Uygulanması gereken metot 3 adımda anlatılmıştır.

El arabası kaldırılırken: Hafif açılmış bacaklarla denge sağlanacak şekilde çömelinir ve el arabasına mümkün olduğunca yaklaşılarak tutamaklar ellerle sağlamca tutulur. El arabası kaldırılmadan önce sırt düz hale getirilir. Karın ve sırt kasları gerginleştirilerek omurga desteklenir. El arabası yukarıya doğru kaldırılırken önce bacaklar dikleşir. Ardından da tüm vücut olabildiğince dik konuma getirilir.

El arabası taşınırken: Yükün simetrik dağılımına dikkat edilmeli. El arabası vücuttan uzakta taşınmamalı. Sürekli yük taşımada el arabası arada bir bırakılmalı.

El arabası yere indirilirken: Sırt el arabası kaldırılırken nasıl düzgün duruyorsa, indirirken de sırt düzgün, mümkün olduğunca dik, kambursuz olmalı. El arabası düzgün ve yavaş yere indirilmeli. El arabasını yere koymak üzereyken yeniden yakalamaya çalışılmamalı.

#### **7.10.5. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

Azaltılan risk faktörüne maruz kalma; mevcut risk araba ağırlığı azaltılarak düşürülmüştür. Fakat tam olarak kaldırılmış değildir.

Dağıtım yapan kişinin verimliliğini ve moralini iyileştirme; Mevcut çözümümüz sonucunda sırt yaralanmaları ve ağırları azalmış, işçilerin morali düzelmiştir. Ayrıca belirtmek gerekir ki moral ve stres faktörünün sırt ağırları üzerinde büyük etkisi vardır. Strese girdiğimiz zaman boyun kaslarımız gerilir ve c şeklinde olan boyun



omurumuz düzleşir. Bu durum sırt kaslarına giden sinirlerin uçlarına baskı yapar ve sırt ağrıları çekmemize sebep olur.

#### **7.10.6. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem)**

Yeni alüminyum el arabaları ve taşıma yöntemini kullanan işçiler arasında sırt yaralanma olaylarında önemli azalma gerçekleşmiştir.

#### **7.10.7. Yorumlar**

Daha hafif araba kullanmak yararlı olabilirken, daha az ağırlık genellikle daha az denge sunmaktadır. Bazı durumlarda yüklerini dengede tutmak için mücadele veren işçilerin daha fazla kas ve iskelet sistemi gerginliğine neden olabilir. Ağır cisimlerin dengelerini bozmak zordur fakat hafif cisimlerin dengesini bozmak daha kolaydır. Çelik yapıli arabalar yerine alüminyum yapıli arabaların kullanılmasıyla ağırlık azalmış ve bunu sonucunda arabanın dengesini korumak, işçi için daha da zorlaşmıştır.

Peki dengeyi bozan nedir? Yükün araba üzerindeki konumundan doğan moment etkisi arabanın dengesini ağır tarafın lehine değiştirecektir. Bu durumda işçi arabanın dengesini sağlayabilmek için daha fazla çaba harcayacak ve bu sırada kaslarında dengesiz bir şekilde baskı meydana gelecektir. Bu dengesiz baskı sırt kaslarında ve iskelet yapısında gerginliklere yol açacaktır. Bu sorunu aşmak için yükler arabaya, arabanın dengesini bozmayacak şekilde yüklenmeli, yükün ağırlık merkezi ile arabanın ağırlık merkezi çakıştırılmalıdır.

### **7.11. Araba Ön Farları Yerleştirme Operasyonu**

#### **7.11.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

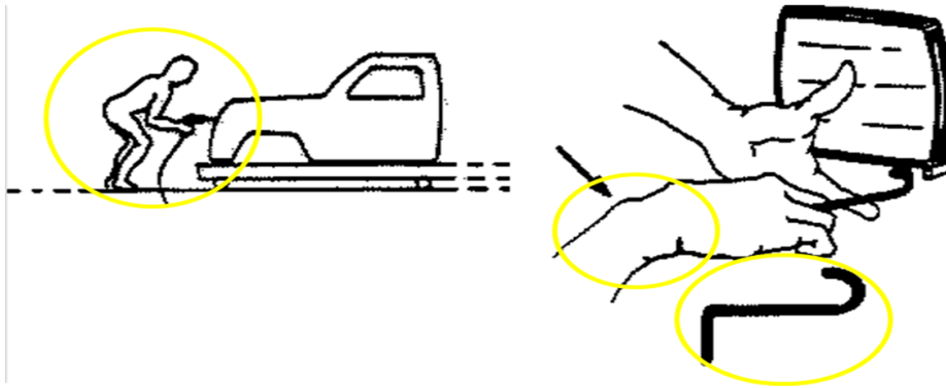
Bu, hayali bir iş ama bir otomatik montaj hattındaki ortak çalışma durumlarının yansımasıdır.

İşçi Konumu: İşçi otomatik montaj hattının yanında durur.

Bağlama Yayı: İşçi, tezgâhtan hava güçlü bir tornavida ve bir yay alır. İşçinin bel torbasından alınan iki takım vida, yayı far montajına bağlamak için kullanılır. Parmaklar ile başlanır ve güç tornavidası ile ayarlanır.

Konum/güvenli ön far: İşçi kapıdaki bir afiştten ışık şartlarını okur ve uygun ön far montajını alır. Ampul sokete ve takım vidalarına yerleştirilen montaja takılır. Bir çengel ön far montajını bağlamak ve tutmak için kullanılır.

### 7.11.2. Azaltmadan önceki iş (Resim)



Şekil 7.37. Temsili far yerleştirme operasyonu [23]

### 7.11.3. Ergonomik risk faktörü (Mekanik)

Kablo çengelinin ince sapı el dokularında yoğunlaştırılmış bir basınç üretir.

### 7.11.4. Ergonomik risk faktörü (Durum)

Takım vidalarını ve yayları yerleştirmek için beldeki bükülmenin vücut konumu alt sırtta gerilme yaratır.

Ön fardaki yayı yerleştirmek için gereken bileğin aşırı kıvrılması bilek dokularında gerginlik yaratır.

El bileğinin yapısı aşağıda belirtilmiştir.

- El, önkol kemikleri olan radius-ulna ile bilek eklemine ve birbirleriyle eklem yapan 2 sıra halinde 8 kemikten oluşan küçük karpal kemikler, 5 tarak kemiği, 14 parmak kemiğinden oluşur.
- Median, radial sinir ve ulnar sinir eldeki ana sinirlerdir. Bu sinirler elin karmaşık ve mükemmel hareketlerini yönetirler ve duyusunu üst merkeze iletirler. El hareketlerinin büyük kısmı önkoldabulunan ve tendonları ele uzanan adaleler aracılığıyla olur. El bileği bükücü kaslar (fleksörler) dirseğin iç kenarına, doğrultucu kaslar (ekstansörler) dirsek dış kenarına yapışır.



Şekil 7.38. El bileği [33]

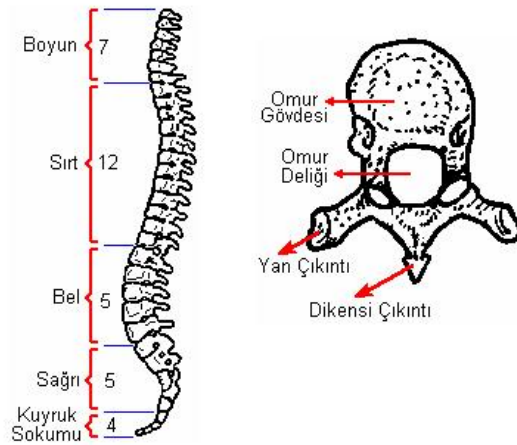
Karpal Tünel Sendromu Bölüm 7.3.2. anlatılmıştır.

İşçinin işi yapış pozisyonundan kaynaklanan diğer bir rahatsızlık da belde ortaya çıkabilir. Bunun için ilk olarak omurganın yapısını kısaca özetleyelim.

Omurganın yapısı aşağıda belirtilmiştir.

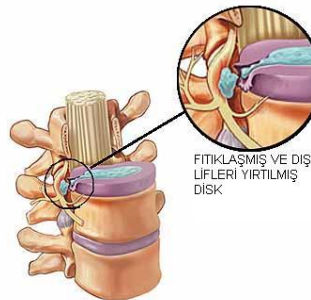
- Omurga, omurlardan oluşmuş, içinde omuriliği barındıran kemik yapıdır.
- Kafa tabanından, kuyruk sokumuna kadar devam eder.
- Diskler iki omur gövdesinin arasında kauçuk yumuşaklığında destek dokulardır.

- Omurganın eğilme hareketleri disklerden olduğu gibi, her disk bir amortisör gibi gelen darbeleri emer.
- Disk omurilik ve sinir köklerinin hemen önünde yerleşmiştir. Bu yerleşim disk hastalıklarındaki belirtilerin ana nedenidir.



Şekil 7.39. Omurganın yapısı [34]

**Bel Fıtığı:** Aslında disk kauçuk kıvamında bir halka ve içinde jöle kıvamında çekirdekten oluşur. Bel fıtığı halkanın kırılarak içindeki jöle kıvamındaki maddenin omuriliğe ve/veya sinir köklerine baskı yapmasıdır.

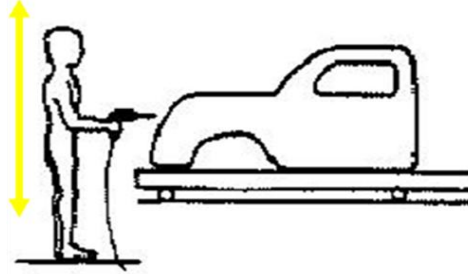


Şekil 7.40. Bel fıtığı [35]

**Bel fıtığı nedenleri:** Aşırı ağırlık diskin ortasındaki jöle kıvamlı çekirdeği sıkıştırarak halkayı kırarak dışarı çıkmaya zorlar, Aşınma ve yırtık, Kötü duruş-oturuş pozisyonu, Hatalı yük kaldırma, Ani basınç

### 7.11.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

Aracı ön farların bükülmeksizin yerleştirilebileceği şekilde yerleştirin. Bu, ön farları alt taraftaki iş için hattın yükseltildiği bir yere yerleştirerek gerçekleştirilebilir.



Şekil 7.41. Temsili platform tasarımı [23]

Ön farlar üzerindeki yayı yerleştirmek için kullanılan çengele bir sap sağlayın. Sap, bilek sapmasını yok etmek için çok iyi bir şekilde yuvarlatılmalı ve otuz ila altmış derece bükülebilmelidir.



Şekil 7.42. Temsili çengel sap tasarımı [23]

## 7.12. Metal Boru Kesme Operasyonu

### 7.12.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

Boruları alma: İşçi 24 fit (7,32 metre) uzunluğunda ve 50 libre ila 100 libre (22,5-45 kg) ağırlığındaki metal boruları kaldırır. İşçi boruları testere masası konveyör silindirlerine taşıma işlemini gerçekleştirir.

### 7.12.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem)

Tıbbi kayıtlar; 100 libre (45,6 kg) kaldırma taşıma sınırlamasının geçici yetersizliği üreten iki taraflı karpal tünel sendromuna maruz kalan 40 yaşında bir erkek.

Karpal tünel sendromu Bölüm 7.3.2 de anlatılmıştır. KTS belirtileri aşağıda sıralanmıştır.

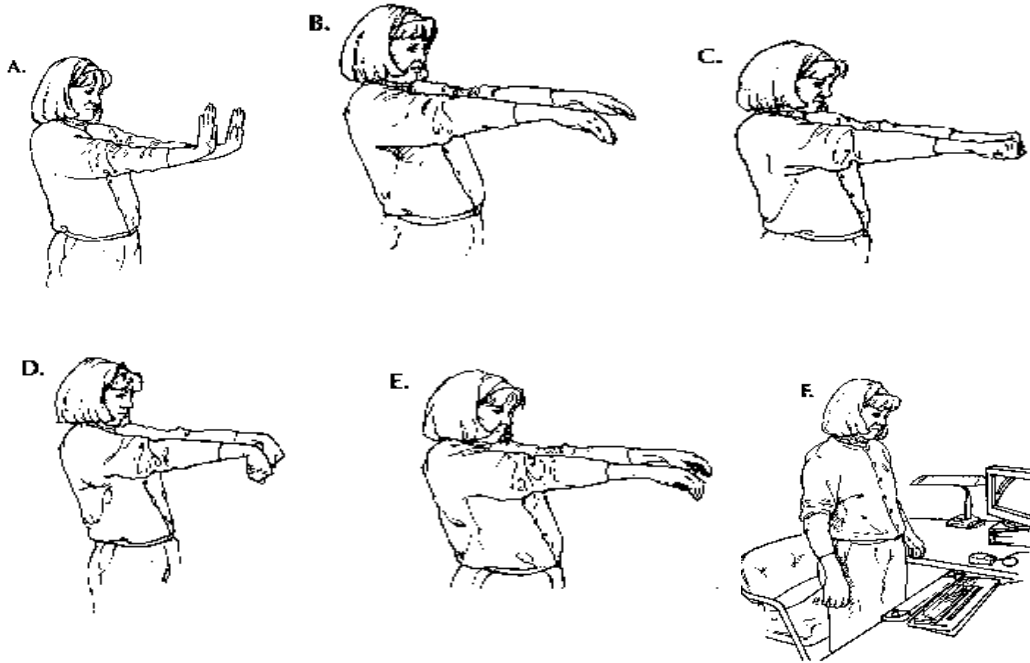
- Küçük parmak dışında kalan parmaklarda uyuşma ve keçelenme
- Bilekten kola doğru uzanan ani ve keskin ağrı
- Parmaklarda yanma hissi
- Özellikle sabahları görülen kısmi şişlik ve el krampları
- Başparmakta güç kaybı
- Eşyaları sık sık elden düşürme
- Uykudan el ve bilek ağrısı ile uyanma

Karpal tünel, bilek kemikleri (karpal kemikler) ve ligamentten oluşan küçük bir kanal yada “tünel” dir. Ön koldaki median siniri ve tendonlar, karpal tünelin içinden geçerek ele ulaşır. Tendonlar, tüp şeklindeki dokularla (tendon kılıfı) çevrelidir. Median sinir, başparmağın bazı hareketlerini kontrol eder. Bu sinir başparmağın büyük bölümünü, işaret parmağını, orta parmağı ve yüzük parmağının bir kısmını hissedebilmenizi de sağlar.

Önlemler ve egzersizler hakkında genel bilgiler aşağıda verilmiştir.

- El bileğinin aşağı yukarı ve sağa sola doğru aşırı hareketlerinden kaçınmak
- Aşırı kullanmayı engellemek, el bileğine aşırı yük binmesine neden olacak işlerden kaçınmak
- Ellerinizi şiştiği zaman, avuç içinde bileğe doğru masaj yaparak şişliği azaltmak, Tüm yumruk sıkma aktiviteleri esnasında kas gerginliğinin şiddetini azaltmak.
- Belirgin vibrasyona neden olan aletleri kullanmamak

- Rahatlamak ve gerilimi azaltmak için el ve el bileklerinizi hızlıca sallamak
- El bileğini sıkacak kıyafet, saat, bilezik ve bileklikleri kullanmayınız



Şekil 7.43. El bilek egzersizleri [56]

- A. Kolları ileri doğru uzatın, bilek ve parmakları gererek 5 saniye bu şekilde bekleyin
- B. Bilekleri düz konuma getirin ve parmakları gevşetin
- C. Her iki elinizi yumruk yapın
- D. Ellerinizi yumruk şeklindeki bilekleri aşağı doğru bükün ve 5 saniye bekleyin
- E. Bilekleri düz konuma getirin ve parmakları gevşetin
- F. Bu egzersizleri 10'ar defa yaptıktan sonra kolları yanda serbest şekilde bırakıp birkaç saniye süreyle hafif hafif sallayın

### 7.12.3. Ergonomik risk faktörü (Taşıma)

Metal borular depolama alanı ve testere masaları arasında uzak bir mesafeden taşınmakta olması. Çalışana statik bir iş yükü oluşmasına sebep olmaktadır.

#### 7.12.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)

Metal boru ağırlıklarını kaldırma düşük sırt kası kuvvetinin yüksek bir büyüklüğünü gerektirir. Metal boruların uzun-dar şekli yükü dengeli bir durumda tutmayı zorlaştırır.

Yükün bu durumu kasların dengesiz bir biçimde yüklenmesine ve dolayısıyla taşınan nesnenin ağırlık merkezinin çalışanın vücudunun ortasından uzakta olması nedeniyle bitkinliğe neden olur. Ayrıca kaldırılan nesnenin elden kaymasına ve kazaya sebep olmasına yol açabilir.

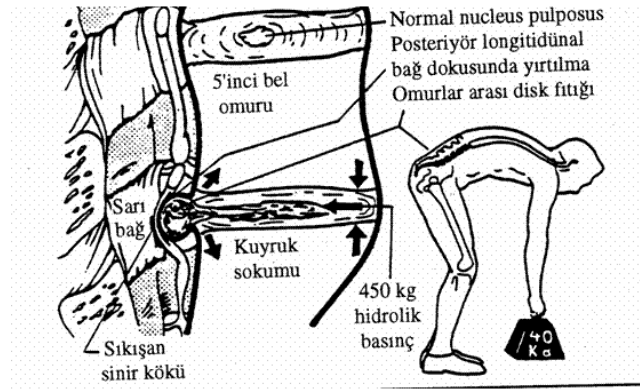
#### 7.12.5. Ergonomik risk faktörü (Durum)

Ağır metal boruları toplamak için belde eğilme gereklidir.

İş çok gayret ve enerji (çok sık ya da çok uzun sürelerle yapılıyorsa )gerektirdiği için ve iş biçimsiz pozisyon ya da hareketleri içerdiği için sırt sakatlığı riski artar. Ayrıca bel ve sırt ağrılarına neden olur.

Bel ve sırt ağrıları: Ağır kaldırma, özellikle dizler düz durumda iken ağır kaldırma ciddi bir risk faktörüdür. 15 kg ve daha fazla yüklerin bu pozisyonda günde 25 defa veya daha fazla kaldırılmasının disk hernisi riskini 7 defa artırdığı tespit edilmiştir. Cisimlerin asimetrik olarak kaldırılması, tek elle kaldırma, cisimleri bel hizasından daha yukarı kaldırma gibi hareketlerde bel ağrısı riski artar. Ellerde 5'er kilo yükü dönerik kaldırma hareketinin 20 defa tekrarlanması ile bel bölgesindeki ekstra yüklenme 40 kiloyu aşmaktadır. Burada disk üzerinde asimetrik yüklemenin rolü kadar bel kaslarında aşırı zorlanma, kas geriliminin artması ve kas yorgunluğu gibi faktörlerin de etkisi vardır. Bu ağrıların yaş, vücut yapısı, kilo ve boyla ilişkileri vardır. Bu ilişki 40-60 yaşında daha da güçlüdür.





Şekil 7.44. Yük kaldırmada kuruk sokumuna binen yük [36]

#### 7.12.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- Yukarıdan geçen bir elektrikli zincir vinci yardımıyla borular yük arabası girişine yerleştirildi.
- Borular, borunun uçlarına eklenmiş zincirin uçlarındaki çengeller ile kaldırıldı.



Şekil 7.45. Temsili çengelli zincir [37]

#### 7.12.7. Ergonomik çözüm (Faydalar)

- Görevli işçi aynı işte sürekli olarak çalışmaya devam edebilir. Böylece çalışanların yer değiştirmelerinden kaynaklanan ve yaralanan çalışanın mesleki eğitim maliyetlerinden sakınılmış olmaktadır.

- Yani çalışanların, elle taşıma işleminin riskleri ve sağlık üzerindeki olumsuz etkileriyle ilgili; bilgi, ekipmanların kullanımı ve doğru taşıma teknikleri konusunda eğitim maliyeti ortadan kalmıştır.
- İş rotasyonunda gerek kalmamıştır, gerekli ve yeterli mola uzunluklarında önemli artmalar engellenmiştir.

#### **7.12.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem)**

İşçi operasyonu gerçekleştirirken yük kaldırma sınırlamalarına ve geçici bilek bozukluğuna rağmen iş sorumluluklarını yerine getirebilir.

#### **7.12.9. Yorumlar**

Borunun uçlarına çengellerin kolay eklenmesi önemlidir. Çünkü yine işçilerin bilek gücü gerektiren bir iştir. Ama büyük ölçüde karpal tünel sendromu yakalanma riski azaltılmıştır.

Kas ve iskelet sistemi hastalıklarından şikayeti olan çalışanların rehabilitasyonu ve yeniden işe entegre edilmesi işyerinizin kas ve iskelet sistemi hastalıkları politikasının bir parçası olması üretimde azalmaları engelleyecektir.

### **7.13. Bilgisayar İş İstasyonları**

#### **7.13.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

Petrol teknoloji merkezi (PTC) Marathon yağ şirketinin birimidir ve saha operasyon tesislerini desteklemektedir. Mühendisler ve bilim adamlarından oluşan 227 çalışanı vardır. İşçiler tarafından gerçekleştirilen görevler yarım saatten 8 saate kadar ortalama 4 saat bilgisayar kullanımını içermektedir. Çalışanların yaşları 43.9 yaş ortalamasıyla 20 yaşından 64 yaşına sıralanmakta ve hizmet yılı uzunluğu 14 yıl ortalamayla 37 yıla kadar sıralanmaktadır. Çoğu görev 1993'ün ilk zamanlarından itibaren bilgisayarla yapılmaya başlandı. Görevlerin bilgisayarla yapılmasıyla birlikte

iş gücü azaltıldı, böylece daha çok iş için daha az işçi gerekmektedir. CTD ile ilgili yaralanmaların sayısının artmasına bu iki faktörün payı olduğu düşünülmektedir.

### **7.13.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)**

İşçilerin tazminat raporları OSHA 200 LogS CTD ilişkili yaralanmaların artışını kanıtlamaktadır.

### **7.13.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem)**

- 1990'dan 1993'e kadar toplam çalışanların yaralanma sayılarında %1 ile %3 arasında artış olmuştur.
- 1993 yılındaki yaralanma şikâyetlerinin %77'si CTD ile ilgili yaralanmalardı.
- Tıbbi şikâyetler 1990'da %10'dan 1991'de %13'e, 1992'de %18 ile en yüksek değere yükselmiştir.
- 1993 yılındaki toplam tıbbi maliyetlerin %83'ü CTD ilişkiliydi.

### **7.13.4. Ergonomik risk faktör (Durum)**

Görevi yerine getirmek için ters durum gerekmektedir.

- Uzunca süre ekran önünde çalışanlar kollarda, bileklerde, omuzlarda, ensede sırtta ve gözlerde rahatsızlık hissederler. Bunun nedeni çoğunlukla işyerinin yanlış düzenlenmesi, yanlış masa ve sandalye seçimi ekran klavye veya başka bir elemanın masaya, doğru yerleştirilmemesidir.

Bilgisayarla çalışmada aşağıdaki husulara dikkat etmek gerekir.

- Monitör; Yön, yansıma, mesafe (50-80), yükseklik (30 derece eğik), bakım.
- Klavye; Zaman içerisinde rahatsızlık vermemesi, ergonomik beklentilere uyumlu olabilmesi için mümkün olduğunca ince olmalıdır. Masa üzerinde yatayla 5-15 derece eğimli ve klavyedeki orta sıra tuşlar masadan en çok 3 cm yükseklikte olmalıdır.

- Fare (Mouse): Asimetrik tasarımı fareler elin tutması ve daha az yorulması açısından daha iyidirler.

### 7.13.5. Ergonomik risk faktör (Tekrarlama)

- Bilgisayar iş istasyonlarını kullanılarak görevleri yerine getirmek tekrarlı hareketler gerektirir.
- Bilgisayarda çalışma görüldüğü gibi fazla güç harcama nedeniyle değil de, devamlı aynı konumda oturma zorunluluğundan, kasların sürekli gerginliğinden dolayı yorucudur. Bir büro çalışanı 35-40 yıl süren meslek hayatında yaklaşık 80.000 saatini oturarak geçirir.

### 7.13.6. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)

- Ergonomik meselelerdeki öğütler çalışan eğitimini kapsamaktadır.
- İleri eğitim; Danışmanlardan iş arkadaşlarına 10 çalışan için mesken ergonomileri eğitim programı sağlanmıştır.
- Her yarım saat için 5 dakika egzersiz molasının önemi belirtilmektedir.

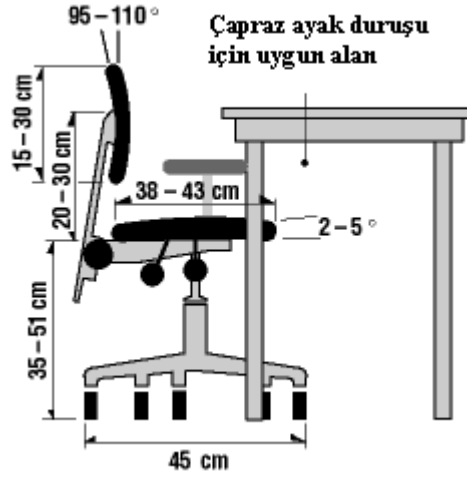


Şekil 7.46. Egzersiz çalışması [38]

- Broşürler ve duvar posterleri halinde eğitim malzemeleri temin etmek.

### 7.13.7. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- İş yüzeylerini azaltılması
- Yeni ayarlanabilir sandalyeler satın alınması



Şekil 7.47. Ayarlanabilir çalışma sandalyesi [39]

- Ayarlanabilir ayak yuvası ve bilek koyma yerlerinin yapılması
- Bilgisayar terminallerinin yerlerini değiştirilmesi
- Eklemli klavye tablaları, bilek koyma yerleri, fare koyma yerleri, ayak koyma yerleri, parlak ekranlar, belge tutaçları, görev lambaları ve bele ait bel destekleyicisi satın alınması



Şekil 7.48. Kol desteği [40]



Şekil 7.49. Sırt desteği [41]

### 7.13.8. Ergonomik çözüm (Faydalar)

- Şimdi görevlerini yerine getiren bütün işçilerin CTD'nin bütün çeşitlerine maruz kalmaları azalmıştır.
- Çalışanlar tarafından olumlu geri besleme gerçekleşmiştir.
- Bilgisayarla ilgili ergonomik konulardan haberdar olmadaki artış yaşanmıştır.
- İş çevresindeki olumlu etkiler
- Şirket için olumlu maliyet iyileştirmeleri olmuştur.

### 7.13.9. Ergonomik çözüm (Maliyet)

Ergonomik iyileştirme projesinin toplam maliyeti 44.000\$'dır. Yeni sandalyeler ve araç için \$39.000 ve fiziksel terapist-ergonomi danışmanı için \$5.000 harcanmıştır.

### 7.13.10. Ergonomik çözüm (Verimliliği kanıtlayan yöntem)

- CTD şikâyetleri sıfıra düştü. (ergonomik programın uygulanmasından sonra yeni CTD şikâyeti yoktur ve önceki bütün vakalar da kapanmıştır).
- İşçilerin tazminat maliyetlerinde %80 azalma gerçekleşmiştir.

### 7.13.11. Yorumlar

Programın başarısı yönetici desteği, çalışan ihtiyaçlarını inceleme ve programın işlenmesini sürdürmesinde çalışanlara güvenme sonucunda ortaya çıkmıştır.

## 7.14. Deere and Company

### 7.14.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

Deere and Company dünyanın en büyük çiftlik aletleri imalatçısıdır. Makine yapı departmanı işçileri 75 libreye (34 kg) kadar ağır cisimleri içeren çeşitli işlerde malzemeleri elle kullanma görevlerini yerine getirmekteydiler. Beko kepçe (backhoe) hattı montajcıları, çeşitli parçaları birleştirirken büyük zamanı dizlerinin üzerinde ve dizleri kıvrılmış vaziyette geçirmek zorundaydılar. Görevi yerine getirirken ters bilek konumlarını içeren bir el anahtarının kapsamlı ve tekrarlı kullanımına da gerek duyulmaktaydı. Başka bir montaj istasyonunda, iki çalışan 100 librelik (45.35 kg.) bir çim biçme makinası güvertesini el ile kaldırmak ve çim traktörünün altında birleştirmek zorundaydılar. Bir elleriyle güverteyi traktörün altına doğru tutup, diğer elleriyle onu tuttururken operatörler diz çökerlerdi.

### 7.14.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem)

OSHA 200 formları, tıbbi ve ilk yardım seyir defterleri görevlerin tehlikeli olduğunu kanıtladı.

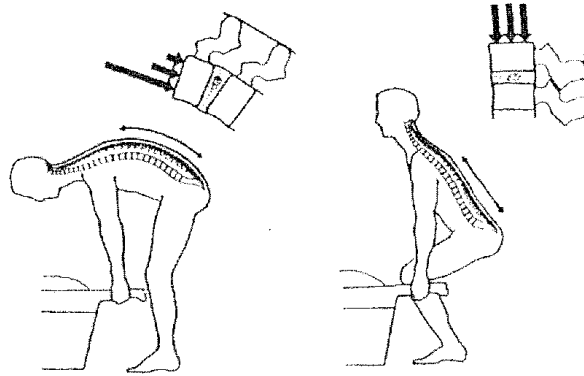
### 7.14.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem)

- 1979'daki toplam yaralanmaların yüzde 31'i sırt yaralanma vakalarının artan kayıp zamanı ve işçilerin yıllık olarak yüzde 15 yükselen sırt yaralanma tazminat maliyetleri.
- Bir yılda 12 ilk yardım vakası.
- Bir yılda 12 OSHA kaydedilebilen vaka. Bunların 4'ü burkulma ve zorlanmaydı, genelde sırt yaralanmalarıydı.
- Ters konumlarda geçirdiği zaman miktarından dolayı bir montajcının acı çektiren sırt problemleri şiddetlenmişti.
- Fazla çaba sırt burkulma ve zorlanmaları 1984'deki kayıp zaman yaralanmalarını %28'e kadar artırmıştır.

- 1978'den beri aşırı çaba sırt burkulma ve zorlanmaları için işçi tazminat maliyetleri %70 arttı.
- Çalışan şikâyetleri, bulgu muayeneleri, walk-trough checklists ve işçi tazminat vakaları.

#### 7.14.4. Ergonomik risk faktör (Kuvvet)

Görevi yerine getirmek için 75 libreye (34 kg.) kadar olan nesnelere kaldırmak ve taşımak gerekmektedir.



Şekil 7.50. Yük kaldırırken düz bel ve eğik belde disklerde yük dağılımı [3]

#### 7.14.5. Ergonomik risk faktör (Durum)

Görevi yerine getirmek için ters eğilme, diz çökme ve bilek konumları gerekmektedir. Bu da omurilik üstündeki L3 ve L4 sinirlerine yapılan baskıyı arttırmaktadır.

Tablo 7.8. Sırtın duruşuna karşı omura binen kuvvet [3]

Konum	Yük (N)
Dik durma	860
Gövde 30 eğik	920
Diz kıvrılmış ve öne eğilmiş sırt ile 20 kg yük kaldırma	3270



#### **7.14.6. Ergonomik risk faktör (Tekrarlama)**

Görevi yerine getirmek için ters bilek konumlarını içeren bir el anahtarının yüksek tekrarlı kullanımı gerekmektedir. Parmaklar bu durumda statik iş yaptıkları için işin doğru ve verimli yapılması zorlaşmıştır.

#### **7.14.7. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)**

- Şirket ilk resmi olmayan ergonomi programı olarak NIOSH kaldırma denklemini kullandı. Bölüm 7.1.4’de anlatılmıştır.
- 8 saatlik bir mühendis ergonomisi eğitim programı başlatıldı.
- Bütün Birleşik Devletler ve Kanada fabrikalarına, dökümhane ve dağıtım merkezlerine endüstri mühendisliği ve güvenlik departmanlarından seçilen ergonomi koordinatörleri atandı.
- Profesyonel kurslara ve konferanslara katılarak eğitim, profesyonel organizasyonlara üyelikler, ergonomi yayınlarına abonelikler ve en son ergonomi çalışmalarını izleme.
- Ürün Tasarımı Departmanına tam gün çalışan ergonomist alma.
- Yeni büro mobilyaları alımının ergonomik gözden geçirme.
- Video gösterge teknisyenleri için VDT ergonomik farkında olma eğitimi.
- Çalışanlar sırt ve bel ağrılarında şikayet ettikleri için iş yerinde işçi sağlığı ve iş güvenliği ile ilgili bir bölüm kuruldu.
- Montaj alanına, işçilerin giriş ve çıkış için kullandıkları yollara, mola alanlarına gerekli egzersiz programları asıldı.



Şekil 7.51. Boyun egzersizi [42]

### 7.14.8. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- El ile kaldırma operasyonu 40 libreye (18,14 kg) veya daha azına sınırlandırılması
- Montajcılarının dik pozisyonda çalışması için montaj işlemlerini yeniden tasarlanması.
- İşçilerin ihtiyaçlarına daha iyi uyması için el aletlerini keçe ile kaplama ve değiştirmesi.
- Montaj hattının başına bir parça idareci makine kurulması
- Tırpan güvertelerini yukarı kaldırmak için montaj hattının yanına bir vinç kurması
- Yeni bir kaldırma tablası kurulması.

### 7.14.9. Ergonomik çözüm (Faydalar)

- Şimdi görevleri yerine getiren işçilerin sırt incinmeleri risk faktörlerine maruz kalmaları azalmıştır.

- Verimlilikte önemli artış
- Görevleri yerine getirme zamanlarının azalması.
- İşe devamsızlıkta azalma.
- İşçilerin tazminat maliyetlerinde azalma.
- Arttırılan işçi etkinliği
- Arttırılan ürün kalitesi
- Arttırılan güvenlik.

#### **7.14.10. Ergonomik çözüm (Maliyet)**

Bilgi mevcut değil ( Şirket ergonomik süreç için maliyet takibi yapmıyor).

#### **7.14.11. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem)**

- Sırt incinmelerinden doğan kayıp zamanlar %83 azaltılmıştır.
- Son 10 yılda sırt incinmeleri için işçilerin tazminat maliyetleri %32 azalmıştır.

#### **7.14.12. Yorumlar**

Deere ve Company sırt incinme oranını azaltmasında başarının anahtarı, büyük ölçüde ergonomik süreçte çalışanların katkıları yüzündendir.

### **7.15. Mainframe Bilgisayarların Tasarımı ve İmalatı**

#### **7.15.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

İşçiler 5 fit uzunluğunda, 3 fit genişliğinde ve 2 fit derinliğindeki (152,4 - 91,4 - 60,9 cm boyutlarında) bilgisayar main frame'lerini tasarlamak ve üretmek zorundadırlar. Yaklaşık 1.200 libre (544,31 kg.) olarak tartıldılar.



Şekil 7.52. Temsili mainframe [43]

Görev hareketli ve sabit istasyonları birlikte kapsamaktaydı. Görevler bilgisayar kullanılarak yapılan ofis işlerini ve üretim montajlarını içermektedir.

Bazı görevler 80 libreye (36,28 kg) kadar olan bileşenlerin dolaplara elle kaldırılmasını ve mandalları tutturmak için vida sürücülerinin tekrarlı kullanımını içermektedir.

#### **7.15.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem)**

- CTD'nin üç kategorisindeki (kaldırma, bilek ve omuz) yaralanma oranlarında artış.
- Kayıp iş günlerinin sebep olduğu sırt ve omuz yaralanmaları artışı.
- İşçilerin tazminat bedellerindeki artış

#### **7.15.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)**

İşçiler 80 libreye (36,28 kg) kadar olan bileşenleri kaldırmak zorundadırlar.

#### **7.15.4. Ergonomik risk faktörü (Durum)**

Görev birçok dönüşlü ve dinamik hareket içermektedir. Oturulan iş yerlerinde kötü sandalyeler kullanmak ters durumları içermektedir.



Şekil 7.53. Ters pozisyon çalışan işçi

### 7.15.5. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)

Uygun kaldırma teknikleri, genel emniyet ve özel takımların kullanımı için eğitim sağlanmalıdır.

Yaygın ofis iş istasyon ergonomileri eğitimi sağlanmalıdır.

### 7.15.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- İşçilerin daha kısa uzanmalarını sağlamak için yeni tezgâhlar temin edilmiştir.
- Birimleri konveyör kayışının üzerine yükseltmek için roller-ball konveyör kayışları ve kaldırma cihazları eklenmiştir.



Şekil 7.54. Temsili roller-ball konveyör [57]

- Pnömatik sürücüler daha az titreşime sahip ve yaklaşık 1 libre (0,45 kg) olarak tartılan daha hafif elektrik birimleri ile yerleştirilmiştir.
- Küçük, özel makaslar için konveyör sistemi geliştirilmiştir.
- Kabinleri yerden 3 fit'e (91,4 cm) kadar yükseltecek kaldırma platformları kullanılmıştır.



Şekil 7.55. Temsili kaldırma platformu [44]

- Oturan ve ayakta duranlar çalışanlar için farklı iş istasyonları sağlanmıştır. Böylelikle çalışma statik yorgunluğu azaltmak için bir montaj hattında çalışmak yerine iş istasyonlarında kabinin tümünü inşa edebilmiştir.
- Mainframe'nin oturtulduğu zemin kabinin diğer ucu civarındaki parçaları eklemek için kalkmayı ve yürümeyi ortadan kaldırmak için bir döner tepsi türü bir cihaza çevrildi.
- Çalışanlar arasında 150 sırt kayışı dağıtıldı.



Şekil 7.56 Temsili sırt kayışı [45]

- Çok kısa işçiler için 14 inche (35,56 cm.) ayarlanabilen özel sandalyeler geliştirildi.
- Uzun çalışanları yerleştirmek için iş yüzey yüksekliği 25 inch'den (63.5 cm.) 33 inch'e (83.82 cm.) ayarlanabilmesi sağlandı.

### **7.15.7. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

Görevleri yerine getiren bütün işçilerin artık CTD'ye (Cumulative Trauma Disorders) maruz kalmaları azalmıştır.

### **7.15.8. Ergonomik çözüm (Maliyet)**

Şirket 500 libre (226,79 kg.) kaldıran idareci satın almak için 20.000\$, 150 sırt kayışı almak için 3.000\$ ve 1,200 yeni ergonomik sandalye almak için 350.000\$ harcamıştır. Toplam maliyet 373.000\$ olarak gerçekleşmiştir.

### **7.15.9. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem)**

- İşçilerin 1990'da 400,000\$ olan tazminat maliyetleri 1994'te 8,600\$'a düşmüştür.
- Üretimdeki CTD ilişkili yaralanmalar yok edilmiştir.
- Ofis iş yerlerinde CTD 'den dolayı çalışma günü kayıpları yok denecek kadar az seviyeye indirilmiştir.
- Bir aydaki yaralanma kayıtları sayısı 10'dan 3'e düşmüştür.

### **7.15.10. Yorumlar**

İşçilerin tazminat kayıpları oranı %75'den fazla düşmüş ve çalışan eğitimi için harcanacak olan maliyetlerde oluşmamıştır. Bazı ufak iş yeri değişiklikleri ile kazanç miktarı 94,000\$ olarak gerçekleşmiştir.

## **7.16. Helikopter Kapı Montaj Operasyonu**

### **7.16.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

Sikorsky'nin helikopter montaj tesisi, ergonomik düşüncenin gelişmesinden uzun süre önce tasarlanmış bir tesisti. Bu eski tarz tasarım düşüncesi, zaman boyunca çok sayıda CTD vakasıyla karşılaşılmasına sebep oldu. Tesisteki en stresli görevlerden

biri, işçiler arasında az sayıda sırt yaralanmalarına neden olan uçak kapısı montaj operasyonuydu. İşçiler kapıları montaj prosedürlerine göre birkaç adım öteden alır montaj yerine yerleştirir, bir elleriyle kapıları düzeltirken delme operasyonu gerçekleştirirlerdi. Bu görevi yerine getirmek için genişletilmiş erişim ve tekrarlı hareket gerekli idi.

### 7.16.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem)

OSHA kayıp işgünü ve ağırlık oranları görevin tehlikeli olduğunu kanıtlamaktadır.

- Burada kayıp işgünü ile anlatılmak istenen taşımadan dolayı sırt ve benzeri yaralanmalar sonucu işe gelememe yada işi tam gün olarak bitirememedir.
- Ayrıca kayıp işgünü süreleri kazanın şiddetini bulmada aşağıdaki formülde kullanılmaktadır.

Kaza Şiddeti=  $\frac{\text{(Kaybedilen işgünü*1,000,000)}}{\text{(Toplam işçi sayısı*Toplam yıllık çalışma saati)}}$

Formüldeki kaybedilen iş günü; işçinin kaza sonrası hekime çıktığı günden başlayarak işe döndüğü güne kadar geçen süredir.

### 7.16.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem)

Görevin tehlikeli olduğunu gösteren aşağıdakileri içeren tıbbi kayıt kanıtları vardır.

- Şirkette bu görev için yaralanma ve hastalık oranları başta sırt yaralanmaları olmak üzere en yüksektir.
- Kaza Önleme Uyarıları (Accident Prevention Notification, APN) ve Güvenlik Hareket isteği (Safety Action Request, SAR) programı, bu görevi yüksek oranda sırt yaralanmaları ile ergonomik olarak kabul edilemez olduğunu gösterdi.
- Bir işçi uçak kapılarını elle kaldırırken yaralandı.



#### 7.16.4. Ergonomik risk faktörü (Durum)

İşçiler kapılar üzerinde çalışırken montaj parçalarını almak için tekrarlı olarak 5 feet'lik (152.4 cm.) bir masaya uzanmaları gerekmekteydi.

#### 7.16.5. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama)

Küçük parçalar, montaj için 5 adımlık bir masadan işçilerin tekrarlı olarak kaldırmaları gereken kutulardaydı.

Kapıların montaj esnasında yuvaya oturması için elle sarsılmaları gerekliydi.



Şekil 7.57. Temsili kapı sallama operasyonu [46]

#### 7.16.6. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)

- Eğitim programı çerçevesinde işçilerin bilgilendirilmesi sağlandı.
- Üç pilot işlem belirlendi. Hareketi, yaralanmaların esas nedenlerini ve doğru hareketi tavsiye etmeyi tanımlamak şeklinde gerçekleştirildi.
- İşçiler tesisteki ergonomi ile ilgili şartları tanımlamak üzere takımlar halinde yetkilendirildi.

#### 7.16.7. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- Helikopter kapılarını herhangi bir konumda tutmak için çok amaçlı bir kelepçe tasarlandı ve yerleştirildi.



Şekil 7.58. Temsili kelepçe [47]

- Kapıların elle sarsılmasını ortadan kaldırmak için bir otomatik sarsıcı kullanıldı.
- Ezme kabini ve fırın çalışma alanına yaklaştırıldı.
- Uzanmayı azaltmak için masalar üç adıma düşürüldü. Parçalar kutulardan çıkarıldı ve alet çantasına yerleştirildi.
- İşçilere ayarlanabilir çalışma sandalyeleri temin edildi.
- Hareket kolaylığı için taşıma arabaları temin edildi.

#### **7.16.8. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

Bu görevi yerine getiren bütün işçilerin artık sırt yaralanmaları risk faktörlerine maruz kalmaları azalmıştır.

İşçilerin tazminat maliyetlerinde azalma ve süreçlerin tersine montaj maliyetlerini ortadan kaldırma.

Üretim süresi yüzde 33 azalmıştır.

#### **7.16.9. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem)**

- Son beş yılda, Sikorky's OSHA kayıp iş günü olayı ve ağırlık oranları yüzde 75'den daha fazla düşmüştür.
- OSHA Toplam Kaydedilebilir Olay Oranı bir önceki yıla kıyasla yüzde 25'e düşmüştür.
- Aynı periyotta işçilerin tazminat maliyetleri çarpıcı şekilde iyileşmiştir.

### 7.16.10. Yorumlar

Proaktif Ergonomi programları ve yetkilendirilen işçiler, işçilerin tazminat maliyetlerini azaltarak ve verimliliği iyileştirirerek iş yerindeki yaralanmaları azaltmada iki anahtar faktördür.

Proaktif ergonomi: Zamanlaması ve yeri iyi yapılmış küçük etkilerle, işlemlerle insanların olası kaotik (karışık, zor) işlerini belli bir düzende, disiplinde tutma çabasıdır.

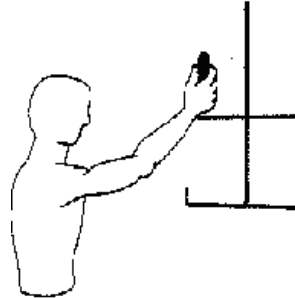
### 7.17. Matkap Mili Alma ve Bırakma Operasyonu

#### 7.17.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

Bu, hayali bir iş ama bir otomatik montaj hattındaki çalışma durumlarının ortak yansımasıdır.

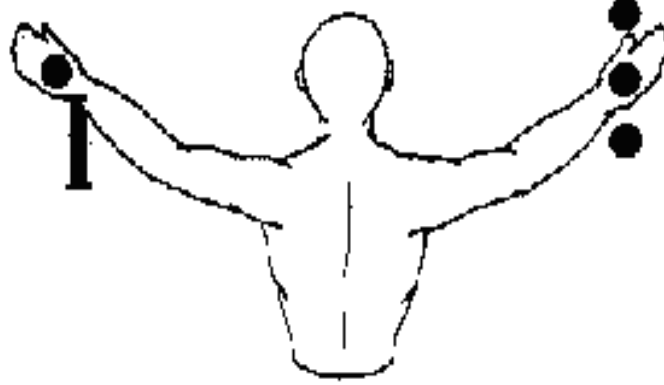
İşçi konumu: İşçi, büyük eldivenler giyer ve yukarıdan geçen konveyöre ve matkap makinesine bitişik durmaktadır.

Milleri alma: İşçi yukarıdan geçen bir konveyör tarafından dağıtılan bir kutuda taşınan millere ulaşır.



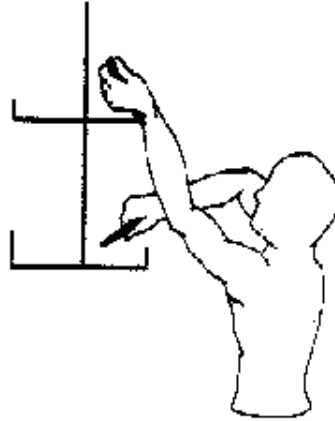
Şekil 7.59. Temsili mil alma [23]

Matkap milleri: Miller omuz yüksekliğinin üzerinde bulunan iki avuç düğmesi tarafından aktif hale getirilen bir matkap makinesine konur.



Şekil 7.60. Temsili matkap mili yerleştirme [23]

Milleri iade etme: Miller matkap makinesinden alınır ve yukarıdan geçen bir konveyöre bağlı bir kutuya yerleştirilir.



Şekil 7.61. Temsili milleri iade etme [23]

### 7.17.2. Azaltmadan önceki iş ( Tehlikeyi tanımlayan yöntem )

Tablo 7.10'daki değerler fabrikaların montaj bölümünde çalışan işçilerin, uzanma ve zorlanmaya maruz kalması sonucu boyun, omuz, dirsek ve el bileklerinde veya birkaçında oluşan ağrıların yüzde olarak dağılımlarını göstermektedir.

Tablo 7.9. Ağrılı bölgelere göre olgu sayısı dağılımı [58 ]

Ağrılı Bölgenin Gruplara Yeri	n	Ağrılı Gruba (n=365)	Tüm (n=365)
Boyun	56	15.34	10.83
Omuz	37	10.13	7.15
Dirsek	10	2.73	1.93
El bileği	18	4.93	3.48
Boyun-omuz	60	16.43	11.60
Boyun-dirsek	8	2.19	1.54
Omuz-dirsek	12	3.28	2.32
Boyun-el bileği	12	3.28	2.32
Omuz-el bileği	21	5.73	4.06
Dirsek-el bileği	7	1.91	1.35
Omuz-dirsek-el bileği	17	4.65	3.28
Boyun-dirsek-el bileği	4	1.09	0.77
Boyun-omuz-el bileği	25	6.84	4.83
Boyun-omuz-dirsek	12	3.28	2.32
Hepsinde ağrı	66	18.08	12.76

Tablo 7.10. Ergonomik risk faktörü ile ağrı ilişkisi [58]

Ağrılı Bölge	İlişkili Risk Faktörleri	Ağrılı Olan Olgular (%)
Boyun Ağrısı	Uzun süre boyun fleksiyonu	AD
	Omuzu zorlayıcı çok tekrarlı itme-çekme hareketi	61.3***
	Omuz seviyesinden yukarıda çalışma	53.5*
	Omuz seviyesinden yukarıda çok tekrarlı hareket	22.5*
	Omuz seviyesinin altında çok tekrarlı hareket	57.6***
	Dirsek sabit pozisyonda çalışma	67.5*
Omuz Ağrısı	Elle ağırlık taşıma	44.4***
	Omuz seviyesinden yukarıya tekrarlı ağırlık kaldırma	52***
	Omuzu zorlayıcı çok tekrarlı itme-çekme hareketi	72.4*
	Omuz seviyesinden yukarı çok tekrarlı hareket	33.2*
	Omuz seviyesinin altında çok tekrarlı taşıma hareketi	68**
Dirsek Ağrısı	Elle ağırlık taşıma	51.2***
	Çok tekrarlı itme çekme hareketi	74.3*
Elbilek Ağrısı	Çok tekrarlı itme çekme hareketi	75.3*
	Omuz seviyesinden yukarı çok tekrarlı ağırlık kaldırma	52.4*
Tüm Bölgeler	Çok tekrarlı itme çekme	67.9*
	Omuz seviyesinden yukarı çok tekrarlı ağırlık kaldırma	46.6**

Not: AD: anlamlı değil, \*:p<0.05, \*\*:p<0.01, \*\*\*: p<0.001 (istatistik güvenirlilik)

### 7.17.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)

Büyük eldivenler kullanılmasından dolayı milleri kavramadan ve hafreketteki zorlanmalar ile karşılaşmaktadır.

### 7.17.4. Ergonomik risk faktörü (Mekanik)

Milleri bölmelerine yerleştirirken sol bilek avuç düğmelerin keskin kenarına sürtünür.

### 7.17.5. Ergonomik risk faktörü (Durum)

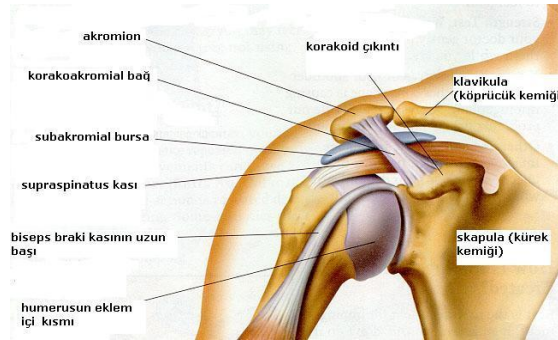
Yukarıdan geçen konveyörden milleri almak için uzanmadan dolayı omuz dokularına baskı oluşur.

Matkap makinesindeki avuç düğmelerini çalıştırmak için ulaşım omuz dokularına baskı yapar.

Omuz Sıkışması: Omuz sıkışması bir veya birden fazla problemin bir arada bulunması ile gerçekleşir.

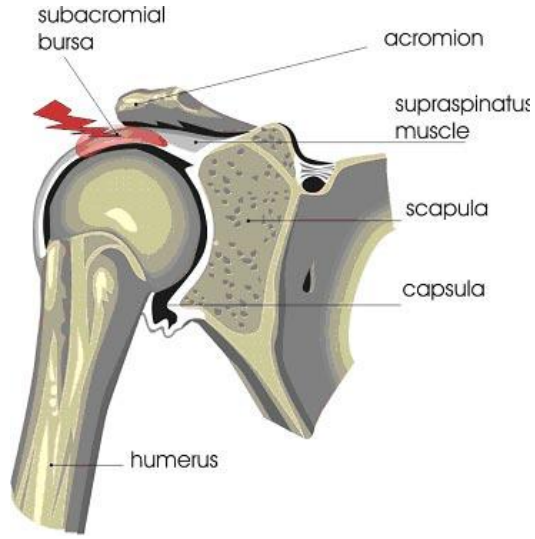
Bu problemleraşağıdaki sebeplerden dolayı gerçekleşir.

- Bursa denilen yağlayıcı keseciğin şişmesi ki buna bursitis denilir. Omzun hızla uzatılmasından kaynaklanır.



Şekil 7.62. Omuzun yapısı [48]

- Köprücük kemiği ile kürek kemiği arasındaki eklem kireçlenerek tendonların geçtiği boşluğu daraltır. Bu sürtünme ile tendonlarda tendinit (tendon iltihaplanması) gerçekleşir.
- Omuz başının üzerindeki çatının ön kısmının aşırı kıvrık olması da kolu yukarıya kaldırma sırasında tendonların buraya sıkışmasına neden olur ve tendinit, ileri vakalarda yırtık gelişir.



Şekil 7.63. Omuz sıkışması [49]

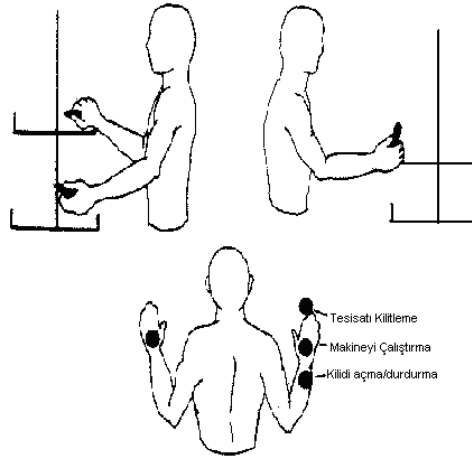
#### 7.17.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- Millere ulaşma ve iade etmeyi azaltmak için yukarıdan geçen konveyörü alçaltılması.
- İş güvenliğini korumayı sağlarken uzanamayı en aza indirmek için avuç düğmelerini daha aşağı bir konuma tekrar yerleştirilmesi.
- Avuç düğmelerine bitişik olan keskin kenarları yok etme. İşçiler istedikleri eldivenleri seçebilsinler diye eldiven türlerini ve boyutlarının geniş seçenekler sağlanması.

#### 7.17.7. Ergonomik çözüm ( Yönetimsel Kontroller )

- İş yeri değerlendirmesinin yapılması, tavsiyeler oluşturulması ve bilgisayarlar ilişkili donanımlar tasarımlarını sunmak üzere dışarıdan bir danışman kiralanması
- Yüksek iş grupları için zorunlu ergonomik eğitim sınıfları oluşturması
- Ergonomi broşürü oluşturma ve dağıtımın gerçekleştirilmesi
- İşçilere bir günde 24 saat bilgi sağlamak üzere bir dahili ergonomi web sitesi oluşturması
- Basit ergonomi temellerinde kısa bir program yoluyla çalışanların eğitilmesi

### 7.17.8. Ergonomik çözüm (Resim)



Şekil 7.64. Ergonomik çözüm sonrası temsili operasyon [23]

### 7.17.9. Ergonomik çözüm (Faydalar)

- İşçiler görevi yerine getirmek için daha az fiziksel zorlanma.
- Görevi yerine getirmedeki üretkenlikte üç kat artış.
- Bu yeni uygulamayla diğer dolaysız işlemlerin üretkenlikte % 10–15 artış.

### 7.17.10. Yorum

Ergonomi programları ve yetkilendirilen işçiler, işçilerin tazminat maliyetlerini azaltımında, verimliliği iyileştirmede, iş yerindeki yaralanmalarının azaltılmasında iki anahtar faktördür. Proaktif ergonomi; zamanlaması ve yeri iyi yapılmış küçük etkilerle, işlemlerle insanların olası karışık, zor işlerini belli bir düzende, disiplinde tutma çabasıdır.



## 7.18. Yarı-Otomatik Bobin Makinesine (SAW) Dikiş İpliği Besleme

### 7.18.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

SAW operatörü makinede oturur ve yükleme alanına iplik besler. Makine veya ürün problemleri varsa, operatör operasyon süresince ayak pedalına 400 defaya kadar vurabilir.



Şekil 7.65. Temsili pedal [11]

Büyük operatörler için sınırlı ayak yeri, küçük operatörler için ayak pedalına ulaşma sorunu ve tezgâhın keskin kenarları vardı.



Şekil 7.66. Temsili dikiş makinası [12]

### 7.18.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem)

- SAW operasyonu bölümünde bazıları OSHA kaydedilebilirleri olmak üzere çok sayıda tıbbi kayıt vardır.

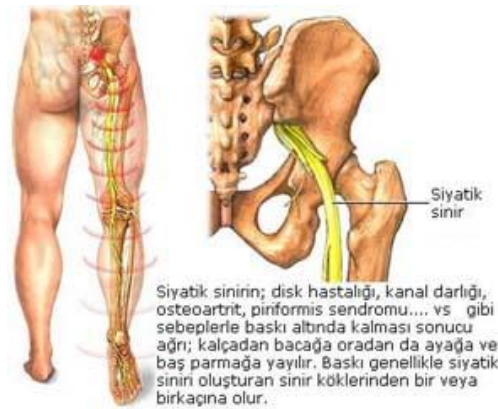
- Makineden kaynaklanan operasyon hakkında işçilerden çok sayıda şikâyet vardı.
- Elle-sarım bölümü (CTD) şikayetlerinde yüksek bir oranına sahipti.
- Siyatik siniri oluşma vakalarından dolayı işletme büyük bir işçi tazminatları durumuyla karşılaştı.

CTD'ye bağlı olarak karpal tünel sendromu, tenosinovit, tetik parmak iskemisi, vibrasyon nedenli beyaz parmak, tenis bileği gibi durumlar da ortaya çıkabilmektedir. Bu tür hastalıkların gelişimi yavaş olduğu için genellikle ağrı dayanılmaz ya da kronik seviyeye gelinceye kadar ciddiye alınmazlar.

En önemli sebepleri: Aşırı güç, Ters yada aşırı eklem hareketleri, Çok tekrarlar, İşin süresi

CTD'nin en belirgin belirtileri; Ağrı, eklem hareketlerinde sınırlama, yumuşak doku şişmesi

Siyatik (Siyatalji, Siyatik sinir nevraljisi): Dördüncü ve beşinci bel omurları arasından çıkan, buradan topuklara kadar uzanan "siyatik" adı verilen sinirde görülen ağrılı bir hastalıktır. Siyatik ağrısı kendisini iki şekilde belli eder: Ya devamlı hafif bir ağrıdır ya da arada bir gelen şiddetli ağrıdır. Ağrılar, siyatik siniri boyunca, kalçadan topuğa kadar uzanır.



Şekil 7.67. Siyatik [59]

Siyatik Sinir Ağrılarının Nedeni: Rahatsızlık hafif olduğu gibi, elden ayaktan düşürücü de olabilir. Ayrıca karıncalanma, uyuşma veya kas zayıflığı gösterebilir. Siyatik, kendi başına bir hastalık olmaktan çok, disk fitiği, kanal darlığı gibi nedenlerden dolayı sinirler üzerinde baskı yaratan başka bir sorunun semptomu şeklinde ortaya çıkar.

### **7.18.3. Ergonomik risk faktörü (Mekanik)**

Makine ve ayak pedalının çalışma yüksekliği ayarlanabilir değil ve işçilerin çoğunun fizyolojisinde uygun değildi.

### **7.18.4. Ergonomik risk faktörü (Durum)**

Dikiş makinesi operatörü makine başına oturur ve dokuma yükleme alanına iplik (bir vardiya boyunca yaklaşık olarak 10,000) besler.

Çalıştığı SAW tezgâhın ise dörtbir yanı düze ve keskin kenarlara sahipti.

### **7.18.5. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama)**

Operatör bir vardiyada pedala operasyondaki tersliklerden dolayı 400 defaya kadar vurabiliyordu. Bu tekrarlı hareketlerden dolayı risk faktörü oluşmaktaydı.

### **7.18.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)**

- Ayak çalışma alanında bulunan ön levhadaki şalter, daha fazla ayağa çalışma alanı sağlama ve ayarlanabilir bir ayak pedalı yerleştirmek için genişletildi.
- Pedal, 7 ila 15 inç (17,7-38,1 cm) arasında ayarlamak üzere değiştirildi.
- Tezgâhın keskin kenarlarının operatörün kolunun ön kısmını kesmesinden korumak için dolgu malzemesi yerleştirildi.



Şekil 7.68. Temsili ayarlanabilir masa ve pedal [60]

### 7.18.7. Ergonomik çözüm (Faydalar)

Bu görevi yerine getiren bütün işçiler birikmiş travma bozuklukları (CTDs) na maruz kalmaları azaltılmıştır.

### 7.18.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem)

Ayarlanabilir pedal ile çalışan personelin yüzde 95'i pedala rahat şekilde ulaşması sağlandı.

Ayarlanabilir tezgâh ile kısa boylu operatörlerin sandalyelerinde rahat şekilde oturabilmesi ve pedal erişebilirliği artırıldı. Böylelikle çalışanlar sandalyenin kenarına oturup pedala ulaşmak zahmetinden kurtulmuş oldular.

Masanın kenarlarını dolgu yaparak, işçilerin kollarının ön kısımlarının zedelenmesinden kaynaklanan tezgâh şikayetler durmuştur.

### 7.18.9. Yorumlar

Yapılan çalışma işletmenin sadece bir tesisinde yapıldı ama değişiklikleri işçilerin kabul etmesi yüzünden bütün işletmede uygulanmaları planlanmaktadır.

Sonuç olarak: “Ortalama insan“ için tasarımı genellikle bir hatadır. Bu gibi tasarımın sonuçları en küçük kullanıcıların % 50'sinin göstergeleri okumaları veya

kontrollere rahatça erişebilmelerine uygun ve en büyük %50 ise rahat hareket edebilecekleri yeterli mekâna sahip olamayacaklardır. Tüm boyutları aynı olan "ortalama" hiç bir kimse yoktur ve hatta birkaç boyutu ortalama ile aynı olan birey sayısı da çok azdır. %50'lik boyutsal ölçülerin ortalama insan ölçülerini temsil ettiğini varsaymak ve bu verileri doğrudan tasarıma aktarmak uygulamada karşılaşılan en ciddi hatalardan biridir.

Ortalama insan yoktur. Bu nedenle tasarımın yüzdeler (percentile) değerler dikkate alınarak yapılması, popülasyonun büyük bir bölümüne hizmet etmesini sağlayacaktır. Aynı şekilde bir ülke insanları için yapılacak herhangi bir tasarımın diğer ülkenin insanlarına uygun olmayacağıdır.

Örneğin: Amerikan erkek nüfusunun % 90'ına uygun olacak şekilde tasarılacak bir ekipman

- Almanların % 80'ine,
- İtalyanların % 65'ine,
- Japonların % 45'ine,
- Taylandlıların % 25'ine ve
- Vietnamlıların % 10'una uygun olacaktır.

Bu yüzden bu gibi durumlarda; Belirli aralıklarla ayarlanabilen tasarımlar (farklı yüzdeler değerlerini içerecek tasarımlar ) yapmak daha uygundur.

## **7.19. Büyük Bandaj-Yapma Makinesine Büyük Tabaka Malzemeleri Besleme**

### **7.19.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

İşçi makineye hammadde besleme rulolarından ayrı malzemenin büyük tabakalarının beslemek zorundaydı; her biri gün başına yaklaşık olarak altı defa dolduruluyordu. İşçi gövdenin önüne paralel rulonun ekseni ile en stresli tarzda kaldırıyor ve ayakların engellemesi yüzünden vücuttan uzaklaştırılan yatay mesafe ile ruloyu yerleştiriyordu.

### 7.19.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem)

Meslekle ilgili Güvenlik ve Sağlık için Ulusal Enstitüsü (NIOSH)'nün Elle Kaldırma için Çalışma Yöntemleri Rehberi problemin varlığını doğruladı. NIOSH hakkında bilgi bölüm 7.1.2'de anlatılmaktadır.

### 7.19.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem)

- İşçi, işlemi gerçekleştirirken sırtına çok fazla gerilme hissettiği birkaç zor durum tecrübe etmişti (bu meslekte hiçbir tıbbi olay bildirilmemişti).
- Uygunsuz beden konumundan dolayı sırta çok fazla gerilme verilen işlerde ana sorun fazla güç gereksinimi ve kasların fazla zorlanmasından ziyade omurlar arası disklerin zorlanıp aşınması hasara uğraması ve sırt hastalıkları oluşturmasıdır.
- Yük kaldırırken sırtın eğilmesi omurlar arasındaki diske basınç büyük oranda zorlayıcı etki yapmaktadır. Bu nedenle yük kaldırma işinde mutlaka dizler kırılarak yere çömelmeli ve sırtın dik konumda kalmasına dikkat edilmelidir.
- Disklerdeki zorlanmalardan doğan sırt hastalıkları şiddetli ağrıların yanı sıra hareket yeteneğini sınırlar.
- Bu hastalıkların tedavisi uzun sürer, işçi işine uzun süre devam edemez.
- Hastalık dikkat edilmediği takdirde kolay tekrar edebilir ve işçinin erken yaşta malulen emekliliğini gerektirebilir.

Meslek gerilimi (Stresi): İşçi üzerindeki taleplerin iş veya görev taleplerine paralel olduğu düşünülür. Bu analogi bir adım daha ileri götürülürse, çok memnun veya memnun değil gibi iş ile ilgili taleplerin ayrımı, işçinin fizyolojik gerilim tepkilerinde bir fark çıkarmaz. Minimum gerilim düzeyi, ideal olarak işçi üzerine empoze edilen en “arzu edilebilir” istek derecesine karşılık gelir. Yani, istek düzeyi işçinin sağlık durumu üzerinde en az zararlı olacak ve en arzu edilebilir çalışma temposu ile işçinin tatmin olmasını sağlayacaktır.

#### **7.19.4. Ergonomik risk faktörü (Durum)**

İşçi, gövdesinin önüne paralel rulonun eksenini ile en stresli tarzda kaldırmayı gerektiren çekirdeğe sokulan bir mandrel kullanarak ruloları kaldırır. Gevşek ayaklık tabanı ile ayak engellemesi yüzünden görev, makineyi beslemek için arttırılan yatay mesafe gerektirdi.

- Bu kaldırma işleminde rulonun eksenini bedene paralel konumda olmalıdır.
- Bu durum rahatsız edici beden konumundan kaynaklanan en stresli tarzda kaldırmayı gerektirir. Stresin yoğun olduğu zamanlarda kas gerginliği artar, hareket esnekliğini, hassasiyetini, hızını kaybeder.
- Ayaklık tabanının ayağı engellemesi nedeniyle makineyi beslemedeki yatay mesafe artar.

#### **7.19.5. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama)**

Bu görev tekrarlamalı bir hareket olmasına rağmen işin sıklığı ve süresi, tekrarlamasının bir risk faktörü olmasını gerektirecek büyüklükte meydana gelmez.

#### **7.19.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)**

Gevşek ayaklık ve mandrel, rulonun uçtaki kenardan çok gevşek ayaklığa yerleştirilebilmesi için tekrar tasarlanmıştır. Bu, kaldırılan ağırlığın miktarını ve gereken yatay mesafeyi azaltan rulo boyunca mandreli kaldırma ihtiyacını ortadan kaldırdı.

#### **7.19.7. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

- Bu görevi yerine getiren bütün işçilerin sırt ağrılarına maruz kalmaları artık azalmıştır.
- Değişiklik, görünür zorluk olmaksızın bu işi döndürebilen operatörler tarafından memnuniyetle karşılanmıştır.

- Mandrelin orijinal gevşek ayaklığına girdiği iki ağır parmak tutamını yok edilmesi.

#### **7.19.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem)**

- Kaldırılan ağırlığın miktarı 19 libre (8.61 kg.) (orijinal kaldırma gereklerinin yaklaşık olarak %35'i) azaltıldı.
- Gevşek ayaklığının tekrar tasarımı operatörün gövdeye karşı rulonun düz kenarı ile yerleştirilmiş ruloyu kaldırmasına imkan sağladı, bu da gereken yatay mesafeyi 10 inç'e (25,4 cm) azalttı.
- İzin verilebilen ağırlık sınır 25 libre'den (11.33 kg.) 51 libreye (23.13 kg.) arttırıldı.
- İşçiler görünür zorluk olmaksızın işi gerçekleştirebildi.
- NIOSH Elle Kaldırma için Çalışma Yöntemleri Rehberi fiziksel stresteki azalmayı gösterdi.

#### **7.20. Dışarıdan Otomobil Stop Işığı Yerleştirme Operasyonu**

##### **7.20.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

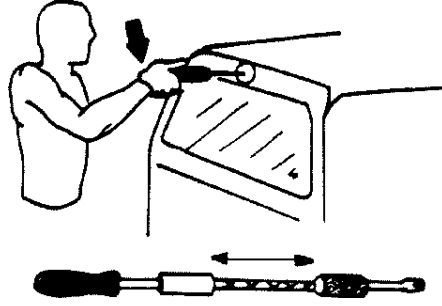
Bu, hayali bir iş ama bir otomatik montaj hattındaki ortak çalışma durumlarının yansımasıdır.

İşçi, arabaya yürür ve arabanın arkasına doğru bir yer alır. Ayaklar kuklanın uzunlamasına üyelerinden 46 inç (116,8 cm) uzağa desteklenir ve alçak arka araba kutusunda desteklenir.

İşçi bazı modellerdeki pencerenin üzerinde stop ışığındaki vidaları monte etmek için bir tornavida kullanır.



### 7.20.2. Azaltmadan önceki iş (Resim)



Şekil 7.69. Temsili vidalama operasyonu [23]

### 7.20.3. Ergonomik risk faktörü (Mekanik)

Tornavidanın dar sapı el dokularında yoğunlaştırılmış basınca neden olur. El dokularının basınca maruz kalması çeşitli kas ve sinir hastalıklarına da sebep olabilmektedir. Karpal tünel sendromu (KTS), el bileğinin bir hastalığıdır. Bilekteki karpal tünelden geçen median sinirin sıkışması sonucu ortaya çıkar

Kol, el ve bilek kaslarında dinamik yorgunluk hissedilir.

Kaslar yoruldukça kaslarda oksijen azalacak, atıklar artacaktır. Bu durum damarların genişleyip taze kan iletimi isteğini doğuracak ancak kas gergin olduğundan, kas iç basıncı damarların genişlemesine izin vermeyecektir.

Ayakta durmak; ayak diz ve bel eklemleri sürekli sabit bir konumda kaldığından işgörenin statik kas yorgunluğu hissetmesine neden olur.

### 7.20.4. Ergonomik risk faktörü (Durum)

Bileğin aşırı dirsek kemiği sapması, tornavidayı çalıştırmak için gereklidir.

İşçi sadece stop ışığı takmakla sorumlu ise monotonluğun sebep olacağı etkiler gözlenebilir. İş görme yeteneğindeki düşüşler, sıklaşan hatalar, performans düşüklüğü bu etkiler arasında sayılabilir.

Stop ışığının takılması sırasında, işçinin üzerinde bulunduğu kukla nedeniyle, dirsek ile ışığın takıldığı yer arasında oluşan eğim, işçinin daha fazla enerji harcamasına ve kas yorgunluğuna sebep olacaktır.

#### **7.20.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)**

Yükü mümkün olduğunca geniş bir alana yaymak için tornavidanın ucunda küresel bir sap kullanmalıyız. Böylece el dokularına verilen zarar ortadan kalkacak, sinir ve kas hastalıklarının önüne geçilebilecektir.

Küresel top tasarımı bileğin dirsek kemiğinden sapmasını da azaltacaktır.

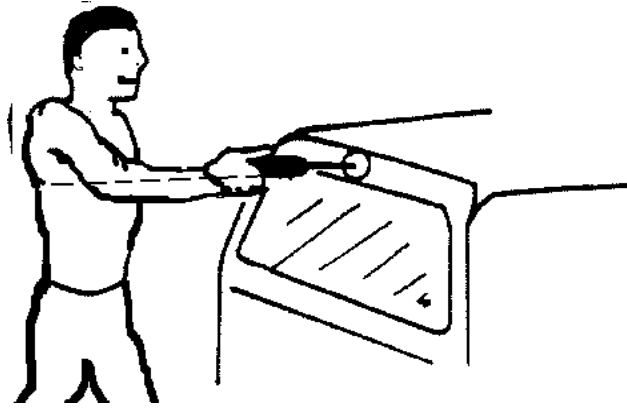
Tornavidanın ergonomik yapıya sahip olabilmesi için küresel sap tasarımının yanı sıra bazı özelliklere de sahip olması sağlandı.

Ergonomik tornavidanın özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- Sapın el tarafından temas edilmeyen kısmı ile temas edilen kısmı yaklaşık aynı büyüklüktedir.
- Uygulanan kuvvet ile elin sapı kavrama alanı orantılıdır.
- Sapın ele uyumu, hareket serbestliğini etkilememektedir.
- Hareket serbestliği ile kuvvet iletim olasılığı arasında optimum nokta bulunmuştur.
- Sap hafif malzemeden yapılmıştır. Böylece çabuk yorulma engellenir.
- Sap korozyona dayanıklı malzemeden yapılmıştır.
- Sap ısı iletim katsayısı düşük malzemeden yapılmıştır.

Stop ışığı yerleştirilirken kol kaslarının daha az yorulmasını sağlamak için, işçinin konumu ışığın yerleştirileceği yer ile dirsek arasındaki eğim sıfır olacak şekilde ayarlanmalıdır.

İlk tasarımda dirsek ile iş aynı hizada değildir. Operasyonu iyileştirilmesi için dirsek ile iş aynı hizaya getirildi.



Şekil 7.70. Temsili iyileştirilmiş vidalama operasyonu [23]

Bu işlem gerçekleştirilirken statik ve dinamik kas yorgunluğu mevcut olduğu için, çalışma koşullarına göre mola verilmelidir. Kısa bir mola verildiği takdirde, molanın sonunda kasta normal koşullara dönmüş olacaktır. Böylece performans düşüklüğü de yaşanmamış olur.

İşçinin işini monotonluktan uzaklaştırmak için de iki teknik kullanabiliriz.

- İşçinin daha az kazanç karşılığında daha az süreli çalışmasına yarı zamanlı iş denir. Bu işte yarı zamanlı çalışan işçiler kullanabiliriz.
- İş paylaşma yöntemiyle iki veya daha fazla işçiye bu işin yapılması sorumluluğunu yükleyebiliriz.

#### 7.20.6. Ergonomik çözüm (Resim)



Şekil 7.71. Küresel saplı tornavida [61]

### 7.20.7. Yorumlar

Ergonomik çözüm sonucunda el dokularının yoğunlaştırılmış basınca maruz kalması engellenmiş, sinir ve kas hastalıklarının önüne geçilmiştir.

Ergonomik çözüm sırasında işçinin konumu tekrar ayarlanarak, ışığın takıldığı yer ile dirsek arasında oluşan eğim sıfır olacak şekilde ayarlanmış işçinin daha fazla enerji harcaması engellenmiştir.

### 7.21. Dışarıdan Otomobil Arka Cam Yerleştirme Operasyonu

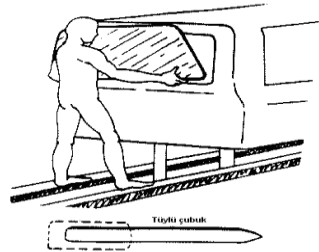
#### 7.21.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

Bu, hayali bir iş ama bir otomatik montaj hattındaki ortak çalışma durumlarının yansımasıdır.

İşçi Konumu: İşçi, arabaya yürür ve arabanın arkasına doğru bir yer alır. Ayaklar kuklanın uzunlamasına üyelerinden 46 inç (116,84) uzağa desteklenir ve alçak arka araba kutusunda desteklenir.

Cam Yerleştirme: İşçiye iş arkadaşı tarafından arka cam verilir ve onu arabanın arkasındaki yerine yerleştirir. Arabanın içindeki iş arkadaşı pencereyi yerine oturtmak için kalıp bandını çekerken cam dışarıdan yerine preslenir. İşçi cama vurarak ve bir tüy sopa ile kalıbı dizerek pencereyi yerine oturtmaya yardım eder.

#### 7.21.2. Azaltmadan önceki iş (Resim)



Şekil 7.72. Temsili cam yerleştirme operasyonu [23]

### 7.21.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)

Cama el ile vurma camı dizmek ve yerine oturtmak için gereklidir.

### 7.21.4. Ergonomik risk faktörü (Mekanik)

Pencereyi yerine oturtmak için tüy sopanın düz, ince saplı aleti kullanmayı gerektiriyor.

### 7.21.5. Ergonomik risk faktörü (Durum)

Kolun ön kısmının aşırı bükülmesi ve aşırı bilek uzanması camı tutmak için gereklidir.

El Bileği Tendinitisi: Başparmağın hareketini sağlayan tendon kılıflarının el bileğinden parmağa geçiş yaptıkları bölgede meydana gelen irritasyon (rahatsız olma) ve şişkinlik ile ortaya çıkan bir tablodur. Sıkma veya aşırı bilek bükme işlemleri sonrasında meydana gelen ağrı tipik bulgusudur. Şikâyetlerin olduğu bölgede bazen ele gelen bir kitle tespit edilebilir.

Karpal Tünel Sendromu: Bölüm 7.3.2. de anlatılmıştır.

Arzu edilen işçi konumu aşağıda belirtildi.

- Dengenin sağlaştırılması ve bacak kaslarındaki gerginliği azaltmak amacıyla kuklalar arasında bir platform konulur.
- Platform yüksekliği işçinin boyuna ve işçinin arabanın arkasından kol uzunluğuna göre eğilmeyecek şekilde olmalıdır.
- Platform sert olmayan veya absorbe edilmiş bir yüzeye kaplanmalıdır.
- Camı araca monte edebilmek için yapılan itme kuvvetinde kolun dirsek açısı yaklaşık 90 derece olmalıdır. Ağır yüklerde 100 derece kasların en iyi kaldırma pozisyonu olduğu unutulmamalıdır.
- İşçinin uzanabileceği alan dışına çıkılmamalıdır.

- Camı tutarken camla vücut arasındaki mesafe 20-30 cm olmalıdır.
- Camın alınması veya montajı sırasında dönüş hareketi söz konusu ise bel ve omuz bükülerek değil ayaklar üzerinden dönüş sağlanmalıdır.

İşçi konumundaki düzeltmelerin getirileri aşağıda belirtilmiştir.

- Sırt ağrılarında azalma
- Ayakta meydana gelecek burkulma, şişmelerin önlenmesi
- Kan dolaşım sistemin sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesi
- Statik kas yorgunluğunda azalma
- Oluşabilecek iş kazalarında azalma

#### 7.21.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- Kolun ön kısmının ve bileğin durumunu iyileştirmek için arka camı kullanmak üzere D-halka sapları ile vakum kâseleri kullanımı.

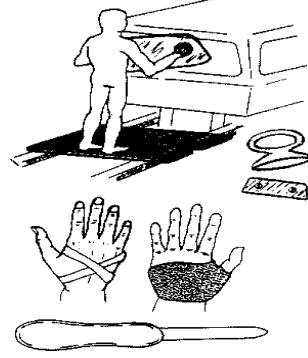


Şekil 7.73. Temsili cam vantuzu [62]

- Mekanik stresi azaltmak için yuvarlatılmış köşeli tüy sopa için plastik bir sap temin edilmesi.
- Parmakların rahat hareket edebilmesi için tüy sopa çapı  $\frac{3}{4}$  inç'e (1,9 cm) sınırlanmalıdır.

- Pencereye vururken ellerinizi korumak için avuç keçeleri kullanımı.
- Pencereyi yerinde tutmak için yapıştırıcı cam  imento kullanımı.

### 7.21.7. Ergonomik  oz m (Resim)



Şekil 7.74. Temsili ergonomik  oz mlerin gösterimi [23]

Günümüzde otomobil cam montajı: Montaj için silikon kullanımında cama vurarak sabitleme işlemi ortadan kalkmıştır. Bu a amadan sonra cam, sabitleyici bantlarla tutturulur. Cam montajında, camı sabitlemek için  imento yerine silikon ve lastik kenarlıklar kullanılmaktadır.



Şekil 7.75. Cam silikon Uygulaması [63]



Şekil 7.76. Cam montajı [64]

- Montaj hattında işçi dizlik kullanarak diziyile veya eldiven kullanarak eliyle lastik kenarlıkları cama yerleştirmek için cama kuvvet uygulayarak bu işi gerçekleştirir.
- Monte edilen otomobil camlarının ağırlıkları 5-100 kg arasında değişim göstermektedir. Gelişmiş teknolojilerin kullanıldığı fabrikalarda taşıma işini robotlar gerçekleştirir. Bu sayede işçinin yükü hafifletilmiş olur. Manuel sistemlerde ise taşıma işi işçi tarafından vakum kâseleri kullanılarak yapılır. Taşınacak camın ağırlığına göre tutacak kısımları ve tasarımları değişebilir.

Tutulmuş nesneye etki eden kuvvetin hesabı aşağıdadır.

$$F_g = m \cdot g / \mu \cdot n$$

$F_g$  = azami gerekli olan tutma kuvveti, N olarak

$G$  = tutulacak nesnenin ağırlık kuvveti, N olarak

$g$  = yer çekim katsayısı,  $m/s^2$  olarak

$m$  = parça kütlesi, kg olarak

$n$  = parmakların ve tutma yanakların adedi

$\mu$  = tutma yanağı ile nesne arası sürtünme katsayısı

## **7.22. Otomobil Ön Cam Dolgu Macunu Uygulaması ve Pervazı Yerleştirme Operasyonu**

### **7.22.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

Bu, hayali bir iş ama bir otomatik montaj hattındaki çalışma durumlarının ortak yansımasıdır.

İşçi konumu: Kaba eldivenler giyen iki işçi montaj hattının her bir tarafındadır.

Dolgu macunu uygulama: İşçiler dolgu macunu tabancaları için yukarıya erişirler. Dolgu macunu ön cam çerçevesinin üst merkezinden başlayan, çerçeve boyunca dışa doğru hareket eden sürekli bir harekette uygulanır ve depolama için inkisar dürbünleri tarafından yukarı çekilir.



Pervazı Yerleştirme: Pervaz, bir işçi tarafından bir raftan alınır ve diğer işçinin başlığının üzerinden geçirilir. Pervaz, pencerenin üst kenarlarında korunur ve bir dizi tutma, itme ve sallama el hareketi sayesinde çerçeveye oturtulur.

### 7.22.2. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)

- Pervazı uygulamak için parmak kısma ve bilek bükme gerekir.
- Kötü uyan eldivenlerin kullanımı pervazı el ile işletmek için daha büyük el dayanıklılığı gerektirir.
- Parmak kısma ve bilek bükme hareketlerinin sonucunda karpal tünel sendromu, el bileği tendinitisti, tetik parmak hastalıkları ve ganglion kistler oluşabilir.

Karpal Tünel Sendromu: Bölüm 7.3.2. de anlatılmıştır

El Bileği Tendinitisti: Başparmağın hareketini sağlayan tendon kılıflarının el bileğinden parmağa geçiş yaptıkları bölgede meydana gelen irritasyon ve şişkinlik ile ortaya çıkan bir tablodur. Sıkma veya aşırı bilek bükme işlemleri sonrasında meydana gelen ağrı tipik bulgusudur. Şikâyetlerin olduğu bölgede bazen ele gelen bir kitle tespit edilebilir.

Tetik Parmak Hastalığı: Tendon yapısı kaslar ile kemikler arasındaki ilişkiyi sağlamaktan sorumlu olan yapıdır. Her tendonun üzerini örten bir tabaka mevcuttur. Bu tabakanın oluşturmuş olduğu kılıf içerisinde Tendon, parmakların hareketi ile bir kayma yaparak yatağı içerisinde hareket eder. Parmaklarda tetik ( Parmak Kısma) hareketinin yapılmasına bağlı olarak tendon kılıfının şişmesi ve kalınlaşması tendonun parmak hareketleri esnasında yapması gereken kayma hareketi güçleştirir. Olayın ilerlemesi durumunda ise tendonun hareketi tamamen kaybolur ve parmağın tetik çeker pozisyonda kitli kalması ile sonlanır.

Ganglion Kistler: El bileğini fazla kullanan kişilerde görülen bir diğer sorun ise ganglion kistlerdir. Dirseğin iç ve dış kenarında bulunan kemik çıkıntılılarına yapışan kasların yapışma inflamasyonlarıdır. El ve bileğin hemen her bölgesinde görülen bu

kistler aniden ya da yıllar içinde oluşabilmektedirler. Nadiren ağırlı olan bu kitleler kötü huylu değildir.

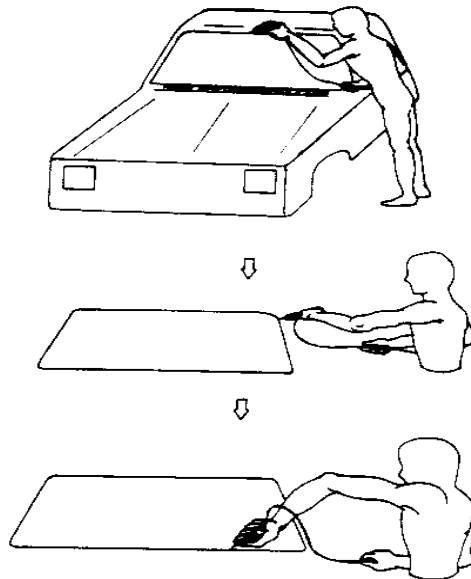
**Kubital Tünel Sendromu:** Ulnar sinirin dirsek ve kubital tünelde sıkışması sonucunda ortaya çıkar. Hafif sıkışma durumlarında önkol ve elin Ulnar kısmında ağrı, dördüncü ve beşinci parmaklarda duyu kaybı gözlenirken; ilerlemiş durumlarda zayıflık ve kas atrofisi görünür. Kas Atrofisi ise felç hali nedeniyle hareketi sağlayan kaslarda yıkım durumudur.

### 7.22.3. Ergonomik risk faktörü (Durum)

Dolgu macunu tabancası ile dolgu macununu çerçeve boyunca uygun şekilde uygulamak için kolun ön kısmının eğilmesi ve kolun aşırı derecede iç dönüşü gerekir.

Pervazı ön camın üst merkezi boyunca yerleştirmek için uç erişim gerekir.

### 7.22.4. Azaltmadan önceki iş (Resim)



Şekil 7.77. Temsili cam dolgusu uygulama operasyonu [23]

### 7.22.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- Tabancanın dolgu macunu uygulandığında dönebilmesi için dolgu macunu ağırlığını değiştirilmesi. Böylelikle üst ucun gerektirdiği aşırı duruşsal konumları azaltır.
- Dolgu macununu üç harekette uygulama: üstten kenara, üstten alta ve alttan kenara. Bu, bilek ve kolun ön kısmının hareketler arasında doğrulmasına izin verir.
- Pervaz boyutlarında yakın toleranslar sağlama.
- Aşırı veya normalden küçük bir pervaz yerleştirmek için daha fazla fiziksel çaba gerektirir.
- Ön camı yerinde tutmak için geçerli lastik pervaz sisteminin yerine yağpıştırıcı çimento kullanılması.
- Her işçi en rahat hissettiği eldiveni seçebilsin diye çeşitli boyut ve tarzlarda çok sayıda eldiven envanteri sağlanması.

Hareket tekniği açısından iş yeri düzenlenmesi: Karmaşık hareketlerin az sayıda genel hareketin ard arda gelişi şeklinde ifade edilmesi ve sonucunda işteki hareket akışının genel hareket elemanlarına ayrılması, söz konusu iş için gerekli olan zamanı doğru hesaplamayı, iş hızının optimuma ulaşmasını ve verimlilik artışı sağlanmasını beraberinde getirecektir.

Bugün iş ve zaman etüdünde kullanılan yöntemler hep bu temele dayanmaktadır.

İş yeri düzenleyen bir mühendis, yapılacak işin gerektirdiği hareketlerin yörünge ve mesafelerini, bu hareketler esnasında vücudun ne kadarlık bir kütesinin hareket etmek zorunda kalacağını ve nihayet hareket ettirilecek iş parçası ve iş aracının şeklini, büyüklüğünü ve kütesini araştırır ve en iyi sonucu veren varyasyonu iş yeri düzenlemesi için seçer.

Görüldüğü üzere iş hareketinin incelenmesi sadece iş araçlarının insana uyumlu doğru tasarımı açısından değil aynı zamanda işgörenin yetenek ve becerilerini de en iyi şekilde kullanabilmesini, ergonomi hedeflerine ulaşmasını sağlar.

Hareket tekniği açısından iş yerinin düzenlenmesi irdelenirken üç temel prensip dikkate alınır.

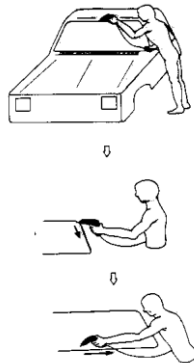
- Hareketin basitleştirilmesi
- Hareketin yoğunlaştırılması
- Hareketi mekanikleştirme ve otomatikleştirme

Hareketin Basitleştirilmesi: Uzanma, tutma, getirme, ayarlama ve yerleştirme hareketinden oluşan bir hareketi, en kısa zamanda ve işgöreni en az zorlayacak şekilde düzenlemektir.

Hareketin Yoğunlaştırılması: Hareketler basitleştirildiğinde aynı anda iki el ile çalışabilmek olasıdır. İnsanlar bir iş yaparken genellikle sağ, daha az sayıda insan da sol ellerini kullanırlar. Bu komplike hareketler için geçerlidir, eğer hareketler çok basitleştirilirse alışlagelen elin dışında diğer el ile de o hareketi yapabilmek mümkün olur. Bu şekilde hareket yoğunlaştırılmış olur ve zaman tasarrufu sağlanır.

Hareketi mekanikleştirme ve otomatikleştirme: Hareketi tek elden iki ele dağıtıp yoğunlaştırmanın bir adım ötesi de yarı mekanizasyondur ki burada işin belirli adımlarına yardımcı olacak düzenekler sisteme eklenir. İş düzenlemesinde mekanizasyonuda aşınca sıra otomasyonu gelir ki bu makine, elektronik ve endüstri mühendisliğinin apayrı konularından biridir.

#### 7.22.6. Ergonomik zm (Resim)



şekil 7.78. Temsili iyileştirilmış operasyon [23]

## 7.23. Otomobil Ön Cam Güvenli Kafes Montaj Operasyonu

### 7.23.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

Bu, hayali bir iş ama bir otomatik montaj hattındaki çalışma durumlarının ortak yansımasıdır.

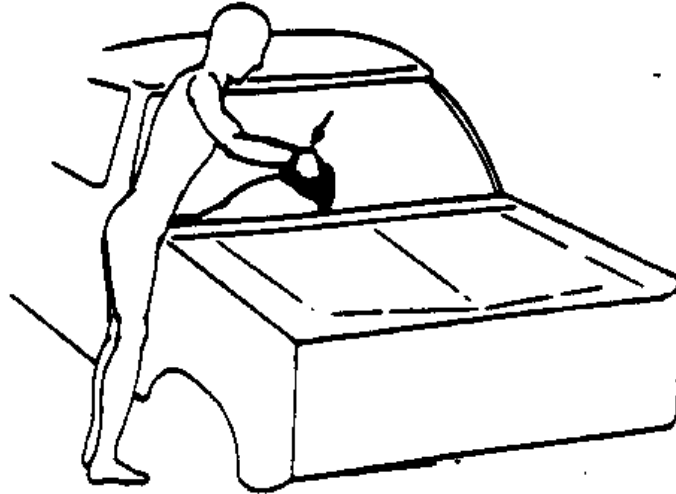
İşçi konumu: Kaba eldivenler giyen iki işçi montaj hattının her bir tarafındadır.

Donanımı alma: Her işçi, hattın kenarındaki stok alanından iki vida ve bir güçlü tornavida alır.

Güvenli kafes: İki vida ön camın önündeki kafesi korumak için ateş duvarının (firewall) üst yatay kenarına takılır.

Ön cam pervazını alma: Bir işçi takım dayanağındaki bir raptiye koyarken diğer operatör lastik bir ön cam pervazı alır ve onu bir rafa yerleştirir.

### 7.23.2. Azaltmadan önceki iş (Resim)



Şekil 7.79. Temsili cam pervazı yerleştirme operasyonu [23]

### 7.23.3.Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)

Karpal Tünel Sendromu ve De Quarvian vakaları tespit edilmiştir.

Karpal Tünel Sendromu: Bölüm 7.3.2. de anlatılmıştır.



De Quarvian Hastalığı: El bileği ve ön kolun başparmak köküne yayılan ağrı ve şişlikle kendini gösteren bir tendon ve tendon kılıfı iltihabıdır. Başparmağı hareket ettiren, onu diğer parmaklardan uzaklaştıran ve geriye doğru bükme kaslarının tendonlarının iltihaplanmasıdır.

De Quarvian Belirtisi: Ön kolun başparmak tarafında huzursuzluk ve ağrı ilk belirtidir. Ağrı el bileğine ve başparmağa doğru yayılabilir. Başparmağın hareketleri esnasında bu bölgede bir sürtünme sesi duyulabilir. İlerlemiş ve ağır vakalarda bu bölgede şişlik ve sıcaklık olabilir. Bu bölge basmakla ağrılıdır.

Başparmak avuç içinde sıkıştırılıp, el ağrının olduğu tarafın tersine zorlanırsa şiddetli ağrı olur.

Tedavi ve tekrarları önleme: Bu bölgeye lokal anestezi+kortizon enjeksiyonları yapılması hastaların çoğunda rahatlama sağlar. Enjeksiyondan sonra mutlaka istirahat splinti verilmelidir. Bütün bu tedbirlere rağmen iyileşmeyen hastalarda ortopedik cerrahi girişim yapılabilir.

Tekrarlayan hareketlerden kaçınmak ve bu mümkün değilse elin olabildiğince nötral pozisyonda tutulması tekrarları önlemek için gereklidir. Ayrıca splintlerle elin dinlendirilmesi gerekir.

<p>Finkelstain testinde başparmak avuç içine alınarak el küçük parmak yönünde zorlanır, bu durumda enflamasyonlu bölgede şiddetli ağrı olur</p>		<p>Başparmakla ön kolun birleşme yerlerindeki tendonlardaki enflamasyon ve şişme şiddetli ağrılara yol açar</p>	
---	---	---	---

Şekil 7.80. Finkelstain testi [50]



Şekil 7.81. De Quarvian tendosinoviti egzersizleri [51]

#### 7.23.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)

Havayolu vidaları takılırken , el ve bilek darbe kuvvetine mazur kalır. Alet eli aleti döndürme eğilimindedir.

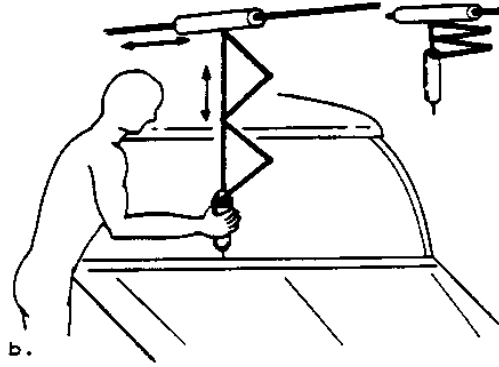
#### 7.23.5. Ergonomik risk faktörü (Durum)

Tabanca şekilli aleti kullanmak için aşırı bilek bükülmesi gereklidir.

### 7.23.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

Yukarıdan geçen bir yük arabasında asılı hatta bulunan bir aleti kullanma. Bu, bilek bükülmesini azaltacaktır. Askıya alma bilekteki darbe kuvvetlerine ve dönme momentine direnecek olan eklemlerle birleştiren bağlantıya sahip olmalıdır.

### 7.23.7. Ergonomik çözüm (Resim)



Şekil 7.82. Temsili ergonomik operasyon [23]

## 7.24. Test Yangını Tesisatını Ölçme

### 7.24.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

İşçiler, tıbbi operasyonlar esnasında cihazların doğru çalışmasını sağlamak için imalat aşamalarında birkaç kez yangın endoskopik cerrahi aletlerini test etmek zorundaydılar. Elle ateşleme cerrahi iplikleri veya ligating pensleri biçimlendirmek için güç sağlamak üzere aleti yapılandırma demek; sıkıştırmayı tetiklemek veya bir sapı tutan güç anlamına gelmektedir. Bazı çalışanlar, kontrol esnasında gerekenden çok daha fazla sıkıştırma yapıyorlardı. Bazı cihazlar maksimum bayan kavrama kuvvetinin yüzde 50'si kadar güç gerektirmekteydi.

Endoskopik Cerrahi: Ucunda bir mercek ve ışık kaynağı olan, kolay bükülebilen fiberoptik bir cihaz vasıtası ile sindirim sisteminin incelenmesi ve gerekli olan vakalarda tedavi edici işlemlerin yapılmasıdır.



Endoskopi; ağızdan anüse kadar tüm sindirim sistemi hastalıklarının teşhis ve gereğinde tedavisi amacıyla kullanılmakta olan son derece gelişmiş teknolojik bir yöntemdir.

Bu işlem endoskop adı verilen ince, uzun, yumuşak, bükülebilen tüp şeklinde optik bir alet yardımıyla yapılmaktadır. 110 cm uzunluğunda ve 9,8 mm çapında ışığı ve kamerası olan hortuma benzeyen bir alettir. Bu aletle hastada varsa kanser, gastrit ve ülser görülmekte ve biyopsileri alınmaktadır.



Şekil 7.83. Temsili Endoskop kamerası [65]



Şekil 7.84. Temsili Endoskop [66]



Şekil 7.85. Temsili cerrahi iplikler ve iğne [67]

Maksimum bayan kavrama kuvveti formülü aşağıdadır.

$$F_s = F_{maks} * K_i * K_k$$

$F_s$  = İşçinin Uygulayabileceği kuvvetin sınır değeri

$F_{maks}$  = O iş için belirlenmiş uygulanabilecek maksimum kuvvet

$K_i$  = İşe ilişkin faktör

$K_k$  = Kişiyeye İlişkin faktör

İşe ilişkin ve kişiyeye ilişkin faktörler  $K_i$  ve  $K_k$  sabit değerler olmayıp her biri üç ayrı faktöre göre değişir.

$K_i = k_1 \times k_2 \times k_3$

$k_1$  = İş esnasında kasın gerilme sıklığı

$k_2$  = Kasın ara verilmeden gerginlik süresine göre değişen faktör

$k_3$  = Bir yükü kaldırma veya indirme esnasında bedenin alacağı konuma bağlı faktör.

$K_k = k_4 \times k_5 \times k_6$

$k_4$  = İşçinin cinsiyetini gösteren faktör

$k_5$  = İşçinin yaş grubunu gösteren faktör

$k_6$  = İşçinin işe uyumunu, bedensel antrenmanlı ve işe alışık olup olmadığını gösteren faktör

Burada işçi erkekse  $k_4$  değeri 1.00, bayansa  $k_4$  değeri 0.65 olarak seçilmelidir.

#### **7.24.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem)**

Tendon iltihaplanmaları ve diğer aşırı kullanım sendromlarını içeren üst uç bozukluklarının artan tıbbi vakaları.

Bu görevi yerine getiren neredeyse bütün işçiler tıbbi belirtinin bir türünü tecrübe ettiler.

Tendon iltihaplanmaları (Tendinit): Tendinit, kasları kemiğe bağlayan, kalın, lifli kordonların herhangi biri olan bir kirişteki iltihaplanma veya tahriştir.

Bir eklemin hemen dışında ağrıya ve acımaya neden olan bu rahatsızlık en yaygın olarak omuzların, dirseklerin ve dizlerin etrafında görülür. Ancak tendinit kalçalarda, topuklarda ve bileklerde de kendini gösterebilir.



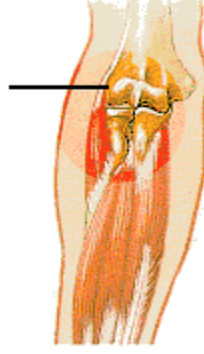
Şekil 7.86. Tendon [68]

Tendinit'in tedavisi aşağıda anlatılmıştır.

- Etkilenen bölgenin elastik bir bandajla sarılması ve kolun askıya alınması yararlı olabilir.
- Ayrıca bölgeye buz uygulaması, rahatsızlığı ve şişmeyi azaltabilir.
- Eğer tendinit sürerse, doktor hasta bölgeye kortizon gibi bir steroid ilaç enjekte edebilir.
- Son olarak da onarıcı bir ameliyat gerekebilir.

Üst Uç Bozuklukları (Upper Extremity Disorder): Üst Ekstremiteler; omuz, dirsek, el ve el bileğidir. Bu tür rahatsızlıkların belirtilerinin ortaya çıkması çok uzun zaman alabilir ve genellikle kendilerini acı, rahatsızlık, uyuşma ve karıncalanma hissi şeklinde gösterirler.

Bu rahatsızlıklardan yakınanların aynı zamanda eklemlerinde şişlik, hareketlilik ya da kavrama kuvvetinde azalma ve el ya da parmak derisinde görülen renk değişiklikleri gibi şikâyetleri de olabilir.



Şekil 7.87. Üst uç bozuklukları [69]

### 7.24.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)

İşçiler montaj hatlarındaki 50 libre'ye (22,67 kg) kadar kavrama kuvvetini uygulamak zorundaydılar.

### 7.24.4. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama)

Üretim hattındaki görevi yerine getirirken elle ateşleme operasyonu için bin kadar yüksek tekrarlama oranları gerekiyordu.

### 7.24.5. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)

- Görevin performansını göstermek için eğitim sağlandı.
- Yeterli kuvveti göstermek için bir kuvvet göstergesi ile eğitim tesisatları temin edildi.
- Bir iş rotasyon matrisi geliştirildi.

İş rotasyon matrisi: İş gücünün etkin çizelgelenmesi hizmet sistemlerinin önemli problemlerinden birisidir. İşgücü eksikliği toplam personel maliyetlerini düşürürken hizmet kalitesinin zayıf kalmasına neden olmakta, işgücü fazlalığı ise personel maliyetlerini yükseltirken gereksiz kaynak kullanımına neden olmaktadır. İyi bir iş çizelgesi ile işlemlerin zamanlaması ve sıralanması, iş ve işçi arasındaki denge, belirli bir zamanda ve yerde olması gereken hizmetin gecikmesiz olarak sunulması, işçinin sağlığı ve güvenliği gibi sorunlar çözülebilir. Bu nedenle tur çizelgesi, hizmet

sistemlerinin istenilen hizmet düzeyinde çalışırken personel maliyetlerini en küçüklemek için uygun bir araçtır. Tur planlamasının, ergonomi ölçütlerini yeterince sağlamamasının yarattığı sıkıntılar ise son yıllarda dikkat çekmektedir. Bu çalışmada, maksimum hizmetin minimum zorlanma ile karşılanması için tur çizelgelerine rotasyon çizelgelerinin entegre edilmesine dayalı

#### **7.24.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)**

Güçlendirilen test yangını tesisatları aletleri test etmek için sağlandı. İşçiler aletin fonksiyonlarını test etmek için artık elle sadece bir veya iki ateşleme gerçekleştiriyorlar.

#### **7.24.7. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

- Kazara alevlenen iplikler yüzünden meydana gelen birçok yaralanmanın ortadan kalkması.
- Bu görevi yerine getiren bütün işçilerin artık üst uç bozukluklarına maruz kalmaları azalmıştır

#### **7.24.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem)**

CTD'lerin bütün isabetleri tekrarlı el ateşleme gereksinimlerinin ortadan kalkması ile yok edilmişti.

Cumulative Trauma Disorder (Kümülatif Travma Bozukluğu): Bölüm 7.3.6. da anlatılmıştır

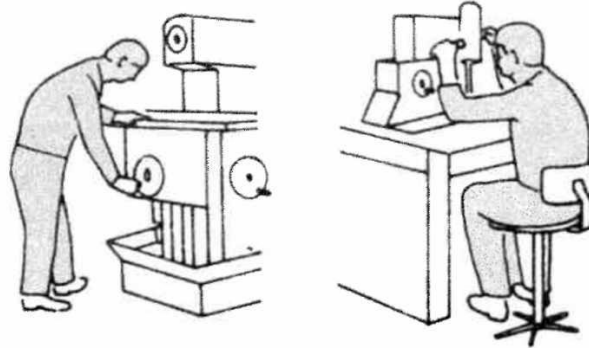
#### **7.24.9. Yorumlar**

Güçlendirilmiş test ateşleme tesisatlarını operasyonunda sağlanan sık iş rotasyon hızının uygun olmaması eksik yönü olarak değerlendirilebilir..

## 7.25. Kontrol Düğmesi Döndürme Operasyonu

### 7.25.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

İşçiler dâhili zımba makineleri montajında aletlerin ucundaki düğmeyi ayarlamak zorundaydılar. Ayarlamaların bazıları, diğerleri ara sıra her iki yönde 10'a kadar dönüş gerektirirken bir tam dönüşten daha az gerektirmektedir. Bir durumda işçi 40 in-lb (6.96 kJ) kadar dönme momenti gerektiren kaynak bağlantısını kırmak için düğmeyi gevşetmek üzere kuvvetlice döndürmek zorundaydılar.



Şekil 7.88. Makine başında çalışırken vücudun doğal olmayan konuma zorlanması [3]

### 7.25.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem)

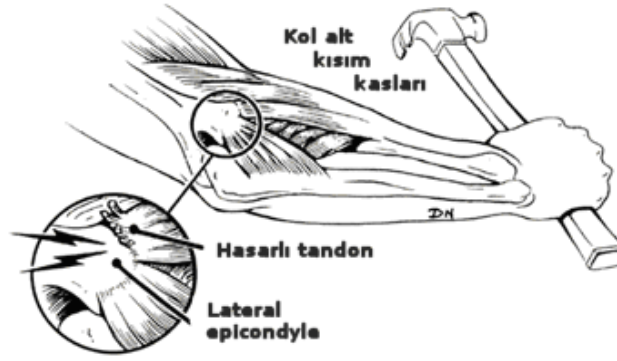
OSHA seyir defteri farklı türde dirsek tendonları ile ilgili bu yaralanmaların yaklaşık % 67'sini gözler önüne serdi.

### 7.25.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi tanımlayan yöntem)

- Artan CTD vaka oranı bütün tesis ortalamasının 2-3 katı kadardır.
- CTD sonucu ise ilk olarak yumuşak dokular, ikinci olarak kemik ve eklemler etkilenir.
- Yumuşak doku bozukluklarına örnek olarak da sinir sıkışmaları, kas gerginlikleri ve kısaltmaları, dolaşım bozuklukları, aşırı kullanım bozuklukları verilebilir.

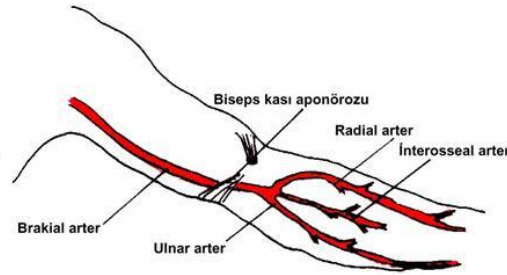
Tendon iltihabı (tendinit) kısaca aşağıda anlatılmıştır.

- Hafif bir incinme ya da aşırı kullanma, omuz ya da dirsekte ağrı oluşmasına yol açabilir. Genellikle nedeni, kası kemiğe bağlayan tendondaki küçük bir yırtık ya da iltihaptır.
- Kolun üst kısmında dirseğin hemen dış ve alt kısmında oluşan ağrıdır. Yaygın olarak bu ağrı dirsekten kol boyunca bileğe doğru vurur.
- Bir şeyler kaldırırken veya kol bükülürken ağrı hissedilmesi veya birşeyleri kavrarırken (kahve fincanı gibi küçük şeyleri bile) ağrı hissedilir.



Şekil 7.89. Tendon iltihabı (tendinit) [70]

- Kolun dirsekten alt kısmını iyice gerinerek ileriye doğru uzatmada zorluk yaşanır.



Şekil 7.90. Kol arterleri [71]

Belirtiler: Özellikle dirsek ya da omuzda, eklemin hemen dışında ağrı ve hassasiyet. Tendinit en sık omuz ve dirsekte görülür. Kemikte herhangi bir sorun olup olmadığını anlamak için röntgen çekilebilir.

#### 7.25.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)

40 in-lb'ye kadar önemli bir dönme momenti gerektiren bir durum hariç döndürmenin çoğunluğu ihmal edilebilir dönme momenti gerektirirdi.

Tork (dönme momenti) =  $F \cdot d$

F = Newton

d = metre

1 in-lb (tork) = 174 joule enerji

Gereken Enerji =  $40 \cdot 174 = 6960$  joule

Çeşitli işlerde uygulanabilecek kuvvetlerin ve momentlerin belirlenmesinde kriter aşağıda açıklanmıştır.

- İşyerinde iş gören işin şekline göre farklı konumlarda, el veya ayağı ile kuvvet veya döndürme momenti ya da her ikisini birden uygulamak durumunda kalabilir.
- Uygulaması istenen kuvvetin ne büyüklüğü ne de uygulama süresi aşırı zorlanmaya neden olacak düzeyde olmamalıdır. İşin yapılabilir ve dayanılabilir olabilmesi için uygulanması istenen kuvvetler kişinin özellik ve yeteneklerine göre değişen “kuvvet sınırı”nı geçmemelidir. Uygulanabilecek kas kuvveti kişiden kişiye değişir ve çeşitli faktörlerden etkilenir.
- Kişinin kendisine bağlı olan faktörler cinsiyet, yaş, antrenman, kondisyon, bedensel engel, kişisel geliştirilmiş iş yöntemi v.b.dir.
- İşin şekline bağlı faktörler olarak da kuvvetin yönü, sıklığı, uygulama süresi, vücudun konumu, kullanılan yardımcı araçlar, tutma şekli, hareketin öteleme / döndürme oluşu sayılabilir.

Buna göre işçinin uygulayabileceği kuvvetin veya momentin sınırı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$F_s = F_{maks} \cdot K_i \cdot K_k$$



$M_s = M_{maks} * K_i * K_k$  Denklemleriyle hesaplanır.

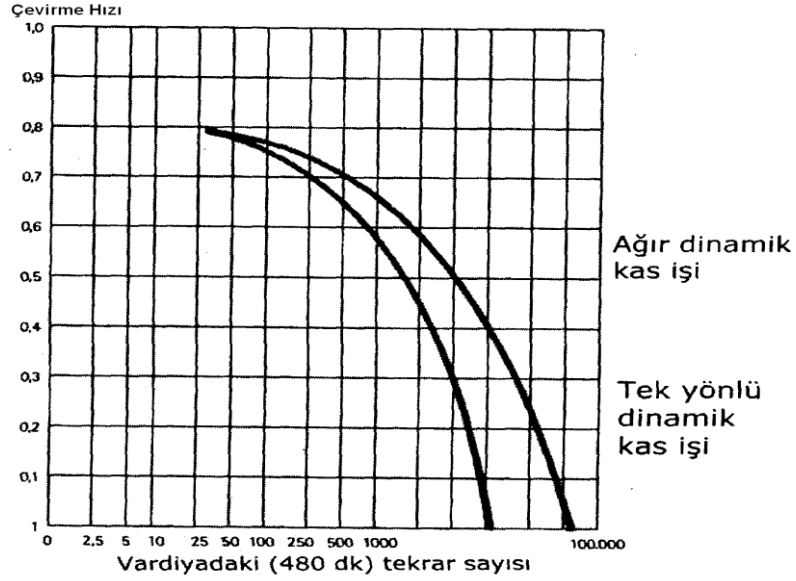
- $F_s$ : işçinin uygulayabileceği kuvvetin sınır değeri
- $M_s$ : işçinin uygulayabileceği momentin sınır değeri
- $F_{maks}$ : o iş için belirlenmiş uygulanabilecek maksimum kuvvet
- $M_{maks}$ : o iş için belirlenmiş uygulanabilecek maksimum moment
- $K_i$ : işe ilişkin faktör
- $K_k$ : kişiye ilişkin faktör

$K_i$  ve  $K_k$  için doğru değerleri seçebilmek için işin iyi anlaşılması ve analiz edilmesi gerekir. Analizde yardımcı olacak hususlar aşağıda belirtilmiştir.

- İşin şeklinin belirlenmesi (Dinamik veya statik)
- İşe iştirak eden kasların miktarı
- Beden konumu, el ve ayağın konumu, hareket şekli
- Uygulanan kuvvet veya momentin yerden yüksekliği, yönü, sıklığı
- Çalışma düzlemi, çalışma hacmi
- Kuvvet uygulamanın süresi
- İşin toplam süresi

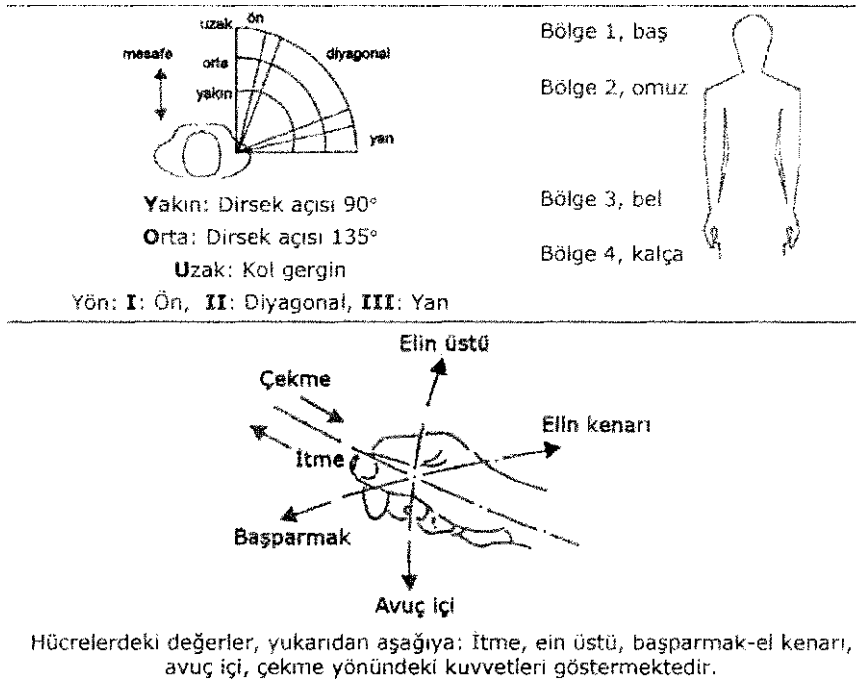
Yapılan işleri üçe aşağıdaki şekilde ayırabiliriz.

- Tek yönlü dinamik veya ağır dinamik iş: Ağır dinamik kas işinde toplam kasın 1/7 sinden daha fazlası işe katılır. Sadece bir kolun el ve parmaklarının veya sadece ayağın kuvvet uygulanmasıyla yapılan işlerdir.
- Statik İş: Statik tutma işinde az veya çok sayıda kas 6 saniye veya daha fazla süre, boyut değiştirmeksizin gergin kalır. Ayrıca iş yaparken gövde bir vardiya içerisinde 250 kere veya daha fazla hareket ettirilmek zorunda kalınıyorsa bu hareket de kuvvet sınırının belirlenmesinde dikkate alınır.
- Bedeninde Hareket Ettiği İş: Yük taşıma gibi.





Şekil 7.91. Dinamik kas işinde kuvvet uygulama sayısına bağlı olarak faktör k1 [3]

El kol sisteminde uygulanabilen en büyük kuvvetlerin elin konumuna, elin çalıştığı bölgeye ve bedene uzak veya yakın oluşuna göre değişimi şu tabloda verilmiştir:






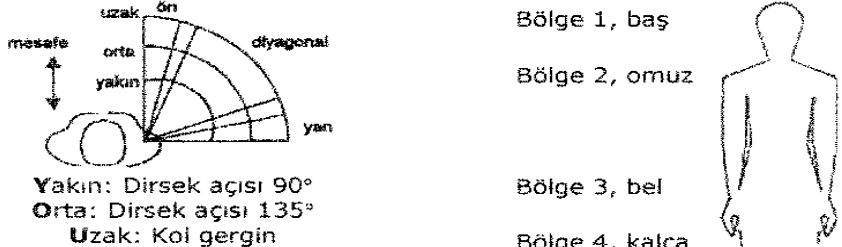
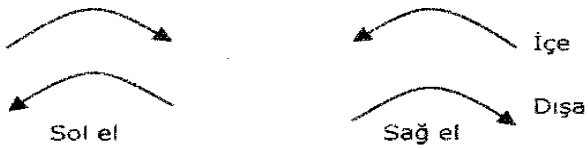
Şekil 7.92. Tablo 7.11 deki değerlerin gösteri [3]

Tablo 7.11. El Kol Sisteminde Uygulanabilen En Büyük Kuvvet (N) [3]

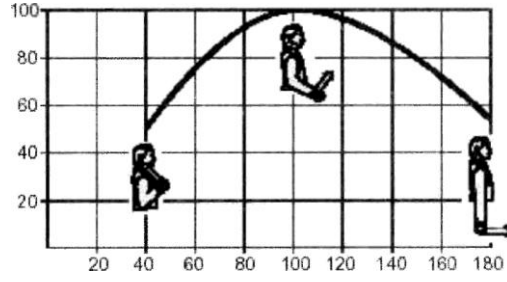
El Konumu 1					El Konumu 2				
									
Yön->		I	II	III	Yön->		I	II	III
Bölge 1	U	720	735	575	U	610	625	490	
		150	115	110		155	190	180	
		180-150	225-115	210-85		120-205	130-155	140-150	
	O	140	155	165	O	130	100	70	
		S55	490	480		470	470	410	
		545	605	475		465	515	405	
	Y	140	105	105	Y	185	170	220	
		215-190	200-235	260-200		150-190	160-140	155-140	
		175	190	185		160	200	170	
Y	475	510	465	Y	405	435	395		
	270	250	255		230	250	215		
	125	105	100		175	170	170		
Bölge 2	U	205-175	200-150	200-135	U	180-170	155-140	155-135	
		210	180	180		155	130	115	
		435	370	315		370	315	270	
	U	660	675	480	U	560	575	390	
		150	110	125		140	145	145	
		165-175	170-125	170-135		155-205	155-150	140-170	
	O	180	180	165	O	150	105	115	
		550	480	500		470	410	425	
		440	535	435		375	455	370	
Y	150	140	125	Y	175	205	150		
	205-220	240-195	175-130		165-205	175-190	160-170		
	195	205	190		185	165	110		
Y	480	480	425	Y	410	410	360		
	350	380	370		300	325	315		
	150	120	100		180	165	175		
Bölge 3	U	210-180	195-180	205-210	U	175-205	175-160	140-135	
		205	200	165		155	155	180	
		475	440	365		405	375	310	
	U	550	465	400	U	470	395	395	
		100	80	75		100	105	95	
		115-185	125-160	110-170		145-135	145-135	165-100	
	O	170	160	195	O	155	155	145	
		500	445	415		425	380	355	
		440	410	365		375	350	310	
Y	100	90	70	Y	165	160	125		
	195-245	190-175	145-170		205-135	140-120	185-95		
	240	165	220		210	350	140		
Y	415	385	350	Y	355	330	300		
	365	375	375		310	320	300		
	100	90	75		190	155	145		
Bölge 4	U	225-195	185-190	170-200	U	200-150	150-120	180-100	
		235	175	210		165	160	170	
		340	310	280		290	265	240	
	U	465	365	420	U	395	335	335	
		95	85	75		80	80	65	
		95-165	95-185	75-175		150-130	140-115	115-100	
	O	175	165	135	O	140	155	150	
		555	445	370		470	380	315	
		385	455	515		325	385	440	
Y	170	155	125	Y	135	110	115		
	160-175	140-175	135-180		190-230	170-210	170-170		
	225	200	200		150	150	155		
Y	400	410	450	Y	340	350	385		

El kol sisteminde moment: Elin konumu, elin iş yaparken yüksekliği, yönü, uygulama noktasının bedene uzaklığı, momentin yönü en büyük momenti belirleyen faktörlerdir.

Tablo 7.12. El-Kol Sisteminde Uygulanabilen En Büyük Momentler (Nm) [3]

El-Kol Sisteminde Uygulanabilen En Büyük Momentler [Nm]														
El Konumu 1				El Konumu 2				El Konumu 3						
Yön->		I	II	III	Yön->		I	II	III	Yön->		I	II	III
Bölge 1	U	12,0	13,0	13,0	Bölge 1	U	9,5	10,5	10,5	Bölge 1	U	14,5	15,5	15,5
	O	5,0	6,0	6,0		O	7,0	8,5	8,5		O	3,5	4,0	4,0
	Y	18,5	17,5	17,0		Y	11,0	10,5	10,0		Y	24,0	23,0	22,0
Bölge 2	U	12,0	13,0	13,0	Bölge 2	U	9,5	10,5	10,5	Bölge 2	U	14,5	15,5	15,5
	O	5,0	6,0	6,0		O	7,0	8,5	8,5		O	3,5	4,0	4,0
	Y	18,5	17,5	17,0		Y	11,0	10,5	10,0		Y	24,0	23,0	22,0
Bölge 3	U	12,0	13,0	13,0	Bölge 3	U	9,5	10,5	10,5	Bölge 3	U	14,5	15,5	15,5
	O	5,0	6,0	6,0		O	7,0	8,5	8,5		O	3,5	4,0	4,0
	Y	18,5	17,5	17,0		Y	11,0	10,5	10,0		Y	24,0	23,0	22,0
Bölge 4	U	12,0	13,0	13,0	Bölge 4	U	9,5	10,5	10,5	Bölge 4	U	14,5	15,5	15,5
	O	5,0	6,0	6,0		O	7,0	8,5	8,5		O	3,5	4,0	4,0
	Y	18,5	17,5	17,0		Y	11,0	10,5	10,0		Y	24,0	23,0	22,0
														
 <p>Yakın: Dirsek açısı 90° Orta: Dirsek açısı 135° Uzak: Kol gergin Yön: <b>I:</b> Ön, <b>II:</b> Diyagonal, <b>III:</b> Yan</p> <p>Bölge 1, baş Bölge 2, omuz Bölge 3, bel Bölge 4, kalça</p> <p>Hücrelerdeki üstteki değerler "içe", alttaki değerler "dışa" yönelik momentlerdir.</p> <p></p> <p>Sol el                      Sağ el</p>														

Elle uygulanacak kuvvetin dirsek açısına göre maksimum kuvvete oranı şu şekilde verilmiştir.



Şekil 7.93. Elle uygulanacak kuvvetin dirsek açısına göre maksimum kuvvet oranı [3]

### 7.25.5. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama)

Görev yüksek derecede tekrarlı, bazen 10.000'in üzerinde, 8 saatlik çalışma mesaisi başına 90–110 derece kolun ön kısmı dönüşleriydi.

### 7.25.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- El bükülmesini ortadan kaldırmak için hava-güçlü bir düğme döndürme cihazı geliştirildi.
- Aşağıdaki özelliklerde daha karmaşık bir tesisat tasarlandı ve yapıldı:
  - Aleti takmak için yaklaşık 2-3 inç'lik (5.08-7.62 cm) yanal hareket sağlandı
  - Minimum başlangıç çalışma yeri gerektirmek için aşırı derecede dar olan tesisat tasarlandı
  - En yakın çeyrek dönüşe seçilebilir sayıda dönüş
  - Seçilebilir otomatik ters özellik
  - Ayarlanabilir hız kontrolü
  - Aşırı dönme momentini önlemek için ayarlanabilir kavrama.

### 7.25.7. Ergonomik çözüm (Faydalar)

- Bu görevi yerine getiren bütün işçilerin dirsek tendon iltihaplanmalarına artık maruz kalmaları azalmıştır.
- Önceden var olan koşullarla işçiler tekrarlamalı bükülme yüzünden önceden sınırlanan birçok işte çalışabilir.

- Son kalibrasyondan önce ön- baskılamak için aletin otomatik döndürülmesi.
- Görevi yerine getirmek için daha az fiziksel baskı.
- Görevi yerine getirmede üretkenlikte dört kat artış.
- Bu yeni tesisatı kullanarak çoğu diğer işlerde üretkenlikte % 10–15 artış.

#### **7.25.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem)**

6 ay içinde yeni dirsek travma vakaları ortadan kaldırıldı (% 95 azalma).

#### **7.25.9. Yorumlar**

Yeni tesisatları kullanan aletin fonksiyonelliğini sağlamak için 300 alet tesisatlık bir geçerlilik çalışması yapıldı. Süreç limitleri içinde tesisat tarafından gerçekleştirilen dönme momentini sağlamak için başka bir geçerlilik çalışması yapıldı.

### **7.26. Uçak Kargo Paketlerini Yükleme Operasyonu**

#### **7.26.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

Büyük ticari uçakların yolcu bölmelerindeki yerleştirilen istif kutularını ağır ve büyüktür. İşçiler uçaktaki istif kutularını fiziksel olarak taşımak ve yerleştirmek zorundaydılar. İstif kutularını taşıma için uçağa erişim sadece yolcu kapıları idi. İstif kutuları işçiler tarafından yüklenir ve yerleştirilirdi. Uzunlukta 78 inç'e (198,12 cm) kadar ve genişlikte 60 inç'e (152,4 cm) kadar olabilirler. İki işçi, taşıma cihazının her iki yanındaki istif kutularını kaldırır ve onları bir arabaya yükler. Araba bir yolcu kapısına gittikten sonra, kutular arabadan indirilir ve onları yerine yerleştirecek olan bir kaldırma cihazına kapıdan taşınırlar. Bölmeler ve kadırgalar bu konumda yerleştirilir, istif kutuları oturtmak için kenarları açılmalıdır. Araba bölme ve kadırğa arasında oturtmak için yeterince manevra yapabilir değildi. Görevler işçiler tarafından gerçekleştirildikten sonra ağrıyan kas şikâyetleri vardı.



Şekil 7.94. Temsili uçak kutuları [72]

### 7.26.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem)

OSHA yaralanma verilerinin danışmanlar, bakımıcılar ile incelenmesi ve bir iş güvenlik takımı tarafından görevlerin gözlenmesi görevi yerine getirmedeki ergonomik risk faktörlerinin varlığını doğruladı. (OSHA 200 formları, tıbbi ve ilk yardım seyir defterleri görevlerin tehlikeli olduğunu kanıtladı)

### 7.26.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)

Görevi yerine getirdikten sonra işçiler tarafından ağrıyan kas şikâyetlerinde artış.

İş alanının darlığı nedeniyle rahat hareket edilemeyen, beden konumunun uygun pozisyonu almadığı vs. gibi kötü iş koşullarını dikkate alarak işçinin yük kaldırma sınırını belirleyen çeşitli yöntemlerden biridir.

Kaldırılacak yükün sınır değeri aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanır.

$$SD=40*(15/H)*(1-0,004*|V-75|)*(0.7+7.5/D)*(1f/f_{max})$$

H = Yükü tutma anında ellerin beden ekseninden yatay uzaklığı (cm)

V = Tutma anında el ile basılan taban arasındaki dikey mesafe (cm) (0-175 cm arası olabilir)

D = Yükün kaldırılacağı yükseklik 25cm ile (200-V) cm arasında olabilir. Bu değer 25cm'nin altında ise D=25cm alınmalıdır.

f = Dakikada yük kaldırma sayısı. f 0.2 ile fmax arasında olabilir.

$f_{max}$  = İşin süresi ve beden konumuna göre aşağıdaki tablo 7.1. den okunur.

#### **7.26.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)**

İstif kutularının ağırlığı 100 lb'ye (45,35 kg) kadardır.

Neden bu değerler risk faktörüdür: Bir işçi günde ortalama 34.000 lb (15,422 kg) kaldırır. Bu nedenle, yapılan hesaplamalara göre;  $(34.000/100 = 340\text{adet})$

İşçi günde 340 adetten fazla kutu taşıdığında yük kaldırma sınır değerini aşar. Dolayısıyla ergonomik risk faktörü oluşur.

#### **7.26.5. Ergonomik risk faktörü (Durum)**

Görevi yerine getirirken işçiler ters durumlarda bulunurlardı.

Neden bu durum risk faktörüdür: Bir kütleyi kaldırma, tutma ve taşıma ya tamamen statik bir iş ya da statik iş oranı yüksek bir iş olup, çok fazla güç gerektirdiğinden ağır iş grubuna girer. Bu tür işlerde ana sorun fazla güç gereksinimi ve kasların fazla zorlanmasının yanında omurlar arası disklerin zorlanıp aşınması, hasara uğraması, sırt ve bel hastalıkları oluşturmalarıdır.

#### **7.26.6. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)**

- Bakımcıların analize, önceliklendirmeye ve süreç incelemeye katılması. Bakımcılar tasarımın son ürün sürümünden önce bir prototip yardımı ile eleştirilerini belirterek kullanımına katılırlardı.
- Üç ergonomist, bir danışman, bakım departmanından iki çalışandan oluşan çapraz fonksiyonel bir takım kurulması.
- Bir endüstri mühendisi iç kurulum atölyesinden sorumludur, alet ile işleme organizasyonunun bir temsilci atölyeye atanır ve bir işe dönüş (return - to - work) temsilcisi.



### 7.26.7. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- Taşıma mesafesini azaltmak ve yüklemedeki gerekli zorluklardan sakınmak için yükleme istif kutuları için makas-kaldırma kamyonu kullanma.
- İstif kutularını uçağa taşımak ve onları yerlerine kaldırmak için yeni bir alet tasarlama (düşüncede).



Şekil 7.95. Temsili makaslı platformlar [73]

### 7.26.8. Ergonomik çözüm (Faydalar)

- Arttırılan Üretkenlik
- Arttırılan iş kalitesi
- İşçiler arasında işe bağlı yaralanma ve rahatsızlığın azalması.

### 7.26.9. Yorumlar

Bir prototipin geliştirilmesi esastır. Başarılı bir alet geliştirme için işçiler ve tasarımcı arasında açık haberleşme sağlanacak çalışma ekipleri kurulması çözümün kaynağını oluşturacaktır.

## 7.27. Uçak Kadırğa Araba Asansörlerini Yükleme ve Kurma Operasyonu

### 7.27.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

Büyük ticari uçakların yolcu bölmelerine yerleştirilen kadirğalar ağır ve kocamandır. İşçiler uçaktaki kadirğalarını fiziksel olarak taşımak ve yerleştirmek zorundaydılar.



Şekil 7.96. Temsili uçak girişi [74]

Kadirğalar gövde birleştirildikten sonra uçağa yüklenirdi. Kadirğaları uçağa taşıma için tek erişim yolcu kapılarıdır. Geniş gövde gösterildikten sonra uçak kadirğaları daha büyük hale gelirdi ve daha iyi görünmesi ve daha az bakım gerektirmesi için bir parçanın birimleri olarak imal edilirdi.



Şekil 7.97. Temsili kadirğa kaldırma operasyonu [75]

Kadirğa araba asansörleri, asansör gibi cihazlardır. Uçağı üst kısmına yüklendikleri ana kattan kadirğa arabalarını kaldırmak için kullanılırlar. Kaldırma yaklaşık 800 libre (362 kg) ağırlığındadır ve 14 fit (426 cm) uzunluğundadır.



Şekil 7.98. Temsili uçak yük asansörleri [76]

Kaldıracın asansör kısmının bağlı olduğu kaldırıcın alt ucu, üst ucun ağırlığının yaklaşık üç katıdır. Kaldırıcı yüklemek ve kurmak için işçiler kaldırıcı bir arabaya koymak ve onu uçağın yolcu kapısına doğru harekete geçirmek zorundaydılar.



Şekil 7.99. Temsili işçi çalışma alanı [77]

### **7.27.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem)**

OSHA yaralanma verilerinin danışmanlar, bakımcılar ile incelenmesi ve bir güvenlik takımı tarafından görevlerin gözlenmesi görevi yerine getirmedeki ergonomik risk faktörlerinin varlığını doğruladı.

### **7.27.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)**

Kaldırıcın genişliği yüzünden ona uyması için kenardan onu taşıyan bir işçi için yeterince boşluk yoktur. Kaldırıcı kenardan taşıyan işçiler başka bir yolcu kapısına

yaklaşmak, uçağa girmek ve onu taşımaya yardım etmek için geri dönmek zorundaydılar. Bu görevi yerine getiren işçiler arasında sırt yaralanma şikâyetleri vardı. Üstelik yükleme prosedürleri yüzünden uçakta da zararlar vardı.

İşçiler tarafından bildirilen sırt yaralanmaları ve diğer CTD bağlı yaralanmalar. Görevleri yerine getirme ile ilişkili bildirilmeyen incinmeler. Bir işçinin bir araba kaldıraça kurulumundan sonra şantiyesinde çalışmak için fazla ağırlı olduğundan şikâyeti.

#### **7.27.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)**

Kaldıraçın ağırlığı yaklaşık 800 lb'dir (362 kg).

Hareket ettirilecek kütle	Kaldıraçla
<50 kg	0.5
50-<100 kg	1
100-<200 kg	2
200-<300kg	4
300-<400 kg	
400-<600 kg	

Yukarıdaki verilere göre 4 puan ile değerlendirilmiş alan kritik, boş bırakılan alan işçinin güç sınırını aşma olasılığı yüksek olan alanlardır.

#### **7.27.5. Ergonomik risk faktörü (Durum)**

Görevi yerine getirirken işçiler ters durumlarda bulunurlardı. Şekil 7.99'da işçinin pozisyonu gözükmemektedir.

**7.27.6. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)**

- Bakımcıların analize, önceliklendirmeye ve süreç incelemeye katılması. Tasarımın son ürün sürümünden önce bir prototip yardımı eleştirisi ve kullanımına katılırlardı.
- Üç ergonomist, güvenlik ergonomi merkezi, bir mağaza danışmanı, mağazadan iki tamirciden oluşan çapraz fonksiyonel bir takım düzenleme.
- Bir endüstri mühendisi iç kurulum atölyesinden sorumludur, alet ile işleme organizasyonun bir temsilci atölyesine atanır ve bir işe dönüş (return - to - work) temsilcisi.

**7.27.7. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)**

- Kaldırıcıların veya bölmelerin herhangi birini yerleştirmeden önce kaldırıcı yüklemeyi içeren bir süreç değişimi
- Arabayı yerine kaldırmaya yardım eden ve yerine tuttururken onu destekleyen bir vinç cihazı geliştirme.
- Araba kaldırıcını uçağa getirmek için büyük yumuşak tekerlekler ile düz bir yatak arabası temin etme.

**7.27.8. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

- Arttırılan Üretkenlik
- Arttırılan iş kalitesi
- İşçiler arasında işe bağlı yaralanma ve rahatsızlığın azalması.

**7.27.9. Yorumlar**

Bir prototipin geliştirilmesi esastır. Başarılı bir alet geliştirme için işçiler ve tasarımcı arasında açık haberleşme olmalıdır.

## 7.28. Uçak Koltuklarını Yükleme ve Yerleştirme Operasyonu

### 7.28.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

Büyük ticari uçakların yolcu bölmelerindeki yerleştirilen koltuklar ağır ve kocamandır. İşçiler uçaktaki koltukları fiziksel olarak taşımak ve yerleştirmek zorundaydılar. Koltuklar gövde birleştirildikten sonra uçağa yüklenirdi.



Şekil 7.100. Temsili uçak koltuğu [78]

Koltukları taşıma için uçağa erişim sadece yolcu kapıları idi. Koltuklar işçiler tarafından yüklenir ve yerleştirilirdi. Her koltuk birimi koltuğun koltuk rayına uyacağı yere bağlanan koltuk rayının küçük bir parçasına bağlı küçük metal tekerleklere sahipti. Koltuk iki tamirci tarafından kaldırılır.



Şekil 7.101. Temsili koltuk yerleştirme operasyonu planı [79]

Son olarak işçiler koltukları uçağa taşırlar ve onları yerleştirirler. Koltuklardaki yetersiz kulplar yüzünden onları taşıırken zarar görebilirler veya uçağın zemininde zarar neden olarak düşebilirler.

### **7.28.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem)**

OSHA yaralanma verilerinin danışmanlar, bakımıcılar ile incelenmesi ve bir iş güvenliği takımı tarafından görevlerin gözlenmesi görevi yerine getirmedeki ergonomik risk faktörlerinin varlığını doğruladı.

Bu çalışmalar sırasında maksimum yük hesabı NIOSH yöntemine göre aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır. Bölüm 7.1.2’de anlatılmıştır.

### **7.28.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)**

- Koltuk yüklemeye katılanların sırt yaralanmalarının tıbbi vakaları.
- Koltuk yüklemeden sonraki gün işe gelmemelerin artan oranı.
- Koltuk yüklemeden sonraki gün kırık-çıkıkçı ziyaretlerinin artan oranı

### **7.28.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)**

Birinci sınıf koltukları için 150 lb’den 250 lb’ye (68-119 kg arası) kadar koltuk ağırlıkları.



Şekil 7.102. Temsili 1. Sınıf uçak koltukları [80]

### 7.28.5. Ergonomik risk faktörü (Durum)

Görevi yerine getirirken işçiler ters durumlarda bulunurlardı.

### 7.28.6. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)

- Bakımcıların analize, önceliklendirmeye ve süreç incelemeye katılması. Tasarımın son ürün sürümünü önce bir prototip yardımıyla eleştirisi ve kullanımına katılırlardı.
- Üç ergonomist, bir danışman, mağazadan iki bakımcıdan oluşan çapraz fonksiyonel (cross-functional) bir takım düzenlenmesi.
- Bir endüstri mühendisi iç kurulum atölyesinden sorumludur, alet ile işleme organizasyonunun bir temsilci atölyesine atanır ve bir işe dönüş (return - to - work) temsilcisi.

### 7.28.7. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- Yükleme için diğer kapıların mevcut olduğunun düşünülmesini sağlayarak yer seviyesinden yolcu kapıları seviyesine yükseltilebilen bir makas kaldırıcındaki yük vagonu kısmındaki bir kamyonetin kullanımını içeren bir süreç değişikliği. Bu süreç koltukların hareket ettirilmesi gereken mesafeyi azaltacaktır.



Şekil 7.103. Temsili yük vagonu uygulaması [171]



Şekil 7.104. Makaslı platform [170]



- Koltukların yük vagonundan arabaya kaldırmadan harekete geçirilmesine izin vermek için yeni bir araba tasarlandı.
- Dört işçiye kadar kulp sağlamak üzere koltuklara eklemek için geçici bir araç tasarlandı.
- Hem koltuk yükleme hem de araba kaldırma için kullanılmak üzere ikinci bir prototip çok amaçlı araba geliştirildi (Bu prototip uygulamalar için incelenmektedir).

### 7.28.8. Ergonomik çözüm (Faydalar)

- Arttırılan Üretkenlik
- Arttırılan iş kalitesi
- İşçiler arasında işe bağlı yaralanma ve rahatsızlığın azalması.

### 7.28.9. Yorumlar

Bir prototipin geliştirilmesi esastır. Başarılı bir alet geliştirme için işçiler ve tasarımcı arasında açık haberleşme olmalıdır.

## 7.29. Düşük Kuvvetli Aktivasyon Düğmeleri

### 7.29.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

İşçiler kaynak makinesi kaidesinin ön levhasında bulunan kaynak istasyonundaki kaynak makinesi aktivasyon düğmelerine tam olarak bastırmak zorundaydılar.



Şekil 7.105. Temsili kaynak makinası ön paneli [81]

Görev, bir tepsideen montajlanan zımbayı almayı ve onu kaynak makinesi yuvasına koymayı içermektedir.



Şekil 7.106. Temsili kaynak makinası yükleme [172]

Sonra işçi titreşimli korna bağlantısına kadar iki eliyle devir aktivasyon düğmelerini tutmalı ve tamamen bastırılmalıdır. Son olarak, işçi aleti yuvadan almak ve onu bitirilmiş alet tepsisine koymak zorundaydı.



Şekil 7.107. Temsili kaynak operasyonu [173]

### 7.29.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)

İşçiler arasında artan başparmak tendon iltihaplanma tıbbi vakaları.

Durum işçilerin sürekli ağrı şikâyetleri sonucu anlaşılmıştır.

Başparmak tendon iltihaplanması: El bileği ve ön kolun başparmak köküne de yayılan ağrı ve şişliktir. Baş parmağı hareket ettiren, onu diğer parmalardan uzaklaştıran (abduktor pollicis longus) ve geriye doğru bükme (ekstansör pollicis brevis) kaslarının tendonlarının iltihaplanmasıdır. Çok sık rastlanan ve kolay teşhis edilen bir hastalıktır. Tendonla tendon kılıfı arasında bir düzensizlik, şişme olur. Tendonla tendon kılıfı arasındaki kayganlık kaybolur.

Sebepleri nelerdir: Kavrama, sıkıştırma, sıkma, burkma, daktilo yazma gibi tekrarlayan aktiviteler, bu iki kasa ait tendonun geçtikleri kanalda sıkışmasına sebep olurlar. Bu hareketler tendon ve tendon kılıflarında yıpranma, yozlaşma ve enflamasyona yol açarlar. Tendon çevresindeki sinovial dokuda iltihaplanma ve buna bağlı olarak şişlik oluşur. Böylelikle tendonun kılıfı içinde kayması ve hareket etmesi zorlaşır. Romatoid artrit ve gut gibi bazı iltihaplı romatizmaların başlangıcında veya seyri esnasında benzer semptomlar oluşabilir. Şekil 7.80’de finkelstain testi anlatılmaktadır.

Belirtileri nelerdir: Ön kolun başparmak tarafında huzursuzluk ve ağrı ilk belirtidir. Ağrı el bileğine ve baş parmağa doğru yayılabilir. Başparmağın hareketleri esnasında bu bölgede bir sürtünme sesi duyulabilir. İlerlemiş ve ağır vakalarda bu bölgede şişlik ve lokal hararet olabilir. Bu bölge basmakla ağrıyabilir. Baş parmak avuç içinde sıkıştırılıp, el ağrının tersi yöne zorlanırsa şiddetli ağrı olur.

Tedavi ve Tekrarları Önleme: Tekrarlayan hareketlerden kaçınmak ve bu mümkün değilse elin olabildiğince nötral pozisyonda tutulması tekrarları önlemek için gereklidir. Ayrıca splintlerle elin dinlendirilmesi gerekir.



Şekil 7.108. El istirahat pozisyonu bilekliği [82]

Başparmak tendon iltihaplanması: Başparmağı hareket ettiren, onu diğer parmaklardan uzaklaştıran ve geriye doğru büken tendonlarının iltihaplanmasıdır.

Tendon: Kasların kemiklere yapışmasını sağlayan yapıdır.

Bu rahatsızlıkta tendonla tendon kılıfı arasında bir düzensizlik, şişme olur ve aralarındaki kayganlık kaybolur. Başlıca belirtileri hareketle artan ağrı ve sertlik hissidir

Sebepleri nelerdir: Kavrama, sıkıştırma, sıkma, burkma, daktilo yazma gibi tekrarlayan aktiviteler, bu iki kasa ait tendonun geçtikleri kanalın sıkışmasına sebep olurlar.

Hastalığın tedavisinin süresi hastadan hastaya değişik olup birkaç haftadan birkaç aya uzanan bir periodtur

### **7.29.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)**

İşçiler kaynak makinesi aktivasyon düğmelerini tam olarak bastırmak için başparmakları il 5 lb'lik (2.26 kg) kuvvet uygulamak zorundaydılar. 5 lb'lik (2.26 kg) kuvveti hızla yenmek için gerçekte işçiler tarafından 5 lb'den (2.26 kg) daha fazlası uygulanırdı.

### **7.29.4. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)**

- Değiştirilmiş bir basma düğme anahtarı geliştirildi. Gerekli aktivasyon kuvvetini yaklaşık olarak 1 lb'ye (0.45 kg) azaltmak için ana sıkıştırma yayı çıkarıldı. Düğmeyi orijinal konumuna geri döndürmek için yeterli kuvveti sağlamak üzere bağlantı setine ilave bir yay yapıldı.



Şekil 7.109. Temsili yay [83]

- Parmak veya başparmak kuvvetinin 2 lb (0,9 kg) gerektiren düşük- kuvvetli standart bir basma düğmesi anahtarı iki bağlantı setinin uygulanması için geliştirildi.

#### **7.29.5. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

- Bu görevi yerine getiren bütün işçilerin artık başparmak tendon iltihaplanmalarına maruz kalmaları azalmıştır.
- Bir bağlantı seti için gereken kuvvete % 80’lik bir azalma vardı.
- İki bağlantı seti için gereken kuvvete % 60’lık bir azalma vardı.

#### **7.29.6. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem)**

Başparmak tendon iltihaplanma tıbbi vakalarında azalma.

Basma kuvvetinin azaltılması sonucu işçi şikâyetleri ortadan kalktı.

#### **7.29.7. Yorumlar**

Yeni basma düğmesi tasarımını uygulamadan önce şirket yaralanma dokularını belirlemek için varlık-algılama, kısıtlanmış-kuplajlı aktivasyon düğmeleri ve foto-elektrik ışık ışını algılayıcı aktivasyon kontrollerini içeren birkaç seçenek denedi. Gelen ama pratik olmayan birkaç istenmeyen ergonomik düşünceler ve maliyet konuları da vardı.

### 7.30. Meşrubat Dağıtımında Kullanılan El Arabalarındaki Ağırlığın Dağılımı ve Bakımı

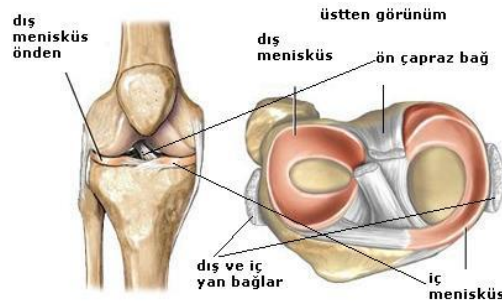
#### 7.30.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

Az şişirilmiş el arabası lastikleri dağıtım yapan işçilerde gereksiz kas iskelet sistemi baskısı meydana getirmektedir.

Meşrubatların kasaları uygun yerdeki sürücüler arasında düzgün şekilde dağıltmıyordu bu yüzden sırt yaralanması yüksek bir risk taşıyordu.

İşten kaynaklanan kas-iskelet sistemi hastalıkları: Kas iskelet sistemi hastalıkları Birleşmiş Milletler tarafından hükümet dışı organizasyon olarak tanınan Uluslararası İş Sağlığı Komisyonu'nun da tanımladığı gibi kas-iskelet sisteminde oluşan ve işten kaynaklanan rahatsızlıklar veya hastalıklardır.

“İşten Kaynaklanan” terimi Dünya Sağlık Örgütü tarafından iş performansı ve çalışma çevresi gibi etkenin katkıda bulunmasıyla başlayan çok etkenli bir hastalığın bilimsel nedenini tanımlamak için kullanılmıştır. Kas-iskelet Sistemi hastalıklarının, ağır yüklerin elle taşınması sonucunda oluşan sırt rahatsızlıklarından, tekrarlayan iş yapma sonucunda oluşan bilek rahatsızlıklarına kadar pek çok çeşidi vardır. Kas-iskelet sistemi Hastalıkları (MSD-Musculo Skeletal Disorders); kasları, tendonları ve sinirleri etkileyen rahatsızlıklardır. Avrupa’da en sık görülen meslek hastalığı olan MSD, işçilerin en temel sağlık şikâyeti olma konumundadır.



Şekil 7.110. Dizin yapısı [84]

Kas-iskelet sistemi hastalıklarının önemi: Kas-iskelet sistemi hastalıklarının hangi nedenlerle meydana geldiğini ve bir çok çeşidi olduğunu inceledikten sonra bu hastalıkların çalışana ve işverene yüklediği maliyetleri görelim.

Kas-iskelet sistemi hastalıklarının maliyeti nedir: Bu rahatsızlığın çalışana maliyeti, çalışma yeteneğini Kas ve iskelet sistemi hastalıkları milyonlarca Avrupalı çalışanı etkilemekte ve işverenlere milyarlarca Avro'ya mal olmaktadır. Avrupa'da bütün sektörler dâhilinde, her 3 işçiden 1'i kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları ve hastalıklarından şikâyetçidir.

İşyerinde sağlık ve güvenlik alanındaki uygulamaların kötü olması nedeniyle hastalık izni kullanımının artması, çalışma kalitesinin düşmesi ve üretim kayıplarının meydana gelmesiyle ortaya büyük bir maliyet çıkmaktadır. Ancak bunun yanında yapılan işte de başarılı olmak büyük önem taşımaktadır.

Kas-iskelet hastalıklarının önlenmesi: Öncelikle işimizin proje tasarımı sırasında fiziki olarak kaldırma ve taşıma işlemleri söz konusu ise bunların üzerinde durulmalıdır.

Bu işlemler gerçekleştirilirken elle kaldırma/taşıma yöntemleri gözden geçirilerek bu konuda ortaya çıkabilecek potansiyel gelişmeler konusunda yöneticiler bilgilendirilmelidir. Eğer uygun ve yapılabilir bir önlem alma söz konusu ise bu proje aşamasındayken hemen uygulamaya konulmalıdır.

Kas-iskelet sistemi hastalıklarının önceden engellenemediği durumlarda ise işverenler, tehlikeleri ve riskleri belirlemek ve oluşabilecek hastalıkları önlemek için risk değerlendirmesi yapmak zorundadır. 1999 yılında Spokane Araştırma Laboratuvarının 20 yer altı maden ocağı üzerinde yaptığı bir araştırmaya göre yer altı maden işletmelerinde elle taşıma işleri ve bu işler sonucundaki hasarlar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Yapılan iş yaralanma veya hastalık sayısı aşağıda verilmiştir.

Kablo taşıma (özellikle takip kablosu)	117
Tahkimat malzemesi	110
Konveyör kayış parçaları taşınması	69
Taşıyıcılara malzeme yüklemesi	50
Bazı yapı işleri (barajlama, kapatma)	25
Kaya tozlarının ortadan kaldırılması	23
Yüksekteki cisimlerin kaldırılması, asılması	23
Kürekle kaya, cevher, mucur taşınması	16
Tulumbaların taşınması	11

### **7.30.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)**

Dağıtım işçileri arasında artan sırt yaralanmalarının tıbbi kayıtları

### **7.30.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)**

Raflardaki kasaların ağırlığının uygun olmayan dağılımı yüzünden kaldırma için artan sırt sıkıştırıcı kuvvet.

### **7.30.4. Ergonomik risk faktörü (Durum)**

Dağıtım işçilerindeki gereksiz kas iskelet sistemi baskısı el arabalarını dengede tutmak için gerekli idi.

### **7.30.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)**

Bir kompresör ölçüsü ve pompa, sürücülerin el arabaları lastik basınçlarını daha düzenli olarak kontrol etme olasılıklarını arttırma için bakım garajından el arabası depo alanına taşınmaktadır.



En ağır kasalar sürücüler arasında daha düzgün olarak dağıtılmaktadır. Kaldırmayı kolaylaştırmak ve sırt sıkıştırıcı kuvveti azaltmak için raflardaki ağır kasalar diz ve omuz yüksekliği arasına koyularak araba yükleme şablonunu değiştirme.

### 7.30.6. Ergonomik çözüm (Faydalar)

Risk faktörüne maruz kalmayı azaltma.

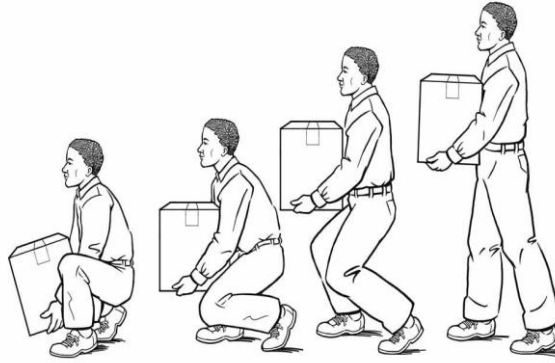
### 7.30.7. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem)

Üç yılda sırt yaralanma vakaları sayısında üçte iki azalma.

## 7.31. Elle Taşıma Operasyonu

### 7.31.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

Elle taşıma operasyonları işçiler arasında sırt yaralanmalarının ana kaynaklarından biridir. Ağır veya kocaman ürünleri teslim, özellikle sık kaldırmalı, birçok işçinin sırt yaralanmalarına katkıda bulunmaktadır.



Şekil 7.111. Kırılan dizler Metodu [85]

Pepsico'daki işçiler, Teslim Sürücülerini içeren, ters konumdaki kasalarda paketlenen şişelenmiş içecekleri elle kaldırıp taşımak zorundaydılar.



Şekil 7.112. Temsili şişe kasası [86]

Görev yüksek sıklıkta ve kısa dinlenme periyotları gerektirirdi. İşçiler sonraki teslim noktasına veya küçük perakende dükkânlarına alkolsüz içecekleri teslim etmek zorundaydılar.

#### **7.31.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem)**

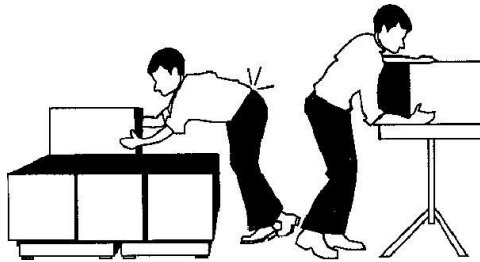
Hawaii Mesleki Güvenlik ve Sağlık Bölümü (Hawaii Division of Occupational Safety and Health, HOSHA) tarafından şirket sırt yaralanmaları bakımından güvenli bir iş yeri sağlamadığı için işletmeye uyarı geldi.

#### **7.31.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)**

1988 ve 1989 sırasında sırt yaralanma vakalarının artan sayısı (15 yaralanma raporu).

#### **7.31.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)**

Görevi yerine getirmek için ağır ürünleri kaldırma ve çekme gerekli idi.



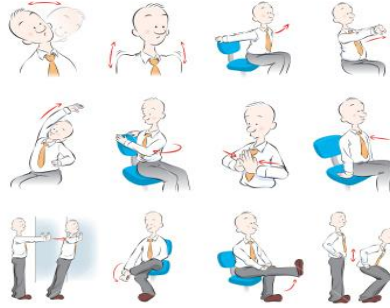
Şekil 7.113. Temsili kutu kaldırma operasyonu [52]

### 7.31.5. Ergonomik risk faktörü (Durum)

Ağır nesnelere tutmak için eğilme ve uzayan erişim gerekli idi.

### 7.31.6. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)

- Elle malzeme taşıma görevlerinde risklerin farkında olma konusunda daha büyük vurgu ile eğitim.
- Sürücüler için "Güvenli İş Prosedürleri" eğitimi.
- Bir egzersiz programı tanıtıldı.



Şekil 7.114. Ofis egzersiz hareketleri [87]

- Bir gönüllü prensibine dayalı olarak sırt kayışları temin edildi.



Şekil 7.115. Temsili sırt kayışı [88]

- OSHA alıntısı ve iş yeri tasarımı çözümleri ile ilgilenmek için bir Ergonomi Danışmanı ile sözleşme imzalandı.
- Bireysel işler ilgili tehlikeleri tanımlamak için işçi anketleri geliştirildi, dağıtıldı ve toplandı.

- İş Güvenlik Analizleri yönetildi.

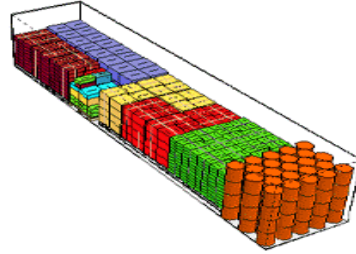
### 7.31.7. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- Ağır nesneleri için tutma yüksekliğini azaltmak amacıyla teslim kamyonları için çekme rafları temin edildi.



Şekil 7.116. Temsili araç içi raf uygulaması [174]

- Güvenli kaldırma için daha ağır ürünleri en iyi yere yerleştirmek için iyileştirilmiş kamyon yükleme şablonu geliştirildi.



Şekil 7.117. Temsili yükleme planı [175]

- Yüklü el arabalarını frenlerin üzerinden çekmede yardımcı olmak için portatif rampalar geliştirildi.



Şekil 7.118. Temsili portatif rampa [89]

- En iyi el arabasını seçmek için, altı farklı yük koşulu altında beş farklı el arabasını hareket ettirmek için gereken Hareket Kuvveti değerlendirildi.



Şekil 7.119. Temsili el arabaları [90]

### 7.31.8. Ergonomik çözüm (Faydalar)

Görevleri yerine getiren bütün işçilerin artık sırt yaralanma risk faktörlerine maruz kalmaları azalmıştır.

### 7.31.9. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem)

- Sırt yaralanma raporlarında 1991'deki 15 vakadan 1992'deki 4'e dramatik azalma.
- 1993 (yedi vaka) ve 1994 (beş vaka) boyunca sırt yaralanma vakalarının azalmasında sürekli etki.

### 7.31.10. Yorumlar

Verimli eğitim ile Mühendislik Kontrolleri ve uygun tasarım değişikliği, iş yerlerindeki yaralanma azalmasında en iyi yaklaşımı oluşturmaktadır.

## 7.32. Endüstriyel Donanım İmalatı

### 7.32.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

John Dere Dubuque Works endüstriyel donanım imal etmektedir. Ürünlerin bazıları dizel makineleri, arka çapa yükleyici (back hoe) traktörleri ve krol yüzücü içermektedir. Şirket 260'un üzerinde işçi çalıştırmaktadır. Şirket kırk-sekiz yaş ortalaması ile daha yaşlı bir iş gücünü istihdam etmektedir. Farklı görevleri yerine getirirken işçiler ağır parçaları elle kaldırmak, itmek ve tutmak, radyal matkabın el besleme tekerleğini döndürmek, parçaları tutmak için eğilmek ve uzayan erişim ve operatör kabini içindeki şalter bağlantısına eklemek için dizleri üzerinde uzun zaman harcamak zorundaydılar.

Aşağıda gemilerde kullanılan oldukça büyük bir dizel makinesi görmektesiniz. Bugün birçok yerde kullanılmaktadır.



Şekil 7.120. Gemilerde kullanılan diesel motor örneği [91]

Bir başka örnek ise arka çapa yükleyici traktörleridir. Aşağıda iki farklı açıdan bu parçayı görebilirsiniz. Kısaca belirtmek gerekirse bu donanım ile göl, bataklık gibi normal iş makinelerinin ulaşamadığı yerlerde kazı yapılabilir ve su emilim sağlanabilir.



Şekil 7.121. Temsili arka çapa yükleyici traktör [92]

Son örneğimiz ise crawl(krol) yüzücülerdir. Bu bizim bildiğimiz manada tankların, iş makinelerinin her türlü arazide hareket etmesini sağlayan paletlerdir.



Şekil 7.122. Temsili crawl iş makinası [93]

### 7.32.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem)

OSHA 200 seyir defterinin bir gözden geçirmesi bu özel alandaki CTD'lerin yüksek oranlarını gözler önüne sermedi. Daha fazla bilgi mevcut değil.

### 7.32.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)

- 1980'lerin ortasında CTD tıbbi vakalarının artması.
- Bu tür vakalar genellikle el bilekleriyle yapılan işlerde bileklere fazla yüklenilmesinden meydana gelmektedir. Zira üretilen donanımlar göz önüne alınacak olursa bileklere ne kadar çok yüklenildiği anlaşılabilir. Bu hastalık karpal tünelinin uzun süre baskı altında kalarak kalınlaşmasıyla ortaya çıkar.
- Matkabin el besleme tekerleğini döndürmede görev zorluğunun radyal matkap operatörü tarafından şikâyet edilmesi.



Şekil 7.123. Temsili radyal matkap [94]

- Şekil 7.124.'de görüldüğü gibi radyal matkabı işlenecek malzeme üzerinde hareket ettirebilmek için el besleme tekerleğinin döndürülmesi gerekiyor. Bu işe fazla efor sarf ettireceği gibi zaman kayıplarına da yol açabilmektedir.



Şekil 7.124. Temsili radyal matkab el besleme tekerleği [95]

- Tutma el aletlerinden dolayı CTD şikâyetleri.
- Bir montajcının operatör kabini içindeki şalter bağlantısına eklemek için dizleri üzerinde uzun zaman harcamaktan sırt ağrısı yaşadı.
- Ağır yük, eğilme ve uzayan erişim yüzünden, parçaları elle kaldırma ve itmeyi yerine getirmekten çeşitli kümülatif travma bozukluğu (CTD)'den şikâyet.

#### **7.32.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)**

30 lb'ye (13,6 kg) kadar ağır bileşenler operatör tarafından elle kaldırılmak ve itilmek zorundaydı.

#### **7.32.5. Ergonomik risk faktörü (Durum)**

Görevleri yerine getirmek için eğilme ve uzayan erişim gerekli idi.

#### **7.32.6. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama)**

Bazı tekrarlı görevler vardı. Üstelik bir görevi yerine getirme bir operatörün dizleri üzerinde geniş zaman harcamasını gerektirirdi.



### 7.32.7. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)

- Üç ücretli çalışandan oluşan tam-zamanlı bir Ergonomi Destek Takımı oluşturuldu.
- Destek takımı, ergonomi programı boyunca daha fazla çalışanın iş rotasyonu yapması için her yıl üç yeni işçi tarafından yer değiştirildi.
- İşçiler, herhangi bir CTD belirtisini Mesleki Sağlık Bölümü'ne bildirmek üzere teşvik edildiler.
- Ergonomi Koordinatörü, ergonomide eğitim görmüş bir Endüstri Mühendisi, tutarlı CTD araştırmalarını ve problem işlerin iş analizlerini yönetti.
- Üretim danışmanları ve İmalat Mühendisleri için sürekli ergonomi eğitimi.

### 7.32.8. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- Daha iyi bir mekanik avantaj geliştirmek için radyal matkapların el besleme tekerleği üzerindeki bir el düğmesi yerleştirme.



Şekil 7.125. Düğme kontrollü radyal matkap [176]

- Operatörlere daha iyi kaldıraç gücü vermek amacıyla diğer makineler için kaldıraçlardaki sap ilavelerini yerleştirme.
- Elle malzeme kullanmayı ortadan kaldırmak için özel kullanım çengelleri, vinçler ve konveyörler yerleştirme.
- Açık uçlu İngiliz anahtarlarını daha rahat yapmak için her yarımın üzerindeki keçe ile kaplanmış kulplara daha büyük çaplı saplar sağlama ve İngiliz anahtarlarını kesme.
- Bazı VDT operatörleri için daha rahat iş istasyonları sağlamak üzere bazı büro sandalyelerine ayaklık yerleştirme.

### **7.32.9. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

- Görevleri yerine getiren bütün işçilerin artık CTD'lerin tüm türlerine maruz kalmaları azalmıştır.
- Görevleri iyileştirmek için fikirler ve tavsiyeler konusunda çalışan iletişimini artırma.
- Ergonomi Destek Takımı tarafından Dubuque Alanı Ofisi- Yönetim Kurulu'ndan 1994 Ofis- Yönetim Ortaklığı Ödülünü alma.

### **7.32.10. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem)**

- Çeşitli CTD yaralanmalarının tıbbi vakalarının azalması.
- Sırt yaralanmalarını (neredeyse) ortadan kaldırma.
- Tekrarlı hareket yaralanmalarının yüzde 60 azalması.

### **7.32.11. Yorumlar**

Başarılı Pro-aktif Ergonomi programı mağaza zemininde çalışanlar tarafından yürütülmekte olan devam eden bir çalışma idi ve onun kritik bileşeni aktif bir ücretli çalışan ergonomi takımıydı.

### 7.33. Çelik Mobilya İmalatı

#### 7.33.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

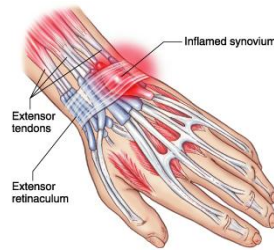
İşçiler farklı şekil ve boyutlarda 20-fit uzunlukta çeliği taşımak, şekil vermek ve kesmek, parçaları ürünlere kaynak yapmak ve 150 libreye kadar ağırlıktaki biten ürünleri bitirme, boyama ve nakliye alanına çekmek veya taşımak zorundaydılar.

#### 7.33.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)

Çok sayıda Karpal Tünel Sendromu, tendon iltihaplanmaları ve sırt ağrısı tıbbi vakaları vardı.

Karpel tünel sendromu bölüm 7.3.2’de anlatılmaktadır.

Tendon İltihaplanmaları: Tendinit, kasları kemiğe bağlayan, kalın, lifli kordonların herhangi biri olan bir kırışteki iltihaplanma veya tahriştir. Bir eklemin hemen dışında ağrıya ve acımaya neden olan bu rahatsızlık en yaygın olarak omuzların, dirseklerin ve dizlerin etrafında görülür. Ancak tendinit kalçalarda, topuklarda ve bileklerde de kendini gösterebilir.



Şekil 7.126. El tendonu [96]

Tendinit’in tedavisi aşağıda sıralanmıştır.

- Etkilenen bölgenin elastik bir bandajla sarılması ve kolun askıya alınması yararlı olabilir.

- Ayrıca bölgeye buz uygulanması, rahatsızlığı ve şişmeyi azaltabilir.
- Eğer tendinit sürerse, doktor hasta bölgeye kortizon gibi bir steroid ilaç enjekte edebilir.
- Son olarak da onarıcı bir ameliyat gerekebilir.

Sırt Ağrıları: Sırtın Anatomisi; Omurgada boyun, sırt ve bel bölgesinde 3 adet doğal eğrilik (kavis) vardır. Bu eğrilikler sayesinde omurgamız üstüne düşen yük miktarını en aza indirir ve esnek bir biçimde hareket edebilir.

Nedenleri: Uzun süre kötü pozisyonda çalışma,tekararlayan hareketler, zayıf esneklik, kötü ekipman, uygun olmayan pozisyon, ekipmanın uygun olmayan kullanımı, zayıf postürel kaslar, stres ve ara vermeden çalışma ana nedenleridir.

Sırt Ağrılarının Tedavisi: Sert ve düz yatakta yatılmalı, boyun kökü desteklenmelidir. Ağrılı dönemde sıcak duş veya banyo yapılmalıdır. Omuz ve sırt germe egzersizleri yapılmalıdır. Yürünmeli, koşulmalı, bisiklete binilmeli, yüzülmeli.

### **7.33.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)**

İşçiler, 150 libre'ye (68 kg) kadar ağırlıktaki biten ürünleri çekmek ve taşımak zorundaydılar.

### **7.33.4. Ergonomik risk faktörü (Durum)**

Ürünleri denetlemek ve fırçalamak için ters duruşlar gerekmekteydi.

### **7.33.5. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama)**

Görevler, ince ve tekrarlı el işini içermekteydi.

### **7.33.6. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)**

- Arkadaş sistemi uygulanmaktadır.

- Sınırlı iş rotasyonu kullanıldı.
- Uygun vücut mekaniği ve kaldırma teknikleri hakkındaki bir seminere katılma şartına bağlı olarak ilgili çalışanlar için sırt kayışları temin edildi.
- Düzenli olarak işletme içi eğitim sağlandı.



Şekil 7.127. Sırt kayışı [97]

### 7.33.7. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- Çeliğin otomatik cilalaması için kapalı bir yanardöner üfleme (shotblaster) makinesi kullanılmaktadır.



Şekil 7.128. Shot-Blaster makinası [98]

- Otomatik bir yıkama sistemi sağlanmaktadır.
- Ürünleri denetlemek ve fırçalamak için gereken ters duruşu azaltmak üzere aydınlatma yerleşimi ve parlaklık iyileştirilmektedir.
- Delme aletlerini birçoğu ayarlanabilir olması için iyileştirildi.

### 7.33.8. Ergonomik çözüm (Faydalar)

İşçilerin üretkenliği ve verimliliği arttırılmaktadır.

Görevleri yerine getiren bütün işçilerin artık işe bağlı yaralanmaların çeşitli biçimlerine maruz kalmaları azalmıştır.

#### **7.33.9. Ergonomik çözüm (Maliyet)**

Ergonomik değişiklikler, shot blazster makinesi ve yıkama sistemi dışında yaklaşık 3.500\$'a mal olmaktadır.

#### **7.33.10. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem)**

Şirketin karpal tünel sendromu, sırt ağrısı ve diğer CTD'lerden kayıp günleri 1991'deki 176 kayıp iş günü sayısından 1996'da sıfıra düşmüştür.

#### **7.33.11. Yorumlar**

İşyerinin paketlenme ve ürünleri kapı dışına taşıma gibi bazı alanları, içerdiği maliyet ve büyük alan yüzünden şirket için engelleyici olan değişikliğe hala ihtiyaç duymaktadır.

Yerel sağlık profesyonelleri ile çalışma ilişkilerini geliştirme daha sağlıklı ve daha üretken iş gücünü teşvik etmek için tavsiye edilir.

### **7.34. Motor ve Donanım Montajı**

#### **7.34.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

İşçi ya bir creeper üzerinde veya arabalar asansörde yükseltildiğinde araçların altında çalışarak dükkândaki makineleri monte etmek ve arabaları tamir etmek zorundaydı.



Şekil 7.129. Temsili creeper kullanımı [99]

İşveren motorların ve donanımın montaj bölümündeki işçi için bir tezgâh işi yaratmasına rağmen, işçi tekrar yaralanma riskinden dolayı korktu ve doktorunu işi yapamayacağı konusunda ikna etti.

### 7.34.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)

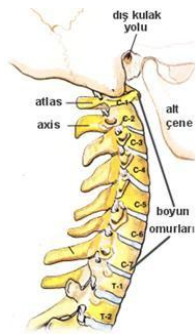
İşçinin boynunu uzatmasını ve omuz yüksekliğinin üzerinde kolları ile çalışmasını engelleyen boyuna ait ağrı tıbbi vakası.



Şekil 7.130. Temsili montaj operasyonu [100]

Bu vaka eller omuz hizasından daha yukarda iken iş yapılması sonucunda omuzdaki kasları belirli bölgelerde sıkıştırarak ağrı ve hareket kısıtlılığına yol açabilir.

Boyun ağrıları, boyun omurgasını oluşturan kemiklerin, eklemlerin, omurların arasında yer alan disklerin ve omurga etrafındaki kas ve bağların bozukluğu sonucu oluşur.



Şekil 7.131. Boyun omurgası [101]

### 7.34.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)

Bükme ve vidalamayı yapmak için fiziksel kuvvet gerekliydi.

Uygulanması istenen kuvvetin büyüklüğünün ve uygulanma süresinin aşırı zorlanmaya neden olacak düzeyde olmaması gerekmektedir. Uygulanması istenen kuvvetler kişinin “kuvvet sınırı”nı geçmemelidir.

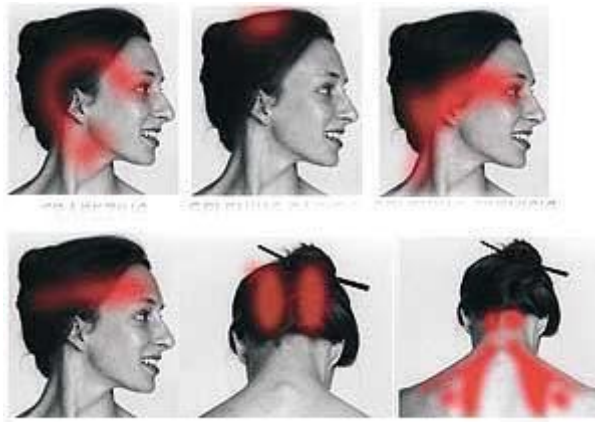
İşçinin uygulayabileceği kuvvetin veya momentin sınırı:

$$F_S = F_{MAX} * K_I * K_K \quad M_S = M_{MAX} * K_I * K_K \text{ Denklemleriyle hesaplanır.}$$

- $F_S$  = İşçinin uygulayabileceği kuvvetin sınır değeri  
 $M_S$  = İşçinin uygulayabileceği momentin sınır değeri  
 $F_{MAX}$  = O iş için belirlenmiş maksimum kuvvet  
 $M_{MAX}$  = O iş için belirlenmiş maksimum moment  
 $K_I$  = İşe ilişkin faktör  
 $K_K$  = Kişiye ilişkin faktördür

### 7.34.4. Ergonomik risk faktörü (Durum)

Görevleri yerine getirmek için boyun uzanması ve omuz yüksekliği üzerinde kollar ile çalışmak gerekli idi.



Şekil 7.132. Boyun ağrısı bölgeleri [102]



### 7.34.5. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama)

Görevleri yerine getirmek için tekrarlı bükme ve vidalama gerekliydi.

Tekrarlı hareket sonucunda da yapılan hatalar sıklaşır, sinyaller fark edilmemeye başlanır, reaksiyon süresi uzar, aniden karşılaşılan durumlara uyum sağlayabilme gecikir, performans genelde düşer.

Monoton davranış haline giren işçinin hem kalite hem de miktar açısından iş kapasitesi düşecektir.

Ayrıca tekrarlanan işler boyun ağrılarının da önemli sebeplerindedir.

### 7.34.6. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)

- Görevin bir ergonomi değerlendirmesi yapıldı.
- Bu işte de dikkatin dağılmaması amacıyla yarı zamanlı çalışan işçiler kullanabiliriz. (Yarı zamanlı iş; İşçinin daha az kazanç karşılığında daha az süreli çalışmasına yarı zamanlı iş denir.)
- İş paylaşma yöntemiyle iki veya daha fazla işçiye bu işin yapılması sorumluluğu yüklenebilir.

### 7.34.7. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- Gerekli hizmetler için çalışmanın optimum noktasında küçük makineleri ve donanımları yerleştirmek için bir kaldırma masası sağlama.



Şekil 7.133. Makaslı çalışma platformu [103]

- Tekrarlı bükme ve vidalama yapmak için gereken fiziksel kuvvetin miktarını azaltmak için el aletlerinin yerine kablosuz elektrik aletler temin edilmesi.



Şekil 7.134. Temsili sarzlı matkap [104]

- Görevleri yerine getirirken omuzların yükselmesinden sakınma ve bir güç düğmesi kullanımını kolaylaştırmak için tabanca sapı ve düz kullanılan aletler temin edildi.



Şekil 7.135. Temsili tabanca saplı alet [177]

- Çalışanın omuzlarını rahat tutmak ve düz olmayan duruşlarda çalışmaktan kaçınmak için elle kullanılan kerpetenler ve ‘T’ saplı İngiliz anahtarı temin etme.



Şekil 7.136. Temsili T saplı İngiliz anahtarı [105]

### 7.34.8. Ergonomik çözüm (Faydalar)

- Bu görevi yerine getiren bütün işçilerin artık CTD risk faktörlerinin diğer türlerine maruz kalmaları azalmıştır.
- İşletme yeni çalışanların eğitilmesi ve taşeron kiralamalarında ek maliyetlerinden kurtulmuştur.

### 7.34.9. Ergonomik çözüm (Maliyet)

Ergonomik çözümün yaklaşık maliyeti 2.700 \$ dır.

### 7.34.10. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem)

İşçi ve işçinin doktoru işçinin çalışmasında konusunda anlaştılar.

### 7.34.11. Yorumlar

Bu vaka çalışması bir ergonomik değerlendirmenin ve tavsiyelerin bir iş bırakmaya düzeltilebilir engelleri nasıl ortaya çıkarabileceğinin bir örneğidir.

## 7.35. Depolama Bidonlarını Taşıma Operasyonu

### 7.35.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

İşçiler bir parçası 50 ila 75 libre (22,7-34 kg) ağırlığında olan yeni gelen bidonları elle boşaltırlar.



Şekil 7.137. Temsili bidon [106]

İşçiler bu işte el ile ağır bir yükü hareket ettirmek zorunluluğu ile karşılaşır. Bidonları taşımak derken; kaldırmak, taşımak, yerine koyuncaya kadar elde tutmak, indirmek, yerine koymak, bırakmak hareketlerinin tümü kastedilmektedir.

Bir kütleli kaldırmak, tutmak ve taşımak tamamen statik bir iş, ya da statik iş oranı yüksek bir iş olup çok fazla güç gerektirdiğinden ağır iş gurubuna girer. Bu tür işlerde ana sorun fazla güç gereksinimi ve kasların fazla zorlanmasından ziyade omurlar arası disklerin zorlanıp aşınması hasara uğraması sırt ve bel hastalıkları oluşturmaktadır.

Elle taşıma işleri, malzeme kaldırma ve taşıma teknikleri: Elle yapılan taşıma işlerinde iş sağlığı ve güvenliği yönünden ortaya çıkabilecek risklerden, özellikle sırt ve bel incinmelerinden işçilerin korunmasının sağlanması gerekir. Bu amaçla, elle taşıma işleri, malzeme kaldırma ve taşıma işlemleri bilince uygun yöntemler kullanılarak yapılmalıdır.

Risk faktörleri aşağıda belirtilmiştir.

Yük: Yükün özellikleri, Fiziksel güç gereksinimi, Çalışma ortamının özellikleri, İşin gerekleri

Çalışan: Uygun olmayan fiziki yapısı, Uygun olmayan iş elbisesi, ayakkabı, koruyucu malzeme, Yetersiz eğitim, bilgi

Yük taşıma ve duruş şekli: Taşınan yüklerin insan vücudu üzerindeki etkisi, yük ağırlığı arttıkça gövdenin öne eğilmesi şeklinde ortaya çıkar. Ergonomik yaklaşımlarla, çeşitli yük kaldırma koşullarında, vücudun nasıl etkilendiği ve duruş değişiklikleri dikkatle incelenmiştir.

Bunlar: Yükün sırtta taşınması ve bir yükü kaldırmak

Günümüze kadar yapılan çalışmalar, yük kaldırmada, fonksiyonel anatomi açısından zayıf olan bel kasları yerine, daha kuvvetli ve biyomekanik bakımda da daha

avantajlı olan bacak kaslarının kullanılması gerektiğini ortaya çıkarmıştır. Gövdenin olabildiği ölçülerde dik kalmasına olanak verecek bir şekilde, dizleri bükerek yüklere yaklaşmak ve bacakların gücü ile (çoğunda kolları dahi kullanmadan) yük kaldırmak, endüstrilerde ilk öğretilen biyomekanik prensiplerden biridir. Yük kaldırma teknikleri aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 7.138. Yük kaldırmada doğru hareketler [107]

Sağlığa uygun yük kaldırma ve taşıma yöntemleri: Yanlış biçimde yük kaldırma ve taşıma iskelette ve kaslarda telafisi mümkün olmayan hasarlara neden olabilir. Bu nedenle bir yükün kişide hasar oluşturmayacak şekilde nasıl kaldırılacağını gösteren aşağıdaki kural ve önerilere iş görenlerin mutlaka uyması sağlanmalıdır.

Yükü kaldırırken yapılacaklar aşağıda belirtilmiştir.

- Hafif açılmış bacaklarla denge sağlanacak şekilde çömelinir ve kaldırılacak kütleye mümkün olduğunca yaklaşılarak yük ellerle sağlamca tutulur. Yük kaldırmadan önce sırt düz hale getirilir. Karın ve sırt kasları gerginleştirilerek omurga desteklenir. Yük yukarıya doğru kaldırılırken önce bacaklar dikleşir ardından da tüm vücut dik konuma getirilir.
- Yükün herhangi bir engele takılmadan kaldırılıp kaldırılamayacağı önceden kontrol edilmelidir.
- Yükün tutulacağı nokta, kulp veya tutamak, yerden 40-50 cm yukarıda olmalı. Yüklerin yerleştirildiği platform, rampa, masa vb. buna uygun boyutlandırılmalı; tutamak yok ise halat, kanca vb. yük kaldırma araçlarında da tutma yüksekliği benzer değerde olmalı.
- Hacmi, ağırlığı büyük yükler ya teknik yardımcı düzeneklerle ya da birden fazla kişi bir arada kaldırmalıdır.

- Yük hiçbir zaman aniden kaldırılmamalıdır.
- Bel iç bükey konuma getirilmemelidir.
- Yük kaldırılırken bel döndürülmemelidir.

Yükü indirirken yapılacaklar aşağıda belirtilmiştir.

- Sırt yükü kaldırırken nasıl düzgün duruyordu ise, indirirken de sırt düzgün, mümkün olduğunca dik, kambursuz olmalı.
- Yükü düzgün ve yavaş yere indirmeli.
- Yükü yere koymak üzereyken yeniden yakalamaya çalışmamalı.
- Parmakların ezilmesini önleyecek bir platform üzerinde yük indirilmeli.

Yükü taşırken yapılacaklar aşağıda belirtilmiştir.

- Tek yönlü yük taşıma omurgayı yana eğilmeye zorlar ve zorlanmayı artırır. Taşınacak yükler simetrik olmalı.
- Yük taşırken dik konumda taşınmalı.
- Yükün simetrik dağılımına dikkat etmeli.
- Yük vücuda temas ederek destek alabilmeli.
- Yük vücuttan uzakta taşınmamalı. Kollar çok açık konumda kalmak zorunda olmamalı.
- Yük mümkünse sırtta veya omuzda taşınmalı.
- Sürekli yük taşımada yük arada bir yere indirilmeli.

NIOSH (yöntemine göre kaldırılacak yükün sınır değeri SD aşağıdaki denklemlerle hesaplanır. Bölüm 7.1.2’de anlatılmıştır.

Kaldırılacak yük SD’nin altında ise herhangi bir sorun çıkmayacaktır. Sınır değer aşıyorsa, ya kaldırma işlemi için işçiye teknik kaldırma aparatları, yardımcı aletler verilmeli ya da iş düzenlemesinde yapılacak değişikliklerle yük aşağıya çekilmelidir. Bunlar mümkün değilse ancak işçinin yük kaldırma kabiliyeti hekim tarafından bilimsel yöntemlerle tespit ettirilmelidir.

NIOSH'un bir önceki yönteminde doğrudan kadın erkek ayrımının yapılmadığı gibi, yük kaldırılırken bedenin bir de dönme hareketi yapıp yapmadığı gibi önemli bazı hususlar dikkate alınmamıştır. Bu eksikliği bir ölçüde gidermek için yine NIOSH tarafından RWL yöntemi (Recommended Weight Limit=Tavsiye edilen yük sınırı) geliştirilmiştir. Burada 7 değer çarpılarak işçi için önerilen yük sınırı RWL elde edilmektedir:

$$RWL=LC*CM*HM*VM*DM*AM*FM$$

- LC : Yük sabiti; yaşa ve cinsiyete göre farklı olan, maksimum omurga baskı yükü “kompresyon yükü” nün , sabit faktör 6,76 kg/kN ile çarpılması ile elde edilir.

Tablo 7.13. LC faktörü tablosu [3]

Yaş	Kadın	Erkek
20	4,4 kN	6,0 kN
30	3,8 kN	5,0 kN
40	3,2 kN	4,0 kN
50	2,6 kN	3,0 kN
60 ve yukarısı	2,0 kN	2,0 kN

- CM: tutma faktörü; Elin taşınacak ne kadar kolay ve iyi tutabildiğine bağlı bir faktördür.

Tablo 7.14. CM faktörü tablosu [3]

CM değerleri		
Tutma olanağı	V<=75cm	V>75 cm
İyi	1	1
Orta	0,95	1
Kötü	0,9	0,9

- Hm: Yatay çarpan; Elin ortası ile omurga eksenindeki yatay mesafeye bağlıdır.

Tablo 7.15. HM faktörü tablosu [3]

$H \leq 25$	HM=1
$25 < H \leq 63$	HM=25/H
$H > 63$	HM=0

- VM: Dikey çarpan. Yükü tutma noktasının tabana olan mesafesine bağlı faktör.

Tablo 7.16. VM faktörü tablosu [3]

$V < 75$ cm	$VM = 1 - (0,003 * (V - 75))$
$V \geq 175$ cm	VM=0
(V-75) mutlak değer alınacaktır.	

- DM: Mesafe çarpanı. Kaldırmanın başladığı ve bittiği nokta arasındaki yükseklik farkı D' ye bağlı faktördür. Yükseklik farkı arttıkça mesafe çarpanının değeri küçülür.

Tablo 7.17. DM faktörü tablosu [3]

D < 25 cm için	DM	= 1
$25 < D < 175$ cm için	DM	= $0,82 + (4,5 / D)$
D > 175 cm için	DM	= 0

- AM: Asimetri çarpanı. Kaldırma hareketinin başlangıcında veya bitiminde vücudun sagittal düzleme göre pozisyonunu belirten açıya asimetri açısı denir. Ellerin doğrudan vücut önünde bulunduğu ve bacak, gövde ve omuzlarda herhangi bir dönmenin olmadığı konuma nötr konum denir.

Tablo 7.18. AM faktörü tablosu [3]

$A \leq 135$	$AM = (1 - (0,0032A))$
$A > 135$	AM=0



Vücudun ön tarafı kaldırılırken asimetrik kaldırılmamalıdır, yani kaldırma esnasında vücut dönme hareket yapmamalıdır.

- FM: Tekrarlanma faktörü. Dakikada kaç defa kaldırma işlemi yapıldığına ve kaldırma mesafesine bağlı bir faktördür. Kaldırma sayısı iş akışı için doğru örnek olabilecek 15 dakika boyunca izlenip tespit edilmelidir.

Tablo 7.19. FM faktörü tablosu [3]

Dakikada kaldırma sayısı	V > 75 cm	V < 75 cm
< = 0,2	0,95	0,95
0,5	0,92	0,92
1	0,88	0,88
2	0,84	0,84
3	0,79	0,79

### 7.35.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)

Dow Corning's Midland, Michagan tesisindeki sırt, el, omuz ve diğer yaralanmaların artan tıbbi kayıtları.

Sağlık bozulması nedeniyle erken emeklilik nedeni olarak sırt ve bel hastalıklarına ve sakatlıklarına oldukça sık rastlanmaktadır.

Omuz ağrıları sebepleri aşağıda belirtilmiştir.

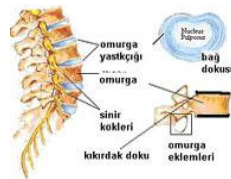
- Omuz ağrılı hastalarda, ağrının lokal bozukluktan mı, sistemik bir hastalıktan mı yoksa başka yerden mi yansıdığını teşhis etmek gereklidir. Özellikle hastanın mesleğine, kronik hastalıklarına ve genel ruhsal durumuna dikkat edilmelidir.
- Omuzu tekrarlayan mesleki streslere maruz kalan işçilerde sık rastlanır.
- Hasta ağrı nedeniyle uyuyamaz, omuz hareketleri her yöne, özellikle yana açılma kısıtlı ve ağrılıdır. Omuz hareketsiz, sabit bir şekilde tutulursa ağrı kesilir.

Bel ağrısı hakkında bilinmesi gerekenler aşağıda belirtilmiştir.

- Yetişkinlerin %80 inde, yaşamlarının bir döneminde önemli derecede bel ağrısı olmaktadır. Bel ağrısı, işgücü kaybına neden olan ve faaliyetlerimizi etkileyen sağlık sorunlarından birisidir. Belle ilgili zedelenmeler, işyerinde çalışanlar arasında görülen toplam yaralanma ve hastalıkların yaklaşık %20 sini oluşturmaktadır.
- Bel ağrısının önlenmesi amacıyla yaygın olarak uygulanan stratejiler, vücut formunun geliştirilmesine yönelik egzersiz, sırt mekaniği ve ağırlık kaldırma konusunda eğitim ve lomber desteklerdir (genellikle ek destek sağlamak üzere belin çevresine hafif bir elastik kuşak sarılması).
- Ancak bu önlemlerin etkinliği tam olarak bilinmemektedir. Bel ağrısına birkaç etken neden olabilir. Bunların başında zedelenmeler ve yaşlanmanın etkileri gelir. Bel ağrısı vakalarının çoğunluğunun önemli olduğu düşünülmektedir ve bunlar doktorun önereceği tedavilerle geçmektedir.

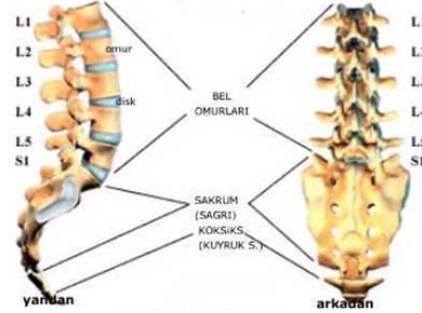
**Bel fitiği:** Bel fitiği beldeki omur kemikleri arasında bulunan ve adeta bir amortisör gibi görev yapan disk adı verilen kırıldakların fitikleşmesi sonucu ortaya çıkan bir rahatsızlıktır. Fıtıklaşan disk sinirleri sıkıştırır ve hastalık böylelikle kendisini belli eder. Belirtiler; Bel ve bacak ağrısı en belirgin şikayettir. Bacak ağrısıyla birlikte bacaklarda uyuşma ve hastalık ilerledikçe kuvvet kaybı da ortaya çıkabilir.

**Bel fitiğinden korunmak:** Diğer hastalıklarda olduğu gibi bel fitiğine de yakalanmamak en iyisidir. Yani tedbirler hastalığa yakalanmadan önce alınmalıdır. Kişi hiç bir zaman çok ağır bir yükü kaldırmamalı, bir yük kaldırırsa mutlak surette dizlerini kırarak o cismi yerden almalı ve o şekilde kaldırmalıdır. Yani belden eğilerek kaldırmamalıdır. Uzanarak hiçbir cismi almamalıdır.



Şekil 7.139. Bel fitiği [108]

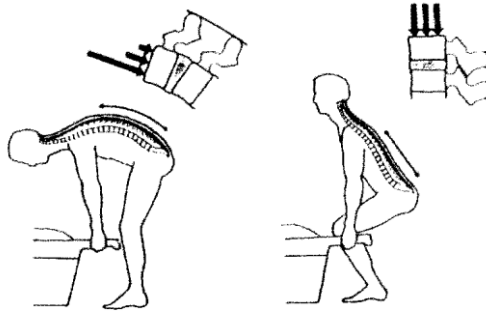
- Omurlar ve aralarındaki disklere gelen yük yukardan başlayarak aşağıya doğru gittikçe artar, en çok yük dolayısıyla da gerilme son beş omurda (Lumbosakral) maksimum değere ulaşır.



Şekil 7.140. Lumbosakral omurga [109]

### 7.35.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)

50 ila 75 libre (22,67-34 kg) ağırlığındaki bidonları kaldırmak, indirmek ve taşımak gerekir.



Şekil 7.141. Yük kaldırırken düz bel ve eğik belde disklere yük dağılımı [3]

### 7.35.4. Ergonomik risk faktörü (Durum)

İşçiler yeni gelen bidonları elle boşaltırlar. Eğilme, bükülme vs. hakkında bilgi mevcut değil. Fakat yeni gelen bidonları el ile boşaltabilmek için uzanma, eğilme, bükülme ve kaldırma hareketi yapılması gerektiğini biliyoruz.

Neden bu bir risk faktörüdür: Bidonların yanlış biçimde kaldırılması ve taşınması iskelette ve kaslarda telafisi mümkün olmayan hasarlara neden olabilir.

- İşçilerin bidonları uzanarak kaldırmaları, onların vücutları üzerindeki momenti arttırır ve kaldırma işi zorlaşır.
- İşçi uzanma hareketi yaptığı için yükü uygun metotla kaldıramaz. Örneğin; bidonları alttan kavrayarak tutmak yerine yanlarından tutmak zorunda kalacaklardır. Bu durum daha fazla enerji gerektirecektir.
- Bu zorlanma ve fazla enerji harcaması işçinin sağlığını olumsuz yönde etkileyecektir.
- Yük kaldırma işinde yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular bidon kaldırma esnasında mutlaka dizler kırılarak yere çömelinmeli ve sırtın dik konumda kalmasına dikkat edilmelidir.

#### 7.35.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- Mekanik olarak hareket ettirilebilir olması için paletli bidonlar satın alınır.
- Bidonları hareket ettirmek için forkliftler ve konveyörler kullanılır.
- Ağırlığı azaltmak için dört bidona kadar malzeme tutan büyük plastik toplayıcılar kullanıldı.



Şekil 7.142. Temsili bidon toplayıcı [178]

Bu şekilde kamyonlardan çekilen bidonlar forklift ya da konveyörler yardımıyla işletmenin depolama birimlerine taşınmaktadır.

Azaltmadan önce el ile yapılan bütün işler artık yük taşıma araçları ile yapılmaktadır.



Şekil 7.143. Temsili forklift operasyonu [110]

Forklift kullanım alanları aşağıda belirtilmiştir.

- Forklift türü iş makineleri fabrikalarda, depolarda, şantiyelerde ve kapalı olan bütün mekânlarda kullanılır. Forklift türü iş makinesi istifleme aracıdır.
- Uzak mesafelerde Forklift ile yük taşınmaz.
- Forklift yüklü iken 10 km.den fazla sürat yapılmaz.
- Forklift türü iş makinesi trafiğe çıkmaz.
- Forklift'ler yetki belgesi olmayanlar tarafından kullanılamaz.
- Forklift'ler ham toprak sahalarda kullanılmaz.

Konveyör çeşitleri aşağıda sıralanmıştır.

- Zincirli Konveyörler: Zincirli Konveyörler genellikle palet taşınmasında ve özel uygulamalarda kullanılır. Tahrik, bir motor-redüktör sistemiyle zincirlerin yatakladığı dişliye verilir. Bu konveyörlerin projelendirme alanı, zincir sisteminin hareket kabiliyeti sebebiyle oldukça esnektir. Komplike asansör sistemlerinden askılı elbiselerin taşınmasına kadar bir çok alanda kullanılırlar.



Şekil 7.144. Temsili zincirli konveyör [111]

- Bantlı Konveyörler: Çok çeşitli ürünlerin farklı mesafelere yatay veya eğimli iletiminde, genel taşıma amaçlı kullanılan konveyörlerdir. Bantlı konveyörlerde malzeme taşınması, germe tamburu ve bir motor-redüktör sistemi ile hareket verilen tahrik tamburu arasına gerilen bant ile sağlanır. Bant seçimi taşınacak ürünün cinsine göre yapılır ve PVC, poliüretan, kauçuk, hasır bant gibi tipler seçilebilir. Kutulu, dökme, ambalajlı ürünlerin taşınmasına uygundur. Kullanım alanı en geniş konveyör tipi olup, kullanım kapasitesi de oldukça değişkendir. Konveyör ayak grubu ve şasesi, Alüminyum veya elektrostatik toz boyalı çelik konstrüksiyondan yapılır.



Şekil 7.145. Temsili bantlı konveyör [112]

- Rulolu Konveyörler: Çok çeşitli yüklerin taşınmasında, makine ve montaj hatlarında malzemelerin iletilmesi ve birbirine aktarılmasında kullanılabilirler. Parça mallar, köşeli veya silindirik mallar, kutulu, ambalajlı ürünler yatay veya eğimli olarak taşınabilir. Ürünler, konveyör şasesi üzerine düzgün aralıklarla yerleştirilmiş rulolar üzerinde iletilirler. Çalışma biçimine göre tahrikli ve serbest rulolu olarak ikiye ayrılırlar:
  - Serbest rulolu: Konveyörlerde malzeme taşınması yükseklik farkı, ilk hızı kazandırılmış sistem, insan veya makine itme gücüyle sağlanır. Bu konveyörlerde kuvvet, doğrudan doğruya yüke uygulanır. Rulolar, konveyör yatağı boyunca öteleme hareketi yapan yükün sürtünmesiyle dönerler.
  - Tahrikli rulolu: Konveyörlerde ise rulolar, motor-redüktör sistemi ile çalışan ve konveyör boyunca dolanan zincir sayesinde tahrik alırlar. Tahrikli konveyör ruloları, bir motor tarafından kendi eksenleri

çevresinde döndürülür. Hareket, taşınan mala sürtünme aracılığıyla iletilir. Ruloların aralıkları, rulo çapları ve malzeme, yine taşınacak ürünün cinsine göre belirlenir. Galvaniz, kauçuk veya PVC kaplı rulolar müşteri kullanımına uygun olarak tasarlanmaktadır. Kullanım alanı ve kapasitesi kullanım amacına göre değişmektedir.



Şekil 7.146. Temsili rulo konveyör [113]

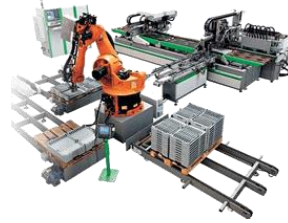
- Bakla Tip Zincirli Konveyörler: Acetal veya inox baklalı zincirler veya hasır bantlar ile imal edilen, her türlü kutulu, ambalajlı ürünleri taşımaya uygun konveyörlerdir. Gıda sektöründe, özellikle paslanmazlık gerektiren yerlerde kullanılırlar. Bu konveyörlerin genişlikleri genelde azdır ve ürün yönlendirici yan trabzanlarla konveyör genişliği ayarlanabilir. Bu sistem, ürünlerin özel işlemlerinde (ürünlerin kapaklanmasında, barkodlanmasında, bir tezgaha sırayla girmesinde... vs) kullanılır. Konveyör şaseleri Alüminyum veya elektrostatik toz boyalı çelik konstrüksiyonlu ve inox malzemedен yapılabilmektedir.
- Teleskobik Konveyörler: Kamyon ve tır gibi araçların içine malzemelerin hızlı ve kolay biçimde boşaltılması ve yüklenmesi amacıyla kullanılırlar. Kolay kullanımı ve dizaynı sayesinde personel sayısını en aza indirir. Teleskobik konveyörlerin en belirgin özellikleri, konveyör uzunluğunun çalışırken değiştirilebilmesidir. PVC bantlı veya rulolu olarak imal edilebilirler. Konveyör uç kısımlarının yüksekliği bir hidrolik ünite ile ayarlanabilir.



Şekil 7.147. Temsili teleskobik konveyör [114]

- Flex Konveyörler: Plastik / çelik borudan veya makaralardan imal edilen, makas tipte açılıp kapanarak çalışan konveyörlerdir. Kutulu veya ambalajlı malzemelerin boşaltma ve yüklemesinde esneklik sağlarlar.

Otomasyon Sistemleri: Robot uygulamaları, basit olarak tutucu bir kol, eklemler, tahrik sistemi ve kontrol ünitesinden oluşmaktadır. Bir bilgisayar kontrol ünitesi tarafından verilen sinyallerin tahrik organlarına (genellikle servo motorlar) iletilmesiyle koordinat sisteminde çalışma alanı belirlenmiş olan kolun hareketi sağlanır



Şekil 7.148. Temsili otomasyon sistemleri [179]

Özel uygulama alanları olarak bazıları aşağıda sıralanmıştır.

- Vertikal taşıma sistemleri. (makas lift, hidrolik lift, asansör, kontinu lift, pnömatik lift, zincirli lift, level chart, vs..)
- Montaj hatları: Elektronik, beyaz eşya ve imalat sanayinde palet üzerinde operasyon yapılmasına imkân veren, seri imalat ve montaj hatlarında üretime uygun, özel double speed, triple speed veya free flow sistem zincir kullanılarak yapılan uygulamalardır.



- Besleme ve dağıtım üniteleri. (döner tabla, transfer üniteleri, itici, vs.. )

### **7.35.6. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

Bu görevi yerine getiren bütün işçilerin artık el aletleri kullanımından dolayı yaralanmalara (sırt, el, omuz vb.) maruz kalmaları azalmıştır.

İşçiler öneriler sunmak üzere başlangıçtan beri dâhil edildikleri ve teşvik edildikleri için, moral iyileştirilmiştir.

### **7.35.7. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem)**

İki yıl sonra 1994'de, tesiste bidon kullanımına bağlı burkulma veya incinmeye yoktu.

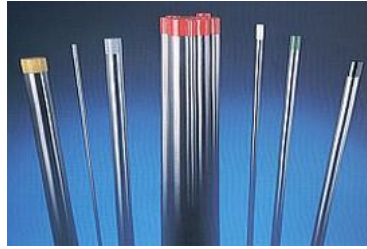
## **7.36. Newport News Gemi İnşası**

### **7.36.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

Newport News gemi inşası nükleer güçlü uçak gemileri ve nükleer denizaltılar inşa eder. 1996'nın sonlarında kaynak bölümü ve bakım bölümünde sırasıyla el ve sırt yaralanma oranları artmaktaydı. Kaynak bölümünde, 1990'ların başında, kaynakçılar öncelikle ark kaynağının bir çubuk kaynağı türü kullanırdı. Bir kaynak çubuğu yaklaşık 14 inç uzunluğunda idi ve bir elektrot tutucuya yerleştirildi. Elektrot tutucu bir otomobil geçici bağlantı teli kelepçe benzerdi. Kaynakçı kelepçeyi tutar ve kaynak çubuğu ve iş parçası arasında bir ark meydana getirir. Daha sonra, şirket kaynak tekniğini değiştirdi ve bir tel-besleme tekniğine dönüştürdü. Daha az fiziksel görev çeşitliliği ve daha fazla statik duruşlar yüzünden, bu yöntem kaynakçılar arasında daha fazla bilek sorunlarına neden oldu. Bakım bölümünde, işçiler ağır parçaları elle kaldırmak ve taşımak, yüksek statik kas yükleri uygulamak, elektriksel iş yapmak ve boru döşemek ve demir kaplamak zorundaydılar.



Şekil 7.149. Gemi ark kaynağı [115]



Şekil 7.150. Elektrot çubuğu [116]



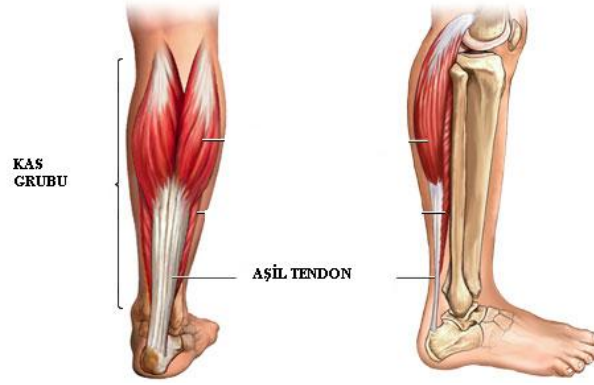
Şekil 7.151. Elektrot tutucu [117]

### 7.36.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)

- Ergonomik yaralanma meydana gelme oranlarında artma, 1994'ün sonunda 10.000 tam-zamanlı işçi başına yaklaşık 13 vaka oranı.
- 1994'ün ilk 10 ayı boyunca ergonomi yaralanma oranında yüzde 45 artış.
- Kaynak tekniklerinin dönüştürülmesi yüzünden bilek yaralanmaları, karpal tünel sendromu, tendon iltihaplanmaları ve tenosynovitis de bariz artış.
- Her ay 2 ila 4 arasında bilek yaralanması kaydı.
- 1995 Temmuz'a kadar her ay bakım bölümünde ortalama yaklaşık bir sırt yaralanması.

Karpal Tünel Sendromu: bölüm 7.3.2'de anlatılmıştır

Tendon: kas ile kemik arasında uzanan fibröz beyaz renkli şerit ya da bant şeklinde yapıdır. Kasın kasılması ve kısılması ile oluşan hareket kuvvetini tendon kemiğe aktarır. Kemik ise bağlı olduğu eklem üzerinden hareket eder. Tendon kesildiği zaman bu hareket iletilemez.



Şekil 7.152. Aşil tendon [118]

Tenosinovit: Kiriş (tendon) kılıfının iltihabıdır. Seyrek olarak, bu durum, enfeksiyonu izler. Genellikle, tekrarlayan ufak zedelenmeler, buna yol açar. Örneğin, ev kadınlarında, önkol ve el bileğinde, bu duruma rastlanır. İltihaplı kiriş kılıfının üstündeki bölge, ağrılı ve duyarlıdır. Dinlenme ve hareketsizlik, iyileştiricidir.

### 7.36.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)

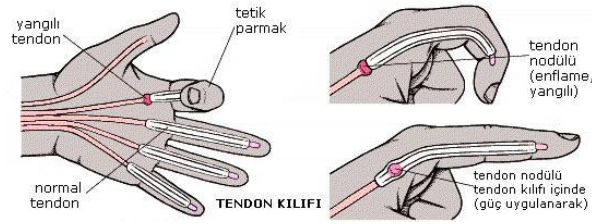
Bakım operasyonlarını yerine getirmek için ağır nesnelere kaldırmak ve taşımak gerekiyordu.

### 7.36.4. Ergonomik risk faktörü (Durum)

- Kaynak işini gerçekleştirmek için uzun statik duruşlar gerekli idi.
- İşçiler tarafsız olmayan bir konumda bilekleri ile kaynağı gerçekleştirmek zorundaydılar.
- İşçiler kaynak işini omuz yüksekliğinin üzerinde gerçekleştirmek zorundaydılar.

### 7.36.5. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)

- Antropometri (insanların statik duruş ve oturduklarındaki metrik değerleri ele alır), iş psikolojisi, sırt ve bilek anatomisi, uygun iş tekniklerini ve CTD'lerin doğasını kapsayan eğitim sınıflarını başlatma.
- Kaynak bölümü için müdahaleyi değerlendirme ve geliştirme.
- Alet seçimini, iş alışkanlıklarını, tetik parmak ve ellerini değiştirmeyi kapsayan geniş kapsamlı eğitim kursu.



Şekil 7.153. Tetik parmak [119]

- Bilekleri nötr bir konumda tutmak için işçiler tarafından kullanılan tabanca sapı ve sıra tabanlı aletleri seçme.
- Sırtın anatomisini, nasıl çalıştığını, yükleri nasıl kaldırdığını ve paylaştığını kapsayan bir eğitim programı başlatma.

### 7.36.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- İskeleyi işten doğru uzaklığa ve yüksekliğe yerleştirme.
- Omuz yüksekliği üzerindeki iş için daha yüksek konumlar için merdiven kullanma veya iskele yerleştirme.



Şekil 7.154. Temsili teleskobik iskele [120]

- Yüğü iki veya daha küçük kutulara ayırma ve parçaları kaldırmak ve taşımak için bir defadan fazla gidip gelme.

#### **7.36.7. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

- Görevleri yerine getiren bütün işçilerin artık CTD'ye maruz kalmaları azalmıştır.
- 1996 boyunca 41 sınıfta 882 çalışana eğitim.
- 1996 boyunca 65 resmi iş istasyonu değerlendirmesi gerçekleştirme.
- İşçilerin tazminat maliyetlerinde 1.4 milyon \$ tasarruf etme.

#### **7.36.8. Ergonomik çözüm (Maliyet)**

Bilgi mevcut değil. Bununla beraber özel nesnelere için malzeme veya sermaye bütçesi yoktu. Yeni donanım uygun bölüm bütçeleri sayesinde satın alındı.

#### **7.36.9. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem)**

- 1996 Mart'a kadar kaynak bölümündeki bilek yaralanmayı ortadan kaldırma.
- Haziran 1995'de eğitim tamamlandığından beri 1996 Kasım'a kadar sadece 6 kayıp zaman ergonomik bilek yaralanmaları azalması.
- 1995 Temmuz'dan beri sırt yaralanması kayıp zamanını ortadan kaldırma.
- Ergonomik yaralanma oranını Ocak 1996'daki 6'dan ve geçen yılki oranın yarısı olan Kasım 1996'daki 7'den daha aza indirme.
- 1996 boyunca ergonomi vaka oranlarını yaklaşık yüzde 30 azaltma.
- Ergonomi vaka kayıp zaman oranlarını yüzde 55'e kadar azaltma.

#### **7.36.10. Yorumlar**

Newport News gemi inşası şirketi için başarının anahtarı, personelin dahil olmasını ve organize iş gücü ile takım çalışmasını kapsayan geniş-tabanlı program olması idi.

## 7.37. Hastalara Bakmak ve amaşırhane Operasyonu

### 7.37.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

Hastabakıcılar hastaları elle kaldırıyor, hareket ettiriyorlar ve çamaşırlarını yıkıyorlardı.

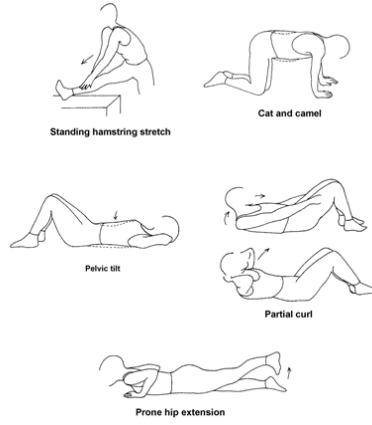
### 7.37.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)

- Sırt yaralanmalarının oranının artması.
- Hastanelerde çalışanlar; hemşireler, teknik bakım departmanı, hasta bakıcılarda bel ve sırt ağrıları görülmektedir. 120 Hasta bakıcı ile yapılan çalışmada sıklıkla karşılaşılan kas İskelet sistemi rahatsızlıkların en önemli risk faktörünün hastanın transferi sırasındaki zorlanmadan olduğu görülmüştür.
- Artan kayıp-zaman saatleri.

Sırt ağrısı: Sırt ağrılarının nedeni sırtımızda omurganın her iki yanında bulunan kasların gerilmesidir. Bu gerilme sonucunda “C” harfine benzeyen boyun omurgamız düzleşir, omuz ve sırta giden sinirlerin çıkışları daralır, sinirler baskı altında kalır. Bu baskı ile birlikte sırttaki kaslar gerilir. Bu yüzden ağrı duyarız.

Sırt ağrılarının tedavi yöntemleri aşağıda sıralanmıştır.

- Ağrılı dönemde ağrı kesici ve kas gevşetici ilaçlar kullanabilirsiniz
- Sert ve düz yatakta yatılmalı, boyun kökü desteklenmelidir
- Ağrılı dönemde sıcak duş veya banyo yapılmalıdır.
- Göğüs kaslarını germe egzersizleri
- Omuz hareket açıklığını artıran egzersizler
- Omuz ve sırt germe egzersizleri



Şekil 7.155. Omuz sırt egzersizleri [121]

- Yürüme, Koşma, Bisiklete binme
- Yüzme

### 7.37.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)

Görevleri yerine getirmek için yüksek kuvvet gerekli idi.

### 7.37.4. Ergonomik risk faktörü (Durum)

Görevleri yerine getirme, ters duruşları içerirdi.



Şekil 7.156. Temsili hasta taşıma [180]

### 7.37.5. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)

- Eğitim ve öğretim sağlandı.
- Mola verme teşvik edildi.

- Donanım için düzenli bir bakım programı başlatıldı.

İş biliminde mola bir vardiya süresi içerisinde işe ilişkin faaliyetlerin durdurulması şeklinde tanımlanır. Mola düzenlenmesinde aşağıdaki temel kurallara göre hareket edilmelidir.

- Molanın ilk bölümünde dinlendirme değeri en büyüktür bu nedenle kısa molalar tercih edilmeli.
- Vardiya süresi uzadıkça kısa molaların sıklığı ve süresi artırılmalıdır.
- Çok ağır işlerde birkaç dakikalık çalışmadan sonra da mola vermek gerekebilir.
- Aşırı sıcak ve gürültüden dinlenme molaları eğer bu ortamın dışında değerlendirilebiliyorsa yararlıdır.
- Moladan başka bir yan iş yapılırsa, molanın değeri kaybolur.

Dinamik işler için dinlenme ek süresi aşağıda formülize edilmiştir.

$$DS = (1,9(t_{i\dot{s}})^{0,145}) * ((N_{eif}/N_{sps}) - 1)^{1,4} * 100(\%)$$

### 7.37.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- El aletleri değiştirildi. Yeni kaldırma donanımı temin edildi.
- İşçiye-yardımcı cihazlar temin edildi.



Şekil 7.157. Sandalyeden kaldırma askısı [122]





Şekil 7.158. Yataktan kaldırma askısı [123]

- Alet arabalarına saplar eklendi.
- Raflardaki levazım tekrar düzenlendi.
- Tekrarlı bükülme ve sırt problemlerinden sakınmak için X-ışını kasetleri tekrar düzenlendi.



Şekil 7.159. Ergonomik sedye tasarımı [124]

### 7.37.7. Ergonomik çözüm (Faydalar)

- Görevleri yerine getiren bütün işçilerin artık zırt yaralanmalarına maruz kalmaları azalmıştır.
- İşçilerin tazminat maliyetlerinde azalma (Beş yılda yaklaşık 1.8 milyon \$ tasarruf edildi)
- Bir ergonomi çalışması için hastane tarafından 143.000 \$ ödenek alındı.

### 7.37.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem)

- Sırt yaralanma oranları yüzde 23'e düştü.
- Kayıp-zaman saatleri yüzde 43'e düştü.

### 7.37.9. Yorumlar

İşçiler kişisel sağlıklarını sağlamak için ölçümleri uygulamaya gönüllüydüler.

### 7.38. Gıda Hizmetleri

- İşçiler sık sık yiyecek krema sıkma spreyi gibi bir tabancayı sıkıştırırlardı.



Şekil 7.160. Temsili krema tabancası [125]

- İşçiler yiyecek tepsi arabalarını mutfaktan hasta alanlarına hareket ettirmek (eş zamanlı olarak itme ve çekme) zorundaydılar.



Şekil 7.161. Temsili tepsi arabası [126]

- İşçiler temiz bardakların 20 librelilik (9,07 kg) rafları kaldırmak zorundaydılar.



Şekil 7.162. Temsili bulaşık tepsisi [127]

- İnsanın aldığı besin enerjisinin büyük bir kısmı ısı enerjisine dönüşür ve geriye kalan küçük bir kısmı da iş yapabilmesine yarayan mekanik enerjiye çevrilir.
- İş yapmada ortaya koyduğu gücün aynı zaman diliminde harcadığı enerjiye oranı insanın verimidir.
- İnsan en iyi koşullarda %30 verime ulaşabilir.
- Bu işin verimi ise %24'tür

Tablo 7.20. Çeşitli işlerde ölçülen verim [3]

İş	Verim (%)
Eğik konumda kürekle çalışma	3
Cıvata sıkma	5
Normal konumda kürekle çalışma	6
Yük kaldırma	9
Kollu teker çevirme	13
Ağır çekiçle çalışma	15
Düz yolda yük taşıma ve yüksüz geri dönüş	17
Seyyar merdiveni yük ile çıkış, yüksüz iniş	19
Yokuş yolda sırtta yük taşıma ve yüksüz geri dönüş	20
Merdiveni yüksüz çıkıp inme	23
Araba çekmek	24
Bisiklete binmek	25
Araba itmek	27
Düz yolda yüksüz yürümek	27
5° eğimli yolda yüksüz yokuş yukarı gitmek	30

### 7.38.1. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)

- Karpal tünel ameliyathanenin 2 tıbbi olayı.
- Karpal tünel sendromunun artan şikâyetleri.

Karpal tünel sendromuna neden olan üç faktör şöyledir: Tekrarlı olarak yapılan yiyecek sıkma tabancasını sıkma işlemi, iki tepsinin birlikte taşınmasında

bileklerin aldığı konum, temiz bardak raflarının kaldırılmasında bileğe uygulanan kuvvet etkili olmuştur.

Karpal Tünel Sendromu: Bölüm 7.3.2.'de anlatılmıştır.

Çalışanların tepsi arabalarını eş zamanlı olarak itme ve çekme eylemlerinden dolayı kol çıkma vakaları gerçekleşebilir.

Retroversiyon: Extremitelerden (uzuv) birini arkaya germe.

- Arkaya germe 0 - 40 derece arasında, öne germe 0 – 160 derece arasında olmalıdır.
- Bacaklarda arkaya germe 0 – 15 derece, öne germe 0 – 125 derece olmalıdır.

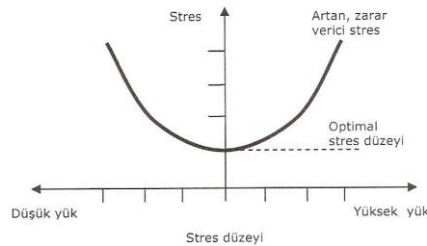
İşçilerin çalıştığı ortamın durumunu Selve'nin yaklaşımıyla anlamaya çalışırız.

Hastane Psikolojisi: Genel olarak hastanelerin insan üzerinde yarattığı olumsuz etki.

Hastane Sterillliği: İşgörenin işi gerçekleştirirken kullanmak zorunda olduğu yardımcı araç ve gereçler (Eldiven, maske vb.)

Monotonluk: İş gerçekleşirken bir çok odaya gir çık işlemi yapılır. Bunun sürekliliği monotonluğa neden olur.

Tüm bu sebepler bıkkınlık, can sıkıntısı, psişik yorgunluğa sebep olur.



Şekil 7.163. Stres düzeyi [3]

Tablo 7.21. AB ülkelerinde işgörenlerin şikayetleri [3]

Can sıkıcı iş	%5	Fazla dikkat zorunluluğu	%20
Makine sorumluluğu	%6	İnsana karşı sorumluluk	%15
Bedensel ağır iş	%6	Nem, soğuk, sıcak, gürültü	%12
Birbirine zıt emirler	%11	Çabuk karar zorunluluğu	%11
Sık çıkan arızalar	%13	Sürekli kontrol edilme	%8
Fazla mesai	%17	Rekabet baskısı	%6
Zaman baskısı	%24	Bilgisayarda çalışma	%2

### 7.38.2. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)

İşçiler temiz bardakların 20 librelilik (9,07 kg) raflarını hatta ve bir depolama alanına kaldırmak zorundaydılar.



Şekil 7.164. Temsili taşıma kasaları [128]

NIOSH denkleminde göre max yük hesabını yaparız. Bölüm 7.1.2’de anlatılmaktadır.

$$SD = 40 \cdot (15/H) \cdot (1 - 0,004 \cdot |V - 75|) \cdot (0,7 + 7,5/D) \cdot (1 - F/F_{max})$$

$$= 40 \cdot (15/70) \cdot (1 - 0,004 \cdot 0,25) \cdot (0,7 + 7,5/30) \cdot (1 - 0) = 8,1347 \text{kg.}$$

Bu ağırlık işçinin normal şartlarda taşıyabileceği kısıtı geçtiği için işçi sağlığı açısından zarar teşkil etmektedir.

### 7.38.3. Ergonomik risk faktörü (Durum)

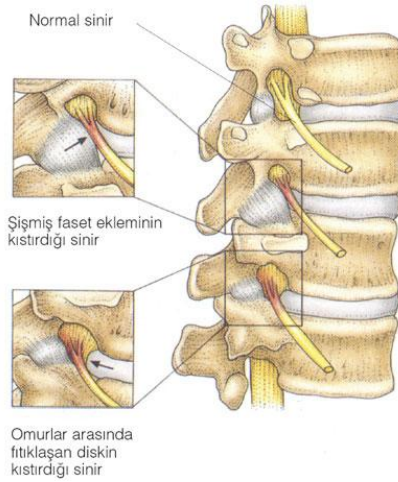
İşçiler yiyecek tepsi arabalarını hareket ettirmek için sırtlarını bükmek zorundaydılar.



Şekil 7.165. Temsili yiyecek tepsi arabası [129]

Dolayısıyla disklerdeki zorlamadan doğan sırt ve bel hastalıkları şiddetli ağırların yanı sıra hareket yeteneğini sınırlar.

İş bırakmaların %20'si Kraemer'e göre çalışanların sırt ağrılarından duyduğu rahatsızlık olmuştur.



Şekil 7.166. Sırt ağrısının gösterimi [130]

Neden bu durum risk faktörüdür: Bir kütleyi kaldırma, tutma ve taşıma ya tamamen statik bir iş ya da statik iş oranı yüksek bir iş olup, çok fazla güç gerektirdiğinden ağır iş grubuna girer. Bu tür işlerde ana sorun fazla güç gereksinimi ve kasların fazla zorlanmasının yanında omurlar arası disklerin zorlanıp aşınması, hasara uğraması, sırt ve bel hastalıkları oluşturmasıdır.

#### 7.38.4. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama)

İşçiler tekrarlı olarak yiyecek sıkma spreyi gibi bir tabancayı sıkıştırmak zorundaydılar.

#### 7.38.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- Bir otomatik durdurmalı yiyecek spreyi satın alındı.



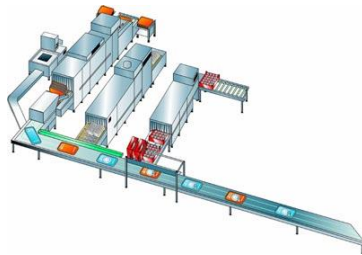
Şekil 7.167. Temsili otomatik sprej tabancası [131]

- Yiyecek tepsi arabaları işçileri bükülmekten uzak tutmak için Velcro kayışları ile bağlandı.



Şekil 7.168. Temsili velcro kayışı [132]

- Temiz bardakların 20 librelük (9,07 kg) raflarını kaldırmayı ortadan kaldırmak için yiyecek tepsi hattının iki-ayaklı bölümü kesildi ve menteşelendi.



Şekil 7.169. Temsili yıkama otomasyon hatı [181]

### **7.38.6. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

Görevleri yerine getiren bütün işçilerin artık CTD'ye (Cumulative Trauma Disorders) maruz kalmaları azalmıştır.

### **7.38.7. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem)**

- Kayıp-zaman iş günlerinde azalma.
- İşçilerin CTD şikâyetlerinde azalma.

### **7.38.8. Yorumlar**

Ergonomi programları sırasında proaktif yaklaşım sayesinde önleyici ölçümler için hastaneye bir yol gösterilmiştir.

## **7.39. Büro İş İstasyonları**

### **7.39.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

İşçiler düzenli büro işini bilgisayar kullanarak gerçekleştirmek zorundaydılar.

### **7.39.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)**

- Çalışanın iş istasyonları ile ilgili fiziksel rahatsızlığının yüksek seviyelerini bildirme.
- Görevleri yerine getirmek için ters duruş gerekli idi.
- Göz kamaşmasını içeren görsel rahatsızlık.

### **7.39.3. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)**

- Pilot bir ergonomi programı başlatıldı.
- Her yeni çalışan görevleri yerine getirmek için uygun duruş ve baskıyı hafifletmek için farklı egzersizleri içeren bir ergonomi bilgi paketi alır.



- Eğitim programları başlatıldı.



Şekil 7.170. Ofis egzersizleri [133]

#### 7.39.4. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- Kolçaklı yeni ergonomik sandalyeler temin edildi.
- Ayak dayayacak yerler temin edildi.
- Gün ışığının girmesini engellemeksizin göz kamaşmasını en aza indirmek için iş istasyonları taşındı.
- Bazı pencerelerde göz kamaşmasını daha fazla azaltmak için jaluziler ve pencere perdeleri döşendi.

Çalışma ortamı tasarımında aşağıdaki kriterlere dikkat edilir.

- İyi oturma pozisyonu işçinin önündeki ve yanındaki çalışma alana karşı dik olmasıdır.
- Dik oturma, omurgaya yaklaşık % 25 daha az yük binmesini sağlar ve birçok sırt problemini önler. Bu sebeple personele doğru oturma pozisyonunun önemi aşılmalıdır.
- Çalışma masası ve sandalye iyi dizayn edilmeli ve çalışma düzeyi ile dirsek aynı yükseklikte olmalıdır

- Sandalye, çalışma masası yüksekliğine ve işin performansına uygun olmalıdır.
- İdeal olarak, oturma yeri ile sırt desteği ayarlanabilmelidir. Ek olarak sırt desteği tilt hareketi yapabilmelidir.
- Sırt dik ve omuzlar rahat olmalıdır.
- Sandalye vücudun alt sırt kısmını destekleyen sırt desteğine sahip olmalıdır.
- Sandalye işçinin ileri ve geri hareketini kolayca sağlamalıdır.
- Denge için sandalye 5 tekerlekli olmalıdır.
- İşçi tüm alanlara rahatlıkla ulaşabilmeli ve bu sırada vücudu eğilip bükülmemelidir.
- Sandalye rahatça dönmelidir.
- Personelin vücut ölçülerine göre ayarlanabilir mefruşat tercih edilmelidir.(Özellikle el kol ve dirsekler için)
- Mümkünse kol destekleri çıkarılabilir olmalıdır. Çünkü bazı işlerde kol destekleri işçinin çalışma tablasına yeteri kadar yakınlaşmasını engeller.
- Sandalyelere alt kol desteği ilave edilecekse bu kollar rahat bir şekilde sarkıtılmış bir duruşta dirseğin yüksekliğinde olmalı ve alt kolun yere yatay destek üzerinde ve yumuşak bir malzeme ile desteklenmiş olmasına özen gösterilmelidir.

İdeal çalışma sandalyesi boyutlarında aşağıdaki değerlere dikkat edilir.

- Yerden yüksekliği: 380 – 510 mm.
- Eni: 400 – 450 mm
- Boyu: 400–440mm
- Eğimi: 3° – 5°
- Sırt yüzeyi: Oturma yüzeyinden Yüksekliği: 100 – 250 mm.
- Genişliği:330mm
- Geriye yatış toleransı: 104° – 120°
- Kolçak yüksekliği (oturma yüzeyinden) : 200 mm.



Şekil 7.171. Masa başı çalışmasındaki risk noktaları [134]

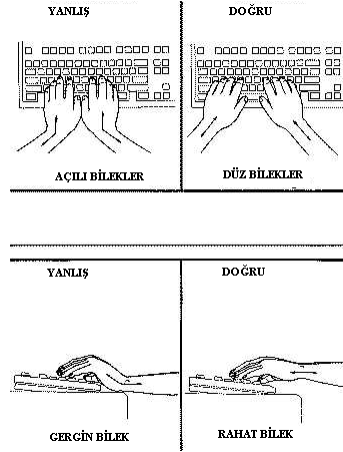
- İşçinin masa altında ayaklarını uzatabileceği ve vücut hareketini kolayca değiştirebileceği alan olmalıdır.
- Ayaklar rahatça yere basmalıdır. Bu mümkün değilse ayak desteği kullanılmalıdır. Ancak ayak desteği diz ve bacak kaslarına uygulanan basıncı elimine etmelidir.



Şekil 7.172. Ayak desteği [135]

Klavye kullanımında dikkat edilecek hususlar olarak şunları sayabiliriz.

- Uzun süreli klavye kullanımında, kolların masa yüzeyinden aşağıda kalması ve buna bağlı olarak bileklerin sürekli masa kenarına dayalı tutulması, bilek bölgesindeki sinirlere zarar verebilmektedir. Kollar yazı yazarken, yere paralel tutulmalı ve bilekler bükülmemelidir.
- Klavyenin yüzeyi parlamamalı, rengi nötr olmalıdır.
- Nümerik tuşların telefon düzeninde yerleştirilmiş olması, zihinsel işlemlerin etkinliği için önemlidir.
- Uzun süreli fare kullanımı avuç içi, parmak ve bilek sinirlerini zedeleyebilmektedir. Bu yüzden fare kullanımı minimuma indirilmeli, işlemler mümkün olduğunca klavye ile yapılmalıdır.



Şekil 7.173. Doğru klavye kullanımı [182]

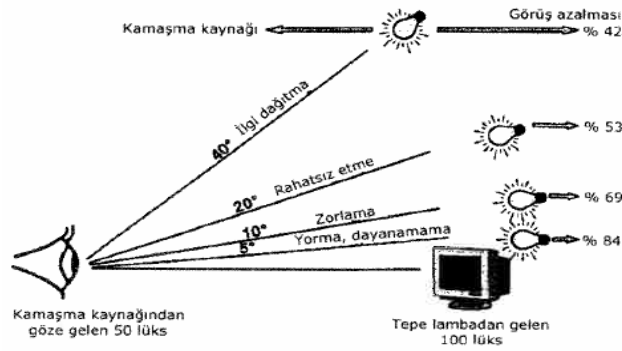
Aydınlatma tasarımı önemli olan noktalar şunlardır.

- Çalışanlar iş yaparken kullanmak zorunda oldukları materyalleri açıkça görebilmelidir.
- Faaliyetlerin çoğu gözle kontrol edildiği için gözün yorulup zorlanması durumunda hata ve kaza riski artar.
- İşyerinde aydınlatma işin niteliğine göre 240 – 600 Lux arasında değişir
- İnsan en iyi gün ışığında gördüğü için iş istasyonları taşınırken gün ışığından mümkün olduğunca faydalanmaya özen gösterilmelidir.

Göz kamaşmasında dikkat edilecek noktalar aşağıda belirtilmiştir.

- Açık renkli eşya, cam ve parlak yüzeyler, ışığı yansıttığı için görüşte rahatsızlığa ve kamaşmaya sebep olurlar. Böyle bir durum söz konusu ise, aydınlatma azaltılmalı ve mat eşyalar tercih edilmelidir.
- Genel aydınlatmada ışık kaynakları mümkün olduğu kadar yükseğe yerleştirilmelidir. Alçak ışık kaynakları yansımaya ve kamaşmaya artırır.
- Hassas ve göz yorucu işlerde lokal aydınlatmaya başvurulmalı, gözler sık sık kapatılarak ve uzak objelere bakmak suretiyle dinlendirilmelidir.
- Tavan aydınlatmaları çalışma yüzeyi ile 45° açısı yapmalı, direk çalışma noktasına vurmamalıdır.

- Bilgisayar çalışmasında ışık üst yanlardan en az 30° açıyla gelmelidir,
- Ekranla bakış uzaklığı 500 – 700 mm. arasında olmalıdır. Işık yansımaları minimuma indirebilmek amacıyla ekranlar mümkünse pencerelere 90° dik olacak şekilde yerleştirilmelidir.
- Ekranlarda siyah fon kullanmak, personelde koyu bir tünele giriş etkisi yapabilir ve aydınlık ortamda göz kamaşma etkisini de artırır.
- Personelin sürekli olarak koyu- açık renk ortamlar arasında göz hareketi yapmasını gerektirecek işlerden kaçınılmalıdır.
- Ofislerde pencere bulunmasının ve pencerelerin açık tutulmasının personelin motivasyonu üzerinde olumlu etkisi olacaktır.



Şekil 7.174. Işığın göz geliş açısı ve göz kamaşması [3]

### 7.39.5. Ergonomik çözüm (Faydalar)

İşçiler işlerinde daha rahattırlar ve iş istasyonlarında daha fazla zaman harcarlar.

### 7.39.6. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem)

- Müşteri-hizmetleri bölümü arasında yüksek fiziksel rahatsızlığın yüzde 60 azalması.
- Programı uyguladıktan sonra programdan önce yüzde 18 olan bütün rahat seviyesinin yüzde 66'ya artması.
- Çalışanların bildirdiği yüksek yorgunluk seviyelerinde yüzde 50 azalma.

### 7.39.7. Yorumlar

Tüketici Güç Ergonomisi Programı, işyerindeki CTD'leri çözmenin çok ekonomik olabileceğini gösterdi.

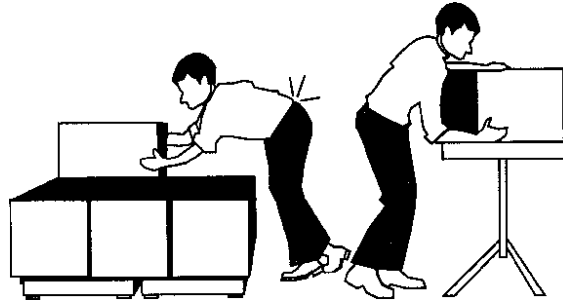
Yani yönetim az bir bütçeyle hem çalışanların rahatını sağladı hem de ilerde karşılaşacağı sağlık masraflarından kurtuldu.

### 7.40. Kutuları İstifleme Operasyonu

#### 7.40.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

Toplama kutusu: işçi 27 inç'lik (68,5 cm) yüksek bir konveyör sisteminden bir kutuyu toplar.

#### 7.40.2. Azaltmadan önceki iş (Resim)



Şekil 7.175. Temsili kutu istifleme operasyonu [53]

#### 7.40.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)

Tıbbi kayıtlar. 44 yaşında bir depocu, tekrarlı eğilme olmaksızın iş kısıtlamaları ile kalıcı bir sakatlık meydana getiren bir aşağı sırt yaralanmasına maruz kaldı.

#### 7.40.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)

Kutuları toplamak ve yığmak için kaldırma ve indirme gereklidir.

#### 7.40.5. Ergonomik risk faktörü (Durum)

Kutuyu istif rafına yerleştirmek için belde bükülme gereklidir.

İşçi kutuyu istif rafının en uzak ucuna yerleştirdiğinde omuzda ve alt sırtta baskılara neden olan bükülme/uzanma gereklidir.

#### 7.40.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

Bir el istif rafı birleştirici istif rafının altına yerleştirildi. Bu cihaz istif rafını işçi için optimum seviyede otomatik olarak ayarlar ve tutar. Bu cihaz, aynı zamanda yürüme ve uzanmayı azaltarak 360 derece döner.

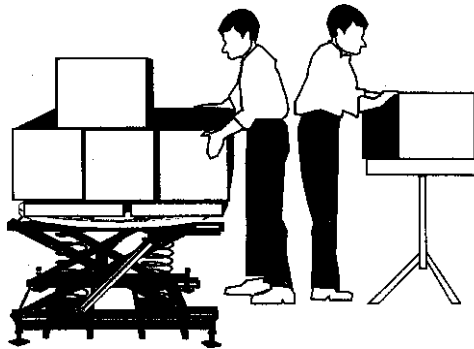
#### 7.40.7. Ergonomik çözüm (Faydalar)

Bu görev yüzünden kalıcı bir iş kısıtlamalı bir çalışan aynı işte çalışmaya devam edebilir. İşveren, yeni bir çalışan yerleştirme ve yaralanan çalışanın tekrar eğitilmesi iş maliyetlerinden korundu.

#### 7.40.8. Ergonomik çözüm (Maliyet)

Projenin toplam maliyeti 1.500 \$ olarak gerçekleşti.

#### 7.40.9. Ergonomik çözüm (Resim)



Şekil 7.176. Temsili ergonomik çözüm [53]

### 7.40.10. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem)

Çalışan arka sırt durumunu kötüleştirmeden iş sorumluluklarını yerine getirebilir.

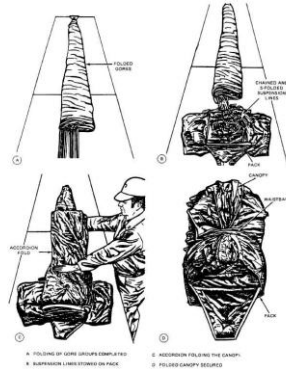
### 7.40.11. Yorumlar

- Demode yöntemlerin yerine modern otomatik aletlerin kullanımı verimliliği olumlu yönde etkileyecektir.
- Bu iyileştirme sayesinde en değerli şey olan sağlığımızın, sırt ağrılarının önüne nasıl geçilebileceğinin üzerinde durulmuştur.
- İstif rafı kullanım sıklığına bağlı olarak elektrik ve elle kullanılabilir.

## 7.41. Paraşüt Paketleme Atölyesi

### 7.41.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

Çalışanlar 120 fit (36,57 m) çapında ve 150 libre (68,03 kg) ağırlığında olabilen paraşütleri yerleştirmek zorundaydılar. Paraşütler personel, uçak frenleme sistemleri ya da ağır donanımlar içindi.



Şekil 7.177. Paraşüt katlama [136]

### 7.41.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem)

Çeşitli ergonomik tehlikeler için OSHA tarafından genel görev maddeleri altındaki alıntı.



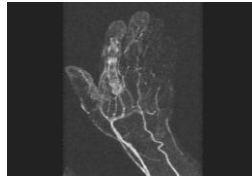
### 7.41.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)

Ergonomiye bağlı tıbbi vaka oranı (25 çalışanın dışında onaylanmış CTD olaylı 15 kişi) dört-yıllık bir periyodun üzerinde (1990–1993).

Cumulative trauma disorders(CTD) : bölüm 7.3.6’da anlatılmıştır.

Birikimli zedelenmelere bağlı olarak karpal tünel sendromu, tenosinovit, tetik parmak iskemisi, vibrasyon nedenli beyaz parmak, tenis bileği gibi durumlar da ortaya çıkabilmektedir

Tenosinovit: Elimizde bulunan tendonların iltihap kapması sonucu oluşan durumdur.



Şekil 7.178. El MR anjiyosunda tespit edilen Tenosinovit [137]

Bu tür hastalıkların gelişimi yavaş olduğu için genellikle ağrı dayanılmaz ya da kronik seviyeye gelinceye kadar ciddiye alınmazlar.

Karpal Tünel Sendromu: bölüm 7.3.2’de anlatılmıştır.

### 7.41.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)

Çalışanlar 150 librenin (68,03 kg) üzerinde ağırlıkta olabilen paraşütleri tekrar paketlemek zorundaydılar.

### 7.41.5. Ergonomik risk faktörü (Durum)

Çalışanlar, yetersiz aydınlatma ve sırt ve kollarını etkileyen kötü tasarlanmış iş istasyonları yüzünden kuvvetli gövdeyi yerleştirme ve ters duruşlar ile görevi idare

ediyorlardı.

#### **7.41.6. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama)**

20 librenin (9,07 kg) üzerinde ağırlıktaki çelik raketler ile çalışanlar, katlanmış paraşütü yük sandığının içine tekrar tekrar vurmaları.

#### **7.41.7. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)**

Aktif-görevli askeri personel zorunlu olarak ve siviller görev günlerinin bir parçası olarak egzersiz programına katılmak üzere davet edilirler.

İş ve işçinin dayanıklılığını değiştirmek için fiziksel terapist tarafından işçilerin yıllık tıbbi incelemesi.

#### **7.41.8. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)**

- Tekrarlamalı hareketi azaltmak için geleneksel olanların yerine yaylı makaslar kullanıldı.



Şekil 7.179. Temsili yaylı makas [138]

- Tekrarlamaları azaltmak için elektrikli makaslar satın alındı. Dikiş masaları ve kenarları keçe ile kaplandı.
- Görev aydınlatmasını sağlamak için ayarlanabilir kollu masa lambaları kullanıldı.



Şekil 7.180. Temsili kollu masa lambası [139]

- Daha uzun çalışanları yerleştirmek için iş masaları yükseltildi ve daha kısa çalışanlara uydurmak için plastik basamaklı platformlar kullanıldı.
- Bükülme ve kaldırmayı ortadan kaldırmak için iş masalarının altı yerine rafları ayırmak üzere depolama yeri gözleri yapıldı.
- Kaldırma ve çekmeyi azaltmak için paketleme işlemleri paraşüt depolamaya yakına tekrar yerleştirildi.
- Tekerlekli elektrik kaldırma masaları, kaldırma ve taşımayı yok etmek için paraşütleri hareket ettirmek için kullanıldı.
- Elektrikli yük asansörleri ıslak paraşütleri kurutma kulesine asmak için el makarası işleminin yerine kullanıldı.



Şekil 7.181. Temsili elektrikli yük asansörü [140]

- Dalgalanmalı uçuş işlemleri esnasında paraşütleri tekrar paketleme ihtiyacını tamponlamak üzere ilave paraşütler satın alındı.
- Çalışanlar, haftada 20'den fazla paraşüt paketlenmemesi standart olarak alındı.

#### **7.41.9. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

Bu görevi yerine getiren bütün işçilerin artık CTD risk faktörlerine maruz kalmaları azalmıştır.

Temel, ergonomi alanındaki mesleki güvenlik ve sağlık programlarının tanıtımında değerli çabaları için Birleşik Devletler Çalışma Bakanlığı'ndan bir dizi sertifika ile onaylanmaktadır.

#### **7.41.10 Ergonomik çözüm (Maliyet)**

Paraşüt atölyesindeki maliyetlerdeki değişiklikler yaklaşık olarak 25.000\$.

Programı üç yıl uygulamak için yaklaşık 50.000\$ harcandı.

#### **7.41.11. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem)**

CTD maruz kalma temelde dramatik olarak azaltılmıştı.

#### **7.41.12. Yorumlar**

Mekanikleşme ile vurma işlemini azaltmak için çabalar paraşüt malzemesine zarar verme veya uygun biçimde paketleme hatası yüzünden başarısız olmaktadır ama fikirden vazgeçilmemektedir.

### **7.42. Pittsburgh PPG Endüstrileri**

#### **7.42.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

PPG dünya çapında çalışmaları ile cam, cam elyaf, kimyasal kaplamalar ve reçineler imal etmektedir. Şirket küresel olarak 32.000 çalışana sahiptir. Birleşik Devletlerdeki çalışanların sayısı yaklaşık 20.000'dir. İşçiler zemin seviyesindeki raflara istiflenen araba ön camlarını toplamak üzere eğilmek zorundaydılar. 30 librelik (13,06 kg) ön

camı kaldırdıktan sonra onu bir nakliye aracına yerleştirmek için döndürmek zorundaydılar. Şirket hâlihazırda eğitim, uygun kaldırma teknikleri ve yeterli iş alıştırılmaları sayesinde sırt yaralanmalarını azaltmayı denedi ama başarılı olmadı.

#### **7.42.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)**

Şirketin sakatlanma yaralanmalarının yüzde 30 ila 40'ı ve tıbbi tedavi veya sınırlayıcı aktivite olayları için aynı yüzdeye yakın sırt yaralanmalarının tıbbi oranları.

1987'de 20.000 iş saati başına veya 100 tam-zamanlı işçi başına 14 yaralanma oranı.

#### **7.42.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)**

İşçiler bir çalışma mesaisi boyunca 30-35 libre (13,6-15,8 kg) ağırlığında ön cam kaldırmak ve taşımak zorundaydılar.

#### **7.42.4. Ergonomik risk faktörü (Durum)**

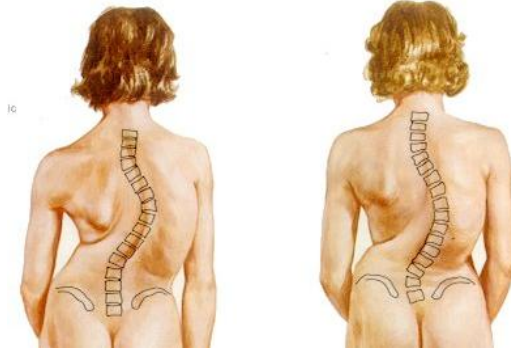
İşçiler ön camları toplamak için yere eğilmek ve onları bir nakliye aracına yerleştirmek için dönmek zorundaydılar.

Sırt yaralanması: Sırt ağrıları son derece yaygın bir şikâyet konusudur. Hastanın çoğu ağrıları tam omurganın sona erdiği noktada duyarlar. Bu tür ağrı için genellikle lumbago sözcüğü kullanılır.



Şekil 7.182. Sırt ağrısı [141]

Lumbago çok acı verir ve hastanın tüm hareketlerini kısıtlar. Hemen herkes yaşamının bir döneminde ıvegen bel ağrısı çeker; bu ağrılar bazı kişileri ise sürekli olarak rahatsız eder. Sırt ağrıları erkekleri kadından daha çok etkiler. Sırt ağrılarına yakalanan kişilerin oranı yüzde 25'dir.



Şekil 7.183. Temsili kadın omurgası hareketleri [142]

Lumbagonun birçok nedeni vardır; ağrıya neyin yol açtığını saptamak çok güçtür. Bunun için çoğu durumlarda hastalığı tam olarak tanımlamaksızın belirtilerini açıklamakla yetinilir.

Örneğin Sırt ağrısına uygunsuz eğilme, eşya kaldırma, bükülme, kas gerilmesi veya ara vermeden uzun süre araç kullanma gibi gündelik faaliyetler de neden olabilir. 2 günlük bir yatak istirahati sırt ağrısının geçmesi için yeterli olabilmektedir.

#### **7.42.5. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)**

- Çok sayıda sırt yaralanmasına yol açan iş alanlarını ve görevleri tanımlamak için bir danışman kiralama.
- Şirketin birkaç yerinde pilot ergonomi programları uygulama.

#### **7.42.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)**

- Tüm malzemeleri kullanımını 50 libreden (22,6 kg) aşağıya indirilmesi.
- Camı kaldırmak yerine hatta yuvarlamak için küçük bir cihaz yapma.

- Ağır kaldırmayı azaltmak için 105 librelik (47,6 kg) bobinlerin yerine 15 librelik (6,8 kg) bobinlerde bantlayıcı malzeme satın alma.
- İlave baskıyı ve enerji harcamasını azaltmak için farklı boyutlarda eldivenler, manşetler ve kollar satın alma.
- Ön camları kaldırırken eğilmeden sakınmak için eklem yüksekliğine rafların yükseltilmesi.
- Gergin ileri uzanmaları yok etmek için işçilerin adım atmak ve arkadan ileriye yüklemelerine izin vermek için rafları değiştirme.
- Elle kaldırma, uzanma ve dönmeyi ortadan kaldırmak için mekanik kaldırma yardım ve tutma cihazları satın alma.

#### **7.42.7. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

- Bu görevi yerine getiren bütün işçilerin artık sırt yaralanmalarına maruz kalmaları azalmıştır.
- İşçilerin tazminat maliyetlerinde azalma.

#### **7.42.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem)**

- Yaralanma oranında yüzde 60'dan fazla azalma.
- 1987'de 14 olan yaralanma oranından 1996'da 3.3'e azalma.
- Yaralanmaların şiddeti ve sıklığında azalma.

#### **7.42.9. Yorumlar**

PPG'nin başarısının anahtarı saatlik işçileri alması ergonomik konuların ve şirketin izlediği bu konuların nedenlerinin önemini anlaması idi.

## 7.43. Otomobil Arka Koltuk Montajı

### 7.43.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

İşçiler, yaklaşık bir dakikada bir havalı alet kullanan bir el ile 40'dan fazla çitçiti tutturmak zorundaydılar.



Şekil 7.184. Temsili havalı çitçit tabancası [143]

İşçiler koltuğuna kılıfını ve köpük dolgu malzemesini yerinde tutmak için diğer ellerini kullanırdı.



Şekil 7.185. Koltuk süngeri [144]

### 7.43.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)

- CTD'ye bağlı yaralanmaların artan oranı.
- 1993'de CTD'ye bağlı 1136 kayıp iş günü.
- CTDler tendon iltihaplanmalarını, karpal tünel sendromunu, burkulma ve incinmeleri içermektedir.



Tendon iltihabı: Kasları kemiğe bağlayan, kalın, lifli kordonların herhangi bir kırışteki tahriş

Karpal Tünel Sendromunu: bölüm 7.3.2’de anlatılmıştır.

#### **7.43.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)**

Görevi yerine getirmek için yüksek kuvvet gerekli idi.

#### **7.43.4. Ergonomik risk faktörü (Durum)**

Görevi yerine getirmek için ters duruşlar gerekli idi.



Şekil 7.186. Temsili uygunsuz duruş [183]

#### **7.43.5. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama)**

Görev yüksek tekrarlama gerektirirdi.

#### **7.43.6. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)**

- Ergonomi eğitimi sağlandı.
- Bir iş rotasyon programı saptandı.

### 7.43.7. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- Çıtçıtların sayısını yüzde 50'den fazla azaltmak için koltuk kılıfları tekrar tasarlandı.
- Köpük dolgu malzemesini koltuğa kenetlemek için bir sıkıştırma aleti temin edildi.
- Ayarlanabilir iş istasyonları kuruldu.



Şekil 7.187. Araba koltuğu montaj hattı [192]

- Elektrikli moment tabancaları temin edildi.



Şekil 7.188. Temsili momentli otomatik zımba tabancası [145]

### 7.43.8. Ergonomik çözüm (Faydalar)

- Görevi yerine getiren bütün işçilerin artık CTD'lere maruz kalmaları azalmıştır.
- Verimlilik arttırılmaktadır.
- İş eğitimi maliyetlerinde azalma.
- Daha sağlıklı bir iş gücüne sahip olma.

### 7.43.9. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem)

1994'de CTD'ye bağlı kayıp iş günlerinde 335'e azalma (yüzde 70'lik bir iyileşme).

### 7.43.10. Yorumlar

İşe bağlı yaralanmaların erken bildirimleri, tamamen açmış CTD vakalarından sakınarak gelecekte masrafını çıkarabilir.

### 7.44. Okul Hademeleri

#### 7.44.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

İşçi yerleri ovmak ve cilalamak, halıları temizlemek, çöp tenekelerini çöp variline boşaltmak için omuzun üzerindeki seviyeye kaldırmak ve yeri günlük olarak paspaslamak için kafeterya masalarını taşımak zorundadır.

#### 7.44.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem)

İşin ergonomik değerlendirmesi hademe tarafından gerçekleştirilen çok sayıda görevin tehlikeli olduğunu doğruladı.



Şekil 7.189. Temsili temizlik görevi [184]

### 7.44.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)

İşçi ciddi yaralanmalardan çekmekteydi.



Şekil 7.190. Sırt ağrıları [193]

### 7.44.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)

- Halı süpürgesini çalıştırmak için 50 libre (22,67 kg) nin üzerindeki bir itme/çekme kuvveti gerekli idi.
- 100 libre'den (45,35 kg) fazla çöp tenekelerini omuz seviyesinin üzerine kaldırma.
- 80 libre (36,28 kg) ağırlığında kafeterya masalarını taşıma.



Şekil 7.191. Temsili kafeterya masası [185]

İşçilerin yükü omuzlarında taşıması konusuna değinmişken `sağlığa uygun yük kaldırma ve taşıma yöntemlerini de inceleyelim:

**Yükü kaldırırken:** Yükün herhangi bir engele takılıp takılmadığı önceden kontrol edilmelidir. Yükün tutulacağı nokta, kulp yada tutamak yerden 40-50 cm yukarıda olmalıdır. Yük hiçbir zaman ani bir şekilde kaldırılmamalıdır.

**Yükü indirirken:** Yük düzgün ve yavaş yere indirilmeli. Yükü yere indirirken aniden yakalamaya çalışılmamalıdır. Yük parmakların ezilmesini önleyecek bir platform üzerine indirilmelidir.

**Yükü taşıırken:** Dik konumda taşınmalı. Yükün simetrik dağılımına dikkat edilmeli. Yük vücuda temas ederek destek alabilmeli. Yük mümkünse sırtta veya omuzda taşınmalı. Sürekli yük taşımada yük arada bir yere indirilmeli.

#### **7.44.5. Ergonomik risk faktörü (Diğer)**

**Eskiyen zemini temizleme ve cilalama donanımının neden olduğu şiddetli titreşim işçiye aktarıldı.**

**Mekanik titreşim:** bir katı cismin parçacıklarının statik denge konumu etrafında düzenli yada düzensiz olarak yaptığı harekettir.

**Titreşimin etkisi:** Titreşimin bedene etki noktası, frekansı, ivmesi, etki süresi, etkilenen sistemin özgül frekansı ve rezonans

**Bedene etki noktası:** Titreşimi değerlendirebilmek için titreşimin etki noktasına göre kişinin titreşime karşı gösterdiği reaksiyonları bilmek gerekir.

**Frekans:** Titreşimin fizyolojik ve patolojik etkisi büyük oranda frekansına bağlıdır. Eğer titreşimin frekansı herhangi bir organımızın özgül frekansı ile çakışiyorsa bu çok daha büyük sorunlar doğurabilir.

**İvme:** Fizyolojik açıdan önemli frekans bölgelerinde titreşim zorlamasının şiddeti ivme ile ifade edilir.

Etki Süresi: Titreşimin etki süresi çıkacak olan sorunların başlıca nedenidir.

Özgül frekans: Titreşime neden olan kuvvet uyarı kuvvetidir. Her sistemin bir özgül kuvveti vardır.

#### **7.44.6. Ergonomik risk faktörü (Diğerin başlığı)**

Titreşim

#### **7.44.7. Ergonomik risk faktörü (Durum)**

Görevleri yerine getirmek için ters durumlar gerekli idi.

#### **7.44.8. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama)**

Büyük alanları elektrik süpürgesi ile süpürmek için omuzun tekrarlamalı hareketi gerekli idi.

#### **7.44.9. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)**

- Farklı alanlarda kullanım için iki yeni kendinden itmeli, düşük titreşimli zemin fırçaları (biri büyük ve biri küçük) satın alma. Yeni bir düşük titreşimli cilalayıcı satın alma.
- Farklı alanlarda kullanım için bir geniş kendinden itmeli süpürge ve bir küçük hafif bir tane satın alma.
- 100 lb (45,35) çöp tenekelerini kaldırma için portatif bir damperli araba yerleştirme.
- On tane yeni katlanabilir, tekerlekli kafeterya masası satın alma.
- Karton kutuları vs.kaldırmak ve yerleştirmek için bir Genie Yük Kaldırıcı el arabası temin etme.

#### 7.44.10. Ergonomik çözüm (Faydalar)

- 26,440 \$ a kadar olan eğitim ve tasarruf taleplerinden kaçınma.
- Yüzde beş artan işveren primi
- Yeni bir çalışanın eğitim ve iyileştirmesinden sakınma.
- İşçi için gelirinde hiçbir boşluk yok.
- Azaltılmış iş günü kaybı.
- Kamu personelinin emekli maaşını içeren payına düşen tüm kazançlarını tutma.

#### 7.44.11. Ergonomik çözüm (Maliyet)

İş yeri değişikliklerinin toplam maliyeti 24.470 \$ dı.



Şekil 7.192. Temsili yer temizliği [146]

#### 7.44.12. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem)

Okul temizlik görevlisinin kesintisiz olarak dört yıldan şimdiye kadar sürekli istihdamının sağlandığı tespit edildi.

#### 7.44.13. Yorumlar

Ergonomik konuları dahil etmek için iş-tarzı ve iş yerlerini değiştirme, işçilerin önceki işlerine geri dönüşlerinde büyük olumlu etkilere sahiptir.

## 7.45. Siemens Otomotiv

### 7.45.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

Siemens Auburn Hills, Mich-tabanlı, elektronik otomobil sistemleri tasarlar ve üretimini gerçekleştirmektedir. Şirketin yaklaşık 14.000 çalışanı vardır. İşçiler klavyeden uzak olduğunda masaüstündeki fareyi kullanmak ve sağa eğilmek zorundaydılar. İşçiler klavyeyi kullanırken çalışma masasındaki belgeleri okumak için sola ve aşağıya dikkat etmek zorundaydılar. Siemens ayarlanabilir iş yerleri satın almasına rağmen, kolayca veya tamamen ayarlanabilir değillerdi.

### 7.45.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)

- 100 çalışanın 43'ü omuzlarında, sırtlarında, dirsek ve parmaklarındaki ağrıdan şikâyet ediyorlardı.
- Karpal tünel sendromu vaka oranında artış.
- 43 çalışanın 3'ünde boyun laminectomies.
- Birkaç çalışan kırık-çıkıkçıları ziyaret etti.

### 7.45.3. Ergonomik risk faktörü (Durum)

İşçiler klavyeden uzak olduğunda masaüstündeki fareyi ellemek ve sağa eğilmek zorundaydılar.

İşçiler belgeleri okumak için boyunlarını uzatmak zorundaydılar.



Şekil 7.193. Temsili okuma pozisyonu [147]

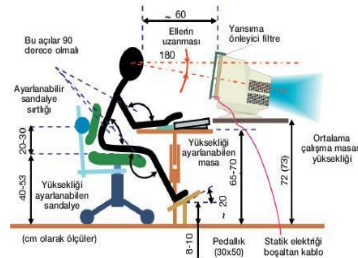


Omurgamız: Omurgada boyun, sırt ve bel bölgesinde 3 adet doğal eğrilik (kavis) vardır. Bu eğrilikler sayesinde omurgamız üstüne düşen yük miktarını en aza indirir ve esnek bir biçimde hareket edebilir.

Karpal tünel sendromu (Carpal tunnel syndrome): bölüm 7.3.2’de anlatılmıştır.

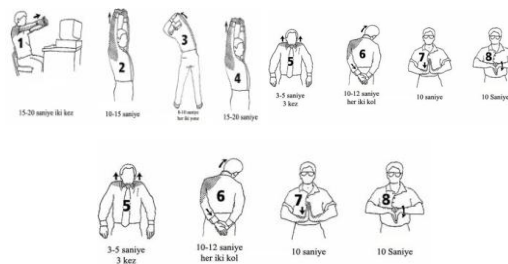
#### 7.45.4. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)

- Belirtileri olan çalışanların iş yerlerinde ergonomik değerlendirmeleri gerçekleştirme.
- Uzanma egzersizleri eğitimi.
- CAD operatörlerini sık, kısa aralıklar vermeye teşvik etme.
- Dayanıklılık ve esneklik için egzersizler ve iyi duruş, iyi kaldırma ve itme tekniklerini vurgulamak için yılda iki defa bir okul eğitimine yönlendirme.
- İş yerlerinde nasıl oturacakları hakkında eğitimi içeren yeni çalışanlar için büro ergonomilerinde bir slayt gösterisi geliştirme.



Şekil 7.194. Masa başı çalışma mesafeleri [148]

- Bir egzersiz programı tanıtıldı.



Şekil 7.195. Ofis egzersizleri [149]

#### 7.45.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

- CAD operatörlerini 22 inç'lik (55,8 cm) odaklayıcı gözlükler takmaları konusunda teşvik etme.
- Geçen beş yılda üç farklı boyutta 27 sırt minderi, 71 bel dayanağı, 24 klavye/fare destekleri ve 12 belge tutucu satın alma.
- Ayarlanabilir sandalyeler temin etme.
- Rahat sandalye
  - Öne eğimli
  - Semere benzer
  - Kolluk
  - Azcık yumuşak
  - Nefes alabilen kumaş
  - Ayarlanabilir
- Bel desteği
- Vb.



Şekil 7.196. Temsili ergonomik sandalye [186]

- Kısa işçiler için sandalyeyi yükselten bir ayaklık temin etme.

#### 7.45.6. Ergonomik çözüm (Faydalar)

- Görevleri yerine getiren bütün işçilerin artık CTD'ye ( Cumulative Trauma Disorders) maruz kalmaları azalmıştır.

- İki yılda CTD-bağlı şikâyetleri ortadan kaldırarak yılda 20.000 saat kayıp zaman tasarrufu.

#### **7.45.7. Ergonomik çözüm (Maliyet)**

Ergonomik müdahalelerin toplam maliyeti yaklaşık 3.600 \$ dı.

#### **7.45.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem)**

İki yılda CTD'ye bağlı şikâyetleri ortadan kaldırma.

#### **7.45.9. Yorumlar**

Haberleşme Siemens programının başarısındaki anahtardır. İşçilere onlar için ne yapabileceğinizi bildirin ve onları gözlemek ve dinlemek için zaman ayırın.

### **7.46. Deri Raptiye Makinesi Montajı ve Kaynak İşlemi**

#### **7.46.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

Bu görev dört kişiden oluşan (iki montajcı, bir kaynakçı ve bir temizlikçi/paketleyici) bir ekiple gerçekleştirilirdi. Masanın üzerinde dik duran toplayıcı ile montajcı her montaj için her defasında yassı kaba uzanacak ve bir tek eleman (toplam beş eleman) alacaktır. Yassı kaplar yarıdan daha az dolu olduğunda işçilerin toplayıcının tabanın yakınına yaklaşmaları gerekirdi. Kaynak işlemi bir ultrasonik kaynakta aleti kaynak yapmayı ve sonra zımba biçimini ve şarjördeki zımba beslemesini test etmek beş defa yakmayı kapsardı.

Ultrasonik kaynak; termoplastik malzemelerin kaynak ve montaj edilmesinde, yaygın olarak kullanılan bir kaynak teknolojisidir.



Şekil 7.197. Ultrasonik kaynak makinaları [150]

#### **7.46.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem)**

Kaynak işleminin adımları aşağıda anlatılmıştır.

- Tepsiden bir aleti sol el ile alma
- Aynı eli kullanarak kaynak yuvasına yerleştirme ve takma
- Sol el ile kaynak yuvasındaki el kelepçesini kapama
- Kaynağı döndürmek için kaynak aktivasyon düğmelerine basma
- Sağ eli kullanarak kaynak yuvasından aleti alma
- Sol elin avucu ile tetiğe kuvvetle vurarak aleti bir defa ateşleme
- Kabul edilemez ise son temizleme için aleti bir kenara yerleştirme veya yok etme
- Levhadaki arıza türünü kayıt etme

Kaynak istasyonu yedeklenirse, montajcılardan biri test ateşlemesi fonksiyonunu yerine getirirken kaynağı üzerinde sallayacak ve ve yardım edecektir.

#### **7.46.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)**

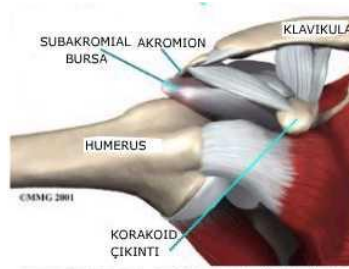
Ergonomiye bağlı tıbbi vaka oranı bu bölümde oldukça yüksekti. Bu vakalar tendon iltihaplanmaların ve el/bileğe bağlı rahatsızlıkların çeşitli biçimlerini içermektedir. Birçok çalışan tıbbi kısıtlamalara maruz kalmaktaydı.

Tendon iltihaplanması (tendinit): Genellikle nedeni kası kemiğe bağlayan tendondaki küçük bir yırtık ya da iltihaptır.

Belirtiler: Özellikle dirsek ya da omuzda eklem dışındaki ağrı ve hassasiyettir. Tendinit tendonlarda kalıcı hasara neden olabilir.

Tedavi: Dinlenme çok önemlidir. Etkilenen bölgenin elastik bir bandajla sarılması ve kolun askıya alınması yararlı olabilir. Ayrıca bölgeye buz uygulaması rahatsızlığı ve şişmeyi azaltabilir.

Güçlendirici egzersizler tendinitin tekrarlamasını engelleyebilir. Bu işin yanlış yapımına bağlı olarak omuzda, bilekte, dirsekte veya omurgada tendinit görülebilir.



Şekil 7.198. Subakromial sıkışma sendromu [151]

Karpal tünel sendromu: bölüm 7.3.2’de anlatılmıştır.

#### **7.46.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)**

Parçaları çıkarmak için el ve parmaklara yüksek mekanik kuvvet konsantrasyonları ve yüksek el kuvveti gereklidir.

#### **7.46.5. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama)**

Her aleti günde yaklaşık olarak 4.000 defa ateşlemek için sol elin avucu ile beş defa kuvvetlice tetiğe basmak için yüksek tekrarlamalı bilek esnemesi gereklidir.

#### 7.46.6. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)

Yüksek tekrarlamalı ve kuvvetli görevlere maruz kalmayı azaltmak için yapılandırılmış bir iş rotasyon sırası oluşturuldu.

#### 7.46.7. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

Parçaların masadan düşmesine izin vermeksizin toplayıcı tavaları en ulaşılabilir açığa eğmek için ayarlanabilir V-sehparları ile montaj istasyonları temin edildi.

Yeni, ayarlanabilir ergonomik sandalyeler satın alındı ve daha kısa çalışmaların duruşu bağlı yaralanma riskini azaltmak ve konforu arttırmak için ayaklıklar temin edildi.

Bir varlık algılayıcı aktivasyon düğme sistemi sağlandı ve ayarlanabilir bir açı destek rafı, başparmakları kullanan aktif hale getirme düğmelerini yüksek tekrarlamalı ve kuvvetli görevini azaltmak için kaynağı kenarına aktivasyon düğmelerini eklemek için geliştirildi (başparmak iltihaplanmalarını azaltarak).

Aleti kaynak için alıkoymak üzere bir elle De-sta-co lambasının tekrarlı vurulmasını ortadan kaldırmak için aleti otomatik olarak kelepçelemek üzere bir pnömatik kelepçe kullanıldı.



Şekil 7.199. De-sta-co [152]

#### **7.46.8. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

- Bu görevi yerine getiren bütün işçilerin artık tendon iltihaplanmalarının ve el/bileğe bağlı rahatsızlıkların çeşitli biçimlerine maruz kalmaları azalmıştır.
- Değişikliklere çalışan tepkisi oldukça olumlu olmaktadır ve daha az yaralanma riski ile görevlerini yerine getirebilirler.

#### **7.46.9. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem)**

- Verimlilikte yüzde 10-12 lik bir artış olmaktadır.
- Yeni tıbbi problemler büyük ölçüde ortadan kalkmaktadır.

#### **7.46.10. Yorumlar**

Ergonomik bir açıdan aletlerin dolu tepsilerinin düşük ağırlığı(yaklaşık beş libre) yüzünden bir konveyörün olumlu etkisi açık olmasına rağmen montajlanan aletlerin tepsilerini montaj ve kaynak iş istasyonları arasında otomatik olarak taşımak için bir konveyör temin etme üzerinde düşünülmektedir. Konveyörün göreceli olarak yüksek maliyeti yüzünden ve tartışılabilir ergonomik etkisi yüzünden gerekçe söz konusudur.

#### **7.47. Televizyon İş İstasyonu**

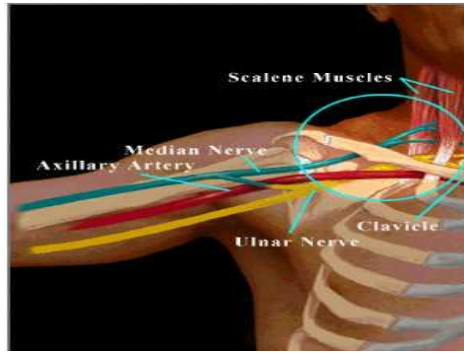
##### **7.47.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

İşçiler uygun olmayan şekilde tasarlanmış bir televizyon iş istasyonunda çalışmak zorundaydılar. İşyeri, televizyon istasyonunun elektronik donanımından, iki kopya kalemi ve ayak yeri olmayan sabit bir konsola yerleştirilmiş bilgisayar ekranlarından oluşmaktaydı. Bir kopya kalemi konsola sabitlemişti ve diğeri portatif yazı makinesi masasına yerleştirilmişti. Çizmek için, işçi ekranı görmek için ters yönde başını döndürürken gövdesinin arkasına ulaşmak zorundaydı. İşçiler ayak boşluğu olmadığı için konsolun üzerindeki bilgisayar klavyelerine ulaşmak için ileri eğilmek zorundaydılar. Üstelik işçiler esnek bir konumda bilekleri ile yazmak zorundaydılar

çünkü klavye yüksekliği oturulduğunda dirsek seviyesinin önemli ölçüde üstünde idi. Konsolu tekrar yerleştirme imkânı yoktu çünkü istasyonun tamamen kapatılması gerekli idi.

#### 7.47.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)

Bir çalışmada baskın elde yayılan bir acı ile kronik bir omuz gerilmesi meydana geldi.



Şekil 7.200. Torasik çıkış ve komşulukları [153]

Kronik omuz gerilmesi veya omuz kapalı hastalığı da denen Torasik Outlet Sendromu (TOS): kola giden damar ve sinirlerin; boyun, omuz ve göğüs kafesinin bazı yapıları arasından geçerken baskıya uğraması ile meydana gelen kol, omuz, boyun ve sırtta ağrı ve uyuşmalar, bazen de kolda şişme veya morarma ile kendini gösteren bir hastalıktır. Hasta için çok sıkıntı verici bir rahatsızlıktır ve tanı koymak da hekim için oldukça zordur.

Sebepleri: Uzun saatler boyunca pozisyon değiştirmeden çalışılan ve egzersize fazla zaman ayrılmayan günümüzde bu rahatsızlık sık olarak görülmektedir. Toraks çıkımında damar ve sinirlerin sıkışması çok değişik sebeplerden olabilir. Bazı hastalarda çıkımı daraltan fazladan bir kaburga kemiği (servikal kosta) bulunur. Bu bölgeye gelen travmalar, kaburga ve köprücük kemiğinin kırıkları da çıkımı daraltabilir. En sık nedenlerden biri omuzların aşağı düşerek köprücük kemiğinin kaburga üzerine yaslanarak çıkımı daraltmasıdır. Uzun süre kolu yukarıda iş yapanlar (tahtaya yazı yazan öğretmenler, boyacılar, voleybolcular, balerinler, vs), kolları öne

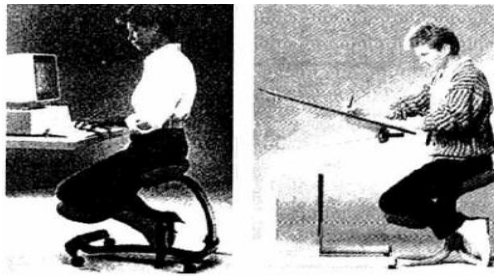


uzanmış aynı pozisyonda çalışanlar (kasiyerler, bilgisayarlılar, bankacılar) risk altındadır.

Tedavisi: Torasik outlet sendromu için çeşitli tedavi yöntemleri uygulanabilir. Öncelikle rahatsızlığa yol açan nedenlerin ortadan kaldırılması gereklidir. Uzun süre aynı pozisyonda çalışmanın önlenmesi, sık aralıklarla dinlenme, işyeri ergonomisinin düzeltilmesi gereklidir. Fazla ağırlık taşımak, uzun süreli kol önde ve yukarıda aktiviteler, rahatsız olan omuzda ağırlık taşımak yakınmaları artırdığından kaçınmak gerekir. Evde yapılacak basit egzersizlerde fazla kasılmış olan skalen kaslar gevşetilir ve omuz çevresi kaslar güçlendirilir. Fizyoterapi seansları da faydalı olabilir. Çok ağrısı olan hastalarda boyun ve sırt bölgesinden yapılacak enjeksiyonlar oldukça faydalı olabilir. Ancak hastaların büyük çoğu bu tedavilere yanıt vermeyebilir, o zaman cerrahi tedavi gereklidir. Cerrahi tedavi ile boyundan veya koltuk altından yapılan kesi ile skalen kaslar kesilir, çıkımı rahatlatmak için 1. kaburga ve varsa servikal kosta çıkarılır.

### 7.47.3. Ergonomik risk faktörü (Durum)

Görevleri yerine getirmek için dönme, uzanma ve ileri eğilme gerekli idi. İşçi esnek bir konumda bilekleri ile görevi yerine getirmek zorundaydı.



Şekil 7.201. Balans sandalyeleri [3]

Mouse ve klavye kullanımında dikkat edilecekler: Hepimizin bildiği gibi bilgisayar ve bağlı birimlerini yönlendirmek için klavye ve mouse'a ihtiyacımız var. Bu nedenle ergonomik kullanım açısından insana en yakın olması gereken bu araçları doğru kullanmak çok önemli.

Oluşabilecek kimi sağlık problemlerini nasıl mı önleyebiliriz? İşte uzmanların belirttiği birkaç öneri aşağıda belirtilmiştir.

- Doğru bir el-mouse yerleşimi için klavye ve mouse aynı yükseklikte olmalıdır.
- Eğer aynı yükseklik sağlanamıyorsa avuç içi ya da ön kol bölümünden klavyeye destek veren yükseklikler kullanılabilir.
- Çok sık klavye kullanan profesyonel klavye kullanıcıları ergonomik klavye kullanmalıdır.
- Sadece ergonomik kullanım ve kemik-kas sağlığı açısından değil, temizlik açısından da dikkat edilmelidir. Mikrobiyologlara göre, el ve parmakların devamlı temas halinde olduğu mouse'lar belli aralıklarla temizlenmelidir. Öyle ki, el ve parmalardan geçen ter ve kir sonucu mouse'ların üzerinin temizlenmediği takdirde, klozet kapaklarından bile daha mikrobik ortam oluşturdukları söylenmektedir.
- Ortopedik bir el rahatsızlığı yaşamamak için bileğinizi düz bir çizgide tutmalısınız.
- Mouse kullanırken bileğinizi sağa ya da sola doğru bükmemeye dikkat etmelisiniz.
- El ve avuç içinizi yukarı ve aşağı doğru döndürme hareketini fazla yapmamaya dikkat edin.
- Klavye ya da mouse ne fazla küçük ne de fazla büyük olmalıdır. Elinizle, ya da elinizin ergonomisiyle uyumlu olması daha önemlidir. Bileğinizi, parmaklarınızı, kolunuzu zorlayacak ölçüde uyumsuz birimler, ileride eklem rahatsızlıkları, ortopedik problemler yaratabilir.

#### **7.47.4. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)**

- Bilgisayar klavyesine konsolun üzerinde yer açıldı ve işçinin bileklerini düz tutabilmesi için arkada çok az yükseltildi.



Şekil 7.202. Ergonomik klavye [154]

- Diz boşluğunu arttırmak için konsolun alt kenarını kesme.
- Klavyeye daha iyi ulaşmak için on derecelik bir eğimde oturmayı kolaylaştıran traktör koltuk türü sandalye temin etme.



Şekil 7.203. Ergonomik koltuk ofis koltuk tasarımı [155]

- Konsolun arkasına menteşeli bir platform ekleme.



Şekil 7.204. Ayarlanabilir masa [187]

#### 7.47.5. Ergonomik çözüm (Faydalar)

- Görevleri yerine getiren bütün işçilerin artık omuz gerilmelerine maruz kalmaları azalmıştır.

- Faydalı çalışan yer değiştirme ihtiyacını ortadan kaldırma.

#### **7.47.6. Ergonomik çözüm (Maliyet)**

İş yeri değişikliğinin toplam maliyeti yaklaşık 1.700 \$ dı.

#### **7.47.7. Ergonomik çözüm (Verimliliği gerçekleştiren yöntem)**

Kronik omuz gerilmesi tıbbi vakasını ortadan kaldırma.

#### **7.47.8. Yorumlar**

İş yeri değişiklikleri ile, ne çalışanın tekrar eğitilmesi ihtiyacı olacak ne de tekrar iş verme zorluğu için kriteri yerine getirmesi gerekecek.

### **7.48. Toyota'nın Motor Montajı Operasyonu**

#### **7.48.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

İşçiler otomatik tesiste motor montajını gerçekleştirmek zorundaydılar. Görevler çeşitli durumları, mesafelere erişmeyi, tutma veya sıkıştırmayı ve elle kaldırmayı içermektedir.

#### **7.48.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)**

Çoğu üst sınırlarla ilgili olan işle ilgili yaralanmalar ve hastalıkların sayısında artış vardı.

#### **7.48.3. Ergonomik risk faktörü (Durum)**

İşçiler bir görevi yerine getirmek için fazla öne bükülmeye sahipti.



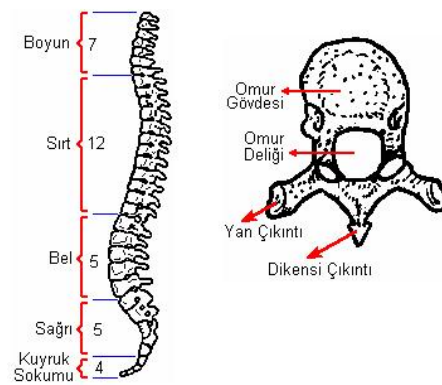
Şekil 7.205. Temsili öne doğru eğilip malzeme arama

İşçiler bir parçayı yerleştirmek için bir arabanın içine tırmanmak zorundaydılar.



Şekil 7.206. Temsili uzanma durumu

Karşılaşılan sağlık sorunları: CTD (Kümülatif travma bozuklukları), bel ve boyun fıtığı, sırt ağrıları



Şekil 7.207. Omurga [156]

Kümülatif Travma Bozuklukları (CTD): bölüm 7.3.6'da anlatılmıştır.

Bel fitiği: Bel b6lgemizde bulunan omurgaların arasındaki kıkırdak yapının yırtılarak, omurilikten çıkan sinirleri sıkıştırmasıdır. Bel fitiğinin oluşumunda etkili olan en 6nemli hareket dizleri b6kmeden 6ne eğilmedir.

Boyun fitiği: Kıkırdak yapının yırtılarak, omurga içinde seyreden omurilik veya kola dağılan sinirlere baskı yapması sonucu oluşan hastalığa boyun fitiği denir. Boyun fitiği oluşumunda en 6nemli duruşlar baş 6ne eğik olarak uzun s6reli çalışma ve işi yapmak için uzanma durumlarıdır.

Sırt ağrıları: Sırt ağrıları b6y6k çoğunlukla bel veya boyundan yayılan ağrılara bağlıdır.

#### 7.48.4. Ergonomik 6z6m (Y6netimsel kontroller)

- Kayıt tutma daha kolaylaştırdı.
- Eğitim programları sağlandı.
- İş rotasyon programı d6zenlendi.
- Ergonomi m6dahale programına CTD sezme ve erken 6nlem d6hil edildi.
- Kişisel koruyucu donanım, fizik tedavi ve işi yeri kalacak yerleri temin edildi.
- CTD'lerin erken belirtilerinin g6stergesi ile işiiler tıbbi değerlendirme için end6striyel sağlık hizmetlerine g6nderilmektedir.

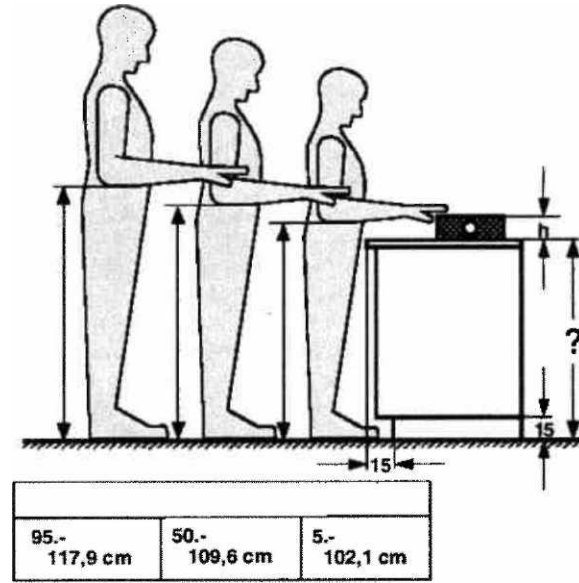
#### 7.48.5. Ergonomik 6z6m (M6hendislik kontrolleri)

Aracın içinde ve dışında oturan işiiyi hareket ettirmek için otomatik bir sandalye geliştirilmektedir.



şekil 7.208. Araç içi kontrol koltuğu resimleri [188]

İş yüzeyi, işçinin öne bükülmesini en aza indirmek için eğilmektedir.



Şekil 7.209. Dirsek yükseklikleri [3]

Çalışma yüksekliği tespit edilirken dirseklerin yerden yüksekliği baz alınır. Standartlara göre: Erkek için 100 cm, bayan için 90 cm olarak belirlenmiştir.

#### 7.48.6. Ergonomik çözüm (Faydalar)

Görevleri yerine getiren bütün işçilerin artık CTD'ye maruz kalmaları azalmıştır. İşçilerin tazminat maliyetlerinde azalma.

#### 7.48.7. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem)

CTD'ye bağlı olaylar, ergonomi müdahaleleri uygulayarak azaltılmaktadır.

#### 7.48.8. Yorumlar

Bu ergonomik değerlendirme sistemi, fazla öznel olduğu tartışılmasına rağmen, kritik hale gelmeden önce problem alanlarının tam yerini saptar.

## 7.49. Travelers Indemnity Co.

### 7.49.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

Pazarlamacılar, milletin en büyük işçi tazminatı sigorta taşıyıcılarından biridirler. Şirket onlarca yıldır sağlıklı ve güvenli iş yerleri uygulamalarını emretmesine rağmen şirket kendi ergonomi girişimlerini sadece son beş yılda uyguladı. Şirket 23.000 işçi çalıştırmaktadır. İşçiler, farklı bilgisayarla ilişkili görevler yerine getirmek zorundaydılar.

### 7.49.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)

Karpal tünel vakalarında, incinme ve burkulmalarda, kayma ve düşmelerde ve diğer CTD'ler oranında 1992'den 1994'e artış.

Karpal tünel sendromu: bölüm 7.3.2'de anlatılmıştır. Karpal tünel sendromu belirtileri: Geceleri ellerde ortaya çıkan ve zaman içinde giderek şiddetlenen uyuşmalar ve ağrılar. Avuç içinde ve parmaklarda his kaybı veya elektrik çarpması hissi. Özellikle baş, işaret ve orta parmaklarda görülür. Elde kuvvet kaybı, tutamama, tutulan şeyleri düşürme. Eli sallamakla bu ağrıların hafiflemesi.

Karpal tünel sendromu tedavisi: Aşırı kullanmayı engellemek, el bileğine aşırı yük binmesine neden olacak işlerden kaçınmak, ağrı kesiciler, el bileği atelleri, gece atelleri, lokal ya da sistemik kortizon enjeksiyonları çoğu kimse için yeterli olmaktadır.

### 7.49.3. Ergonomik risk faktörü (Durum)

Görevleri yerine getirmek için ters duruşlar gerekirdi.



Şekil 7.210. Doğru ve yanlış klavye kullanımı [157]



Kumanda elemanı olarak klavye kullanımı: Klavye ekrandan bağımsız, ayrı yerleştirilebilmelidir. Sık kullanılacak tuşlar elin optimum ulaşım alanı içinde olmalıdır. Kol, dirsek üstünde açılma zorunda kalmamalıdır. Sık kullanılan tuşlar başı hareket ettirmeden gözle kontrol edilebilmelidir.

#### **7.49.4. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama)**

Görevleri yerine getirmek için yüksek tekrarlamalı hareketler gerekirdi.

#### **7.49.5. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)**

- Ergonomi pilot programlarını uygulama.
- Sorumluluğu saptamak, kaynakları tanımlamak, iş uygulamalarını, eğitim ve haberleşme konularını kurmak üzere kıdemli ve şube yöneticilerini içeren bir yönetim sistemi inşa etme.
- Problem tanımlama, değerlendirme, çözüm geliştirme ve çözüm uygulamayı dâhil eden dört adımlı bir problem çözme süreci olan ERIP (Ergonomics Review and Improvement Process)'i uygulama.
- Şube satın alıcılarına doğru donanımı seçmelerinde yardım etmek için uygulama rehberleri oluşturma.
- Birçok büro ürünü için standartlar geliştirme.
- “Bilgisayar Konforu İpuçları” nı tüm şirket çalışanlarına postalama.
- Alternatif tedavi seçenekleri (fiziksel terapi, anti-enflamatuar ilaç ve egzersiz)
- Şirket gazetesinde şirkete ait ergonomi süreci hakkında iki makale yayınlama.
- Şirketi ve işçileri ergonominin önemi konusunda eğitme.

#### **7.49.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)**

- Mobilyayı özellikle çok kullanıcıli iş yerlerine değiştirme.



Şekil 7.211. Büro sandalyesi [158]

- Tamamen ayarlanabilir iş yerleri temin etme.
- 17 inç ve 21 inç monitörleri 30’’x45’’ dönen yüzeye uydurma.



Şekil 7.212. Ergonomik çalışma alanı [159]

- Yeni donanımı belirtmek için bağlayıcı parçalar ve raflar tasarlama.

#### **7.49.7. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

- Görevleri yerine getiren bütün işçilerin artık çeşitli bilgisayara-bağlı yaralanmalara (karpal tünel sendromu, incinme ve burkulmalar vb.) maruz kalmaları azalmıştır.
- Erken uyarı ve müdahale ile vakaların kronik ve maliyetli hale gelmesini önleme.

#### **7.49.8. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem)**

- 1994 ile 1995 arasında bilgisayara-bağlı bozuklukların dava başına ortalama maliyette yaklaşık yüzde 30 azalma.
- Bilgisayara-bağlı bozukluk başına pilot alan ortalama maliyeti ergonomik iyileştirmelerin henüz başlamadığı alanlardan yüzde 48 daha düşüktü.
- Bilgisayara-bağlı bozukluklarda ameliyat oranında yüzde 9’dan fazla azalma.

- Ergonomi programının tavsiye edilen çözümlerinin uygulanmasından 30 gün sonra yüzde 80 belirti görülmeyen işçi bildirimini.

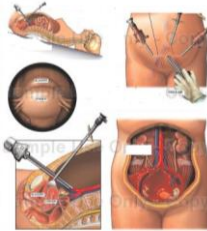
#### 7.49.9. Yorumlar

Pazarlamacıların büro ergonomi süreci, sigorta endüstrisini kapsayan aylık bir dergi olan “Risk & Insurance” tarafından yakın zamanda ödüllendirildi. Bu ödül ürün veya hizmet verimliliği ve yeniliğe ve önemli risk yönetim ihtiyacını karşılayıp karşılamadığına dayanmaktaydı.

#### 7.50. Trocar Montajı

##### 7.50.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

Montaj süreci boyunca işçiler önce trocar kılıfının alt yarısını almak ve onu montaj yuvasına koymak zorundaydılar. Sonra sıkıştırma yayı ve bıçak montajını almak ve sıkıştırma yayını bıçak sapına kaydırmak zorundaydılar. Sonra anti-destek yaylarını almaları ve ondaki delik boyunca bıçağın milinin ucuna takmaları gerekmekteydi. Bu prosedür boyunca sıkıştırma yayının basıncını yenmek için her birine doğru ellerini itmek zorundaydılar. Sonra yayın sıkıştırması sürerken bıçak/yay montajını trocar kılıfının yarısına yerleştirmeleri gerekli idi. Son olarak, trocar montajına bir burulma yayı ve iki mandal yerleştirmeleri sonra trocar kılıfını montajın yarısına yerleştirmeleri ve sonrakinden son montajı çıkarmaları ve bir tepsiye koymaları gerekti.



Şekil 7.213. Endoskopik trocar uygulaması [160]

Trocar: Saplı, ucu keskin bir çubuk ile daha kısa metal bir kılıftan oluşan, çeşitli boylarda ve büyüklükteki cerrahi alettir.

Trocar, vücut boşluğu duvarını delerek laparoskopiye olanak sağlar.



Şekil 7.214. Trocar [161]

#### **7.50.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi doğrulayan yöntem)**

Görev, endoskopik trocar cihazlarının üretimini ve geliştirilmesini içeriyordu. İşçiler, otomatik olarak gerçekleştirilen birkaç ultrasonik kaynak işlemi hariç farklı parçaları elle monte etmek zorundaydılar.

#### **7.50.3. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)**

3 aydan çalışma sol-el özel şablonu ile üst sınır belirtilerinin 14 tıbbi vakası.

#### **7.50.4. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)**

Ana yayın sıkıştırması sırasında başparmak ve işaret parmağı arasında anti-destek yayını tutmak için yüksek tutma kuvveti gerekli idi.



Şekil 7.215. Temsili tutma pozisyonu [189]

Peki bu uygulanabilecek kuvvetin sınır değerini nasıl bulabiliriz.  $F_s = F_{maks} \times K_i \times K_k$

$F_{maks} = 0$  iş için uygulanabilen maksimum kuvvet

$K_i$  = işe ilişkin faktör

$K_k$  = kişiye ilişkin faktör

İşe ilişkin ve kişiye ilişkin faktörler  $K_i$  ve  $K_k$  sabit değerler olmayıp her biri üç ayrı faktöre göre değişir.

$K_i = k_1 \times k_2 \times k_3$

$k_1$  = İş esnasında kasın gerilme sıklığına

$k_2$  = Kasın ara verilmeden gerginlik süresine

$k_3$  = Bir yükü kaldırma veya indirme esnasında bedenin alacağı konuma bağlı faktör

$K_k = k_4 \times k_5 \times k_6$

$k_4$  = İşçinin cinsiyetini gösteren faktör

$k_5$  = İşçinin yaş grubunu gösteren faktör

$k_6$  = İşçinin işe uyumunu, bedensel antrenmanlı ve işe alışık olup olmadığını gösteren faktör

#### **7.50.5. Ergonomik risk faktörü (Durum)**

İşçiler, elle montaj süreci boyunca anti-destek yayını yakalamaları ve tutmaları gerekmekte idi. Parmakların bölgesel rahatsızlığı yay sıkıştırma süreci boyunca anti-destek yayının keskin kenarlarından kaynaklanmaktadır.

Kümülatif travma bozuklukları (Cumulative trauma disorders): bölüm 7.3.6'da anlatılmıştır.

**7.50.6. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama)**

İşçiler günde 550 montajı bitirmek zorundaydılar.

**7.50.7. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)**

Ergonomik bozuklukların farkına varmaları için işçilere eğitim verildi.

**7.50.8. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)**

- Montaj süreci boyunca ana yayı sıkıştırmak ve tutmak için mekanik yardım bağlantıları geliştirildi.
- Montajcılar tarafından gerçekleştirilen yöntemlerde bireysel farklılıklarda uyum sağlamak için bağlantıda ayarlanabilir açılar sağlandı.
- Hem sol hem de sağ-elli işçiler için uygun olması amacıyla ayarlanabilir bağlantılar tasarlandı.

**7.50.9. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

- Bu görevi yerine getiren bütün işçilerin artık üst sınır yaralanmalarına maruz kalmaları azalmıştır.
- İşçiler yeni bağlantıların tasarımında önemli rollere sahip olduklarından görevi yerine getirmek için yeni tasarım işçilerin çoğunluğu tarafından olumlu olarak karşılandı.
- Anti-destek yayını gergin statik tutma ortadan kaldırılmış oldu.

**7.50.10. Ergonomik çözüm (Maliyet)**

Yeni bağlantıların şirkete maliyeti bağlantı başına yaklaşık olarak 800 \$.

**7.50.11. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem)**

- 3 ay içinde bütün CTD belirtileri yok oldu.

- Görevi yerine getirmek için tıbbi sınırlama yok edildi.

### 7.50.12. Yorumlar

Montaj sürecindeki zorluk derecesi azaltıldığından, 3 ekstra iş elemanı eklenmesine rağmen produktivite sabit kaldı.

### 7.51. U-Hortum Montaj İşlemi

#### 7.51.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

Lansdale'deki Ford Co.'s North Penn elektronik tesisindeki görevlerden biri U-hortum montaj tesisindeki "servo birim" olarak adlandırılan mekanik bir hız-kontrol birimine U-şekilli bir hortum eklemektir. Birim, sadece birkaç libre ağırlığında kalın bir diskten oluşmaktadır. Ağır olmamasına rağmen, hortumu cihaza zorlamak için yüksek basınç kullanımı gerekli idi. Görevi yerine getirme tesis çalışanlarının yaklaşık yüzde 60'ını temsil eden bayan iş gücünün kapasitesinin üstündeydi. Erkek iş gücü de yaralanmalardan şikâyet etmekte idi.



Şekil 7.216. U tipi hortum (Devirdaim hortumu) [162]

#### 7.51.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)

- Lansdale'deki Ford Co.'s North Penn Elektronik Tesisindeki U-hortum montajında bir yılda kümülatif travma rahatsızlığı olan kol ve omuz ağrısının bir düzine tıbbi vakası.
- Kütle sertliği ve yaralanmalar yüzünden iki gün için 100 işçi ile montaj işleminin tüm bölümünü kapatma.

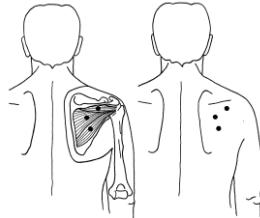
Kümülatif Travma Bozuklukları (Cumulative Trauma Disorder): Tendon, sinir ya da diğer yumuşak dokuların, sınırlı fiziksel hareketlerin tekrarlanmasıyla oluşan; uyuşukluk, ağrı, kasların güçten düşmesi ve güç kaybıyla ortaya çıkan rahatsızlıktır.



Şekil 7.217. Kümülatif travma bozukluğu [163]

Kümülatif travma bozukluklarının sebepleri: Uygunsuz ve sabit duruşlar, stres ve psiko-sosyal problemler, tekrarlayıcı ve şiddetli aktiviteler, mola vermeden uzun süreli çalışma, titreşim, bireysel faktörler

Omuz Ağrıları: Zorlayıcı ve devamlı hareketlerden her zaman kaçınılmalıdır, baş seviyesinin üstünden eşya almaktan, bırakmaktan kaçınılmalı, uzun süre sabit pozisyonda kalınmamalı, otururken sırt ve kol desteği olan sandalyeler tercih edilmeli, gevşek duruştan kaçınılmalı her zaman dik oturmaya önem gösterilmeli, kol kaslarını çalıştırıcı tarzda egzersizler yapılmalı ama zorlanmamalı,



Şekil 7.218. Omuz-sırt ağrı bölgeleri [190]

### 7.51.3. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)

Hortumu cihaza zorlamak için yüksek ve sabit basınç gerekli idi.



#### 7.51.4. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

Cihazı tutmak ve hortumu yerleştirmek için bir pnömatik press tasarlandı.

Kısaca pnömatik kavramı aşağıda anlatılmıştır.

- Basınçlı hava (sıkıştırılmış hava), insanların fiziksel gücünü arttırmak için kullandığı bilinen en eski enerji iletim türüdür.
- Kesin olarak bilinen ilk basınçlı hava uygulamasını Yunanlı Ktesibios 2000 yıl kadar önce yaptığı basınçlı hava mancınığı ile gerçekleştirmiştir.
- Pnömatik, Yunanca ‘nefes alıp verme’ anlamına gelen ‘pneuma’ kelimesinden türetilmiştir.
- Hava basıncı veya vakum etkisi ile çalışan makineler, aletler ve sistemlerin özelliklerini içeren bilim dalına pnömatik denir.
- Gerçek anlamda Pnömatik uygulamaları 1950 yılından sonra başlamıştır.
- Daha önceleri sadece maden endüstrisinde, yapı endüstrisinde ve demir yollarında (Havalı fren) kullanılmaktaydı.
- Pnömatiğin endüstriye asıl girişi ve yayılması seri üretimlerde modernleşme ve otomasyona ihtiyaç duyulmasıyla başladı.
- Başlangıçta bilgisizlikten kaynaklanan karşı çıkmalara rağmen kullanım sahası her geçen gün daha da artmış olup bugün artık çok değişik endüstriyel uygulamalarda bile pnömatik cihazlar tercih edilmektedir.
- Makineler hidroliğe göre daha düşük basınçlarda çalışırlar.
- Hidrolikte 1000 bar gibi değrlere bile çıkılabilirken pnömatikte standart çalışma basınçları 3 bar’la 12 bar arasındadır.
- Pnömatik sistemlerin tercih edilmesinin en büyük edeni diğer hidrolik ve elektrik hareket sistemlerine göre çok yüksek hızlara ulaşabilmeleridir. Böylece düşük verimlerini (%25-40) hızlarıyla kapatırlar
- Pnömatik aygıtlar için gerekli basınçlı hava bir kompresörden sağlanır.
- Pnömatik aygıtların, çekiç, matkap, kömür kazma aygıtı (havöz), taşlama aygıtı, perçinleme ve perçin kesme aygıtı gibi çeşitli türleri vardır.

Kompresörler: Havayı (gazı) dış basınca göre daha yüksek basınçlı duruma getiren mekanik elemandır. Pistonlu, dönel hücreli (paletli), diyaframlı gibi 3 ana çeşidi vardır. Pnömatik sistemlerin akış üreticidir. Bu açıdan bataryalara, pillere benzerler. Kompresöre giren hava dış ortamdaki gibi nemli aynı basınca sahip ve tabii aynı kirlilikte bir havadır. Kompresörde basınçlandırılır. Çıkışında hava şartlandırıcılarla temiz homojen nemsiz bir hale getirilir.

Pistonlar: Pistonlar pnömatik sistemlerin hareket mekanizmalarıdır. Gazın pistonun içindeki hazneye dolmasıyla piston kapanır ya da açılır. Böylece doğrusal olarak her iki yönde de hareket elde edilebilir.

- 250 Ton C Tipi Pnömatik Kavramalı Eksantrik Pres



Şekil 7.219. C Tipi Pnömatik Kavramalı Eksantrik Pres [164]

- 250 Ton H Tipi Pnömatik Kavramalı Eksantrik Pres



Şekil 7.220. H Tipi Pnömatik Kavramalı Eksantrik Pres [165]

### 7.51.5. Ergonomik çözüm (Faydalar)

Bu görevi yerine getiren bütün işçilerin artık çeşitli kümülatif travma bozukluklarına maruz kalmaları azalmıştır.

Çalışanın değişikliğe tepkisi on derece olumlu olmaktadır ve onlar görevi daha az yaralanma riski ile gerçekleştirebilir.

#### **7.51.6. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem)**

Hiçbir tıbbi vaka bildirilmedi.

#### **7.51.7. Yorumlar**

Olay, ergonomiyi sadece üst yönetimden işçilere geçebilen değil aynı zamanda işçilerden yukarı yönetime süzülen bir çaba yapmak için Ford'un teşebbüslerinin bir göstergesidir.

### **7.52. Bakkal Malzemelerini Boşaltma ve Kontrol Etme Operasyonu**

#### **7.52.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)**

İşçiler bakkaliye malzemelerini derin sepet arabalarından boşaltmak ve onları kontrol etmek zorundaydılar.



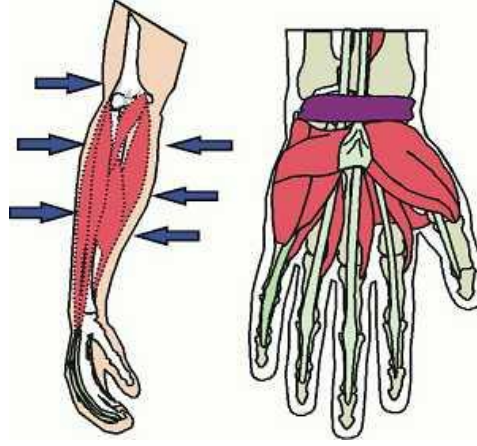
Şekil 7.221. Temsili yük arabası boşaltma ve kontrol operasyonu

#### **7.52.2. Azaltmadan önceki iş (Tehlikeyi kanıtlayan yöntem)**

- 1987'de 3 CTD tıbbi vakası.

Cumulative Trauma Disorder (Birikimli Travma Bozuklukları): Özellikle klavye ve fare kullananlarda tekrarlayıcı fiziksel hareketlere bağlı olarak el ve kollardaki sinir,

tendon, kas ve diğerk yumuşak dokularda meydana gelen zedelenme olarak tanımlanabilir.



Şekil 7.222. El ve kolda ağrı noktaları [191]

Bu tür hastalıkların gelişimi yavaş olduğu için genellikle ağrı dayanılmaz oluncaya ya da kronik seviyeye gelinceye kadar ciddiye alınmazlar. Sinirler etkilenirse, algılama bozukluğu ve motor kontrolünde sorunlar çıkar. CTD eğer tedavi edilmezse kalıcı sakatlıklara sebep olabilir

Bozukluğun belirtileri: Parmaklar, el, el bileği, önkol ve dirsekte gerginlik, rahatsızlık, katılık, ağrı ve yanma, ellerde karıncalanma, soğukluk ve uyuşukluk, ellerde koordinasyon bozukluğu ve güç kaybına bağlı sakarlık, geceleri artan ağrı, el, el bileği ve kollara masaj ihtiyacı duyma

Bozukluğun nlenmesi: Doğru yazma tekniği ve duruşu kullanmak, uygun ekipman seçimi, doğru ekipman yerleşimi, yukarıdakilerin bir çalışma alışkanlığı ve kişisel disiplin haline getirilmesi.

### 7.52.3. Ergonomik risk faktörü (Durum)

- Malzemeleri taramak için ters bilek ve kol pozisyonları teşvik edilir ve alıştırılır.
- Görevi gerçekleştirmek için kontrolörlerin ters durumlarda olmaları gereklidir.

#### **7.52.4. Ergonomik risk faktörü (Tekrarlama)**

Görev tekrarlamalı hareketi içerir.

#### **7.52.5. Ergonomik çözüm (Yönetimsel kontroller)**

- Yeni çalışanlar için eğitim sağlandı.
- Yeni çalışanların kötü ergonomik alışkanlıklara uyum sağlamamaları için ilk iki hafta gözlemlendi ve hazırlandılar.

#### **7.52.6. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)**

- Kontrol yerleri değiştirildi.
- Kontrol yerleri yükseltildi.
- Yorgunluğu azaltmak için ekose desenli hasırlar satın alındı.
- Ölçekler taşındı.
- Klavyeler yükseltildi ve ayarlanabilir kaidelere yerleştirildi.
- Sırt destekleri sağlandı ama gerekli değildi.
- İşçilerin farklı yüksekliklere yerleştirmek için ayarlanabilir bakkal torba kaynakları temin edildi.
- Yeni daha hızlı ve daha doğru tarayıcılar satın alındı.

#### **7.52.7. Ergonomik çözüm (Faydalar)**

- Görevi yerine getiren bütün işçilerin artık CTD'ye maruz kalmaları azalmıştır.
- İşçilerin tazminat maliyetlerinde azalma.

#### **7.52.8. Ergonomik çözüm (Maliyet)**

- Şirket için yeni tarayıcı yaklaşık 11.000 \$ a mal oldu.

- Kontrol yerlerinin değişiklik maliyeti yaklaşık olarak stand başına 500\$ mal oldu.

### 7.52.9. Ergonomik çözüm (Verimliliği doğrulayan yöntem)

Son 8 yılda sadece iki CTD vakası bildirildi.

### 7.52.10. Yorumlar

Şirketteki ergonomi farkındalık programı iş görüşmesinden itibaren güvenliği vurgulayarak başlar. Bu şekilde işçilerin kötü çalışma şekillerine adapte olmaları engellenmelidir.

## 7.53. Depo Taşıma

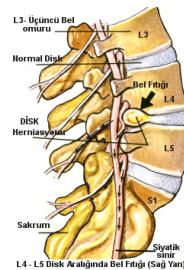
### 7.53.1. Azaltmadan önceki iş (Tanım)

**Yük Kaldırma:** İşçi yerdeki istif rafından ağır bir yükü kaldırmak için belinden bükülür.

**Yük Taşıma:** İşçi yaklaşık olarak 15 feet'lik () yükü taşır ve bir konveyöre yerleştirir.

**Aktiviteyi Tekrarlama:** Çalışan istif rafına geri yürür ve kaldırma/taşıma görevini tekrar eder.

**Yük kaldırma:** İşçi yerdeki istif rafından ağır bir yükü kaldırmak için belinden bükülür.



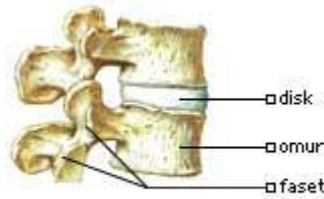
Şekil 7.223. Bel fıtığı [166]

Gövdesini öne bükerek 40 kilogram bir ağırlığı yerden kaldıran normal bir insanın, bel omurları arasındaki fibroelastik kıkırdak dokusu üzerine 450 kg yük binebilmektedir. Bu da uzun dönemde, disk kayması, disk fitiği gibi istenmeyen sakatlıkların ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu nedenle, ergonomik açıdan uygun kaldırma teknikleri üzerinde devamlı araştırmalar yapılmaktadır.

### 7.53.2. Ergonomik risk faktörü (Kuvvet)

Kaldırma yükü yer seviyesindeki istif rafından bel seviyesindeki iş istasyonuna hareket ettirmek için gereklidir. Taşıma yükü istif rafından iş istasyonuna hareket ettirmek için gereklidir. Yükün şekli onu kararlı bir halde tutmayı zorlaştırır.

Belin anatomisi: Omurgada boyun, sırt ve bel bölgesinde 3 adet doğal eğrilik (kavis) vardır. Bu eğrilikler sayesinde omurgamız üstüne düşen yük miktarını en aza indirir ve esnek bir biçimde hareket edebilir. Bel bölgesi 5 adet omur ve sağrı kemiğinden oluşur. Omurlar üst üste gelerek; içinden omurilik ve sinirlerin geçtiği omurga kanalını oluşturur. Omurlar birbirlerine önde "disk" dediğimiz yastıkcıklar, arkada "faset" eklemleri ile tutunurlar. Diskler aslında omurların birbirine sürtünmesini engelleyen jöle kıvamında amortisörlerdir .



Şekil 7.224. Omur [167]

Bel fitiği ve siyatik: Bel fitiği bel ağrılarının en sık nedenlerinden biridir. Diskler iki omur gövdesinin arasında kauçuk yumuşaklığında destek dokulardır. Omurganın eğilme hareketleri disklerden olduğu gibi, her disk bir amortisör gibi gelen darbeleri emer. Disk omurilik ve sinir köklerinin hemen önünde yerleşmiştir. Bu yerleşim disk hastalıklarındaki belirtilerin ana nedenidir.

Aslında disk kauçuk kıvamında bir halka ve içinde jöle kıvamında çekirdekten oluşur. Bel fıtığı halkanın kırılarak içindeki jöle kıvamındaki maddenin omuriliğe ve/veya sinir köklerine baskı yapmasıdır.

Bel fıtığı nedenleri: Hatalı yük kaldırma, ani basınç

Bu durumda halka kırılarak içindeki jöle kıvamındaki maddenin omuriliğe ve/veya sinir köklerine baskı yapar. Bazen bu madde koparak omurilik kanalına dolabilir. Bu durum sinir köklerini zedeleyerek felçlere idrar tutamama gibi yakınmalara neden olur.



Şekil 7.225. Bel fıtığı [168]

Elle yük taşımayı tehlikeli kılan ve sonuç olarak sakatlık olasılığını artıran çeşitli risk faktörleri bulunmaktadır. Bu risk faktörleri elle yük taşıma işleminde görevin türüne, yüke, bireye ve ortam şartlarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu faktörler sonucunda sırt sakatlığı riski artmaktadır.

Göreve bağlı unsurlar: Eğer yapılan iş çok gayret ve enerji gerektiriyorsa (eğer çok sık ya da çok uzun sürelerle yapılıyorsa), eğer yapılan iş biçimsiz pozisyon ya da hareketleri içeriyorsa (örn. Gövdenin eğilmesi), veya bükülmesi, kolların kaldırılması, el bileklerinin bükülmesi, aşırı uzanma, eğer yapılan iş tekrarlı taşımayı gerektiriyorsa.

Yüke bağlı unsurlar: Eğer yük aşırı ağırsa, Eğer yük aşırı geniş ve büyükse; kaldırma ve taşıma kurallarına uymak mümkün olmayacaktır. Yükü vücuda mümkün



olduğunca yakın tutmak gerekir ki böylece kaslar çok çabuk yorulacaktır. Eğer yükü kavramak zorsa; bu durum kaldırılan nesnenin elden kaymasına ve kazaya sebep olmasına yol açabilir. Keskin kenarlı ya da içinde tehlikeli maddeler bulunan yükler çalışanlara zarar verebilir. Eğer sabit ve dengeli değilse; bu durum kasların dengesiz bir biçimde yüklenmesine ve dolayısıyla taşınan nesnenin ağırlık merkezinin çalışanın vücudunun ortasından uzakta olması nedeniyle bitkinliğe neden olur. Eğer yüke uzanmak zorsa; kollarla aşırı uzağa/yükseğe uzanmak ya da gövdeden eğilmek veya bükülmek daha fazla kas kuvveti gerektirir.

Çalışma ortamına bağlı unsurlar: Elle yük taşıma için yeterli boş alan olmaması biçimsiz pozisyonlarda çalışmaya ve yüklerin güvenli olmayan biçimlerde taşınmasına neden olabilir. Her yerde eşit olmayan, dengesiz ya da kaygan zemin kaza riskini artırabilir. Ortamın sıcak olması çalışanların yorgun hissetmesine neden olur ve terlemek de aletleri kavramayı güçleştirir bu nedenle daha fazla güç uygulanması gerekir, diğer taraftan soğuk bir ortamda ellerin uyuşmasına sebep olarak kavrayışı güçleştirebilir. Yetersiz aydınlatma kaza riskini artırabilir ya da çalışanların ne yaptıklarını görebilmek için biçimsiz pozisyonlarda çalışmasına sebep olabilir.

Bireye bağlı unsurlar: Deneyimsizlik; yeterince eğitim almamış olmak ve yapılan işe aşina olmamak. Yaş; sırtın alt bölgesinde hastalıkların gelişme riski yaşla ve çalışma süresinin uzunluğuyla birlikte artmaktadır. Boy, kilo ve kuvvet gibi fiziksel özellikler. Sırt problemleriyle ilgili önceki sağlık öyküsü

Elle taşımadan kaynaklanan risklerin ortadan kaldırılması ya da en azından azaltılmasıyla kazalar ve sağlık sorunları önlenebilir. Sırasıyla aşağıdaki önleyici tedbirler uygulanmalıdır.

- Ortadan kaldırma; taşıyıcı ya da forklift gibi elektrikli ya da mekanik bir taşıma aracı kullanarak elle taşıma işleminin ortadan kaldırılıp kaldırılmayacağını değerlendirilmesi,

- Teknik tedbirler; eğer elle taşıma işleminden kaçınmak mümkün değilse, vinç, asma yük arabası/el arabası ve vakumlu kaldırma araçları gibi destekleyici araçların kullanılması,
- İş rotasyonu ve yeterli uzunluktaki molalar gibi organizasyonel tedbirler sadece elle taşımaya ilişkin riskleri ortadan kaldırmanın ya da azaltmanın mümkün olmadığı durumlarda değerlendirilmelidir,
- Çalışanlara, elle taşıma işleminin riskleri ve sağlık üzerindeki olumsuz etkileriyle ilgili bilgi ve ekipmanların kullanımı ve doğru taşıma teknikleri konusunda eğitim verilmesi.

### 7.53.3. Ergonomik risk faktörü (Durum)

- Beldeki bükülme yükü kaldırmak için gereklidir.
- Madde, kaldırmanın başlangıcında işçinin gövdesinden uzakta olduğunda yükü kaldırmak için bükülme/erişme gereklidir.

### 7.53.4. Durumsal risk faktörü irdelenmesi

- Yük kaldırma için uzanma ve bükülme hareketleri tehlikelidir.
- İşçi için, kaldırılan objenin azami ağırlığını belirlemek için bu denkleme başvurulmalıdır.

NIOSH Kaldırma Denklemi: Bölüm 7.1.2’de anlatılmıştır.

$$SD = 40 * (15/H) * (1 - 0,004 * |V - 75|) * (0,7 + 7,5/D) * (1 - f / f_{maks})$$

### 7.53.5. Ergonomik çözüm (Mühendislik kontrolleri)

Yükü istif rafından kaldıran ve konveyöre taşıyan elektronik bir yük asansörü yerleştirildi.



Şekil 7.226. Yük asansörü [169]

### 7.53.6. Yorumlar

Daha fazla iyileştirme istif rafını daha yükseğe yerleştirerek ve konveyörün varış yerine daha yaklaştırarak yapılabilir.

## BÖLÜM 8 SONUÇLAR

Günümüz çalışan toplumlarında en büyük tehlikelerden biride meslek hastalıkları olarak karşımıza çıktığı görülmektedir. Hastalıklardan dolayı sakatlıklar, maluliyet, iş gücü kayıpları ve kronik şikâyetler toplumları tehdit etmektedir. Diğer taraftan üretim faaliyetlerinin devamlılığı ve üretim verimide rekabet halindeki şirketler için en önemli sorundur.

Bu çalışma ile insanoğlunun iki büyük sorunu birbirinden bağımsız olarak değil bir bütün olarak ele almakta ve sorunu tek elden çözülmeye çalışılmıştır. Bu amaçla işletmelerdeki insan-üretim etkileşimleri araştırılmış olup, bunlardan uygulanabilir olanlarından örnekler verilmiştir.

İnsan faktör mühendisliğinde ana nokta tüm işletmelerin ve işlerin insana ihtiyaç duymasıdır. İşlerin fiziki olarak insan eliyle yapılması yada makineler tarafından insan kontrolüyle yapılması bunun kanıtıdır. Hizmet veya üretim sektörlerinde parametre ve değişkenlerin belirlenmesi önemlidir. Elde edilen değerler çerçevesinde kabul görmüş standartlar ile mühendislik yaklaşımları kullanılması sonucu ergonomik tasarımlar oluşturulmuştur.

Sadece insanı düşünerek işletme tasarımı yapmak günümüz şartlarını tam karşılamayacaktır. Önemli nokta iş verimini ve devamlılığı sağlayacak insanın ideal çalışma ortamını tasarlamaktır.

İşletmelerin karlılıkları, devamlılıkları verimleriyle doğru orantılıdır. Verimi artırmada teknoloji geliştirme, kaliteli hammadde kullanma bir yöntem iken maliyetleri yüksektir. İnsana yapılacak yatırım ve iş düzenlemeleri diğer yöntemlere nazaran daha ekonomik ve hızlı geri dönüşümü olduğu görülmüştür.

Gelişmiş ülkelerde diğer önemli sıkıntı ise işletmelerin maruz kaldığı işçi tazminat davaları ve denetimler sonucu kesilen idari cezalardır. Günümüz Türkiye'si ise yeni yeni farkına varmış ve işletmelerde de ön çalışmalarını başlatmıştır. İşçi ve işverenler için meslek hastalıklarının yabancı bir konu olduğu 2000 SSK verilerinde çıkmıştır. SSK verilerine göre 2000 yılında 5.005.403 sigortalı sayısına karşılık meslek hastalık bildirimini 803 kişi ile % 0,016 gibi gerçek dışı bir rakamla karşılanmaktadır. Saptanamayan meslek hastalığı ve iş kazası 20.000-60.000 kişi olduğu tahmin edilmektedir. Avrupa birliği müzakereleri ile gelişen dünyanın şartları sonucunda işletmelerimizin en önemli sorunlarından biride iş sağlığı ve iş güvenliği olacaktır.

Örnek olaylarda görüldüğü üzere tartışılan her bir vaka karşısında işletmelerin hassas davrandığı ve çözüm yönünde hızlı hareket ettikleri görülmüştür. Yapılan basit iyileştirmeler sonucunda işletmelerin ve çalışanların fayda kazandıkları tespit edilmiştir.

İnsan faktör mühendisliğinin en önemli konusu doğru iş analizleri ve doğru çözümlerin yapılmasıdır. Ancak problemleri çözmek yeterli değildir. Süreçlerin devamlılığı ve kontrolünün sağlanması önemlidir. Bir diğer önemli noktada çalışanların katılımının sağlanması ile çalışanların görev ve sorumluluklarının takibine bağlıdır.

Yapılan iyileştirmelerin her zaman ölçülmesi mümkün olmamaktadır. Bazı iyileştirmeler moral, motivasyon, mutluluk ile çalışanlara yansiyabilirken kimide üretim zamanlarının kısılması, hurda sayılarının azalması, birim verim artışları gibi maddi karşılıklar yer almaktadır.

İnsan faktörü dünyada var olduğu sürece ergonomik yaklaşımlarda var olacaktır. Yapılacak her bir üretim ya insan eliyle yada insana hizmet edecektir.

## KAYNAKLAR

- [1] SU, B., Ergonomi, Atılım Üniversitesi Yayınları, 2001, 1-242
- [2] <http://www.drift2motorsport.com/images/Lower%20Control%20Arm.jpg>, 05.2010
- [3] BABALIK F., Mühendisler için Ergonomi İşbilim, Nobel Yayın, 1. Baskı 2005, 13-484
- [4] <http://fizik-tedavi.org/icerikresimleri/ergonomi/bell1y.jpg>, 05.2010
- [5] <http://dangerouslyirrelevant.org/images/various-small/ergonomics.png>, 05.2010
- [6] <http://www.pcforumlari.com/tekstil-bolumu/42817-konfeksiyonda-etudu-3-a.html>, 05.2010
- [7] <http://www.bgmakina.com/BigPictures/400-series-heav.jpg>, 05.2010
- [8] <http://www.neseeczanesi.com/resimcikler/karpaltunel.jpg>, 05.2010
- [9] [http://www.furnitureinfashion.net/product\\_info.php?products\\_id=2663&osCsid=91cb3e5c6f86da59e61e7d281dd1d9cb](http://www.furnitureinfashion.net/product_info.php?products_id=2663&osCsid=91cb3e5c6f86da59e61e7d281dd1d9cb), 05.2010
- [10] <http://www.iyimi.net/ofis-sagligi-hakkinda-bilgiler-t158990.html?s=5ffe412f288514d36ecddca69a85c778&amp;s=0a0a311ac271c949e85627cad3e9e360&amp;p=177849>, 05.2010
- [11] <http://1000awesomethings.files.wordpress.com/2010/02/sewing-machine-pedal.jpg>, 05.2010
- [12] <http://www.hkkunh.com/en/UploadFiles/200873123717757.jpg>, 05.2010
- [13] <http://accounts.dmwood.com/images/default/product/1/9025180.jpg>, 05.2010
- [14] [http://img2.blogcu.com/images/h/i/l/hilalraf/arac\\_raf\\_1.jpg](http://img2.blogcu.com/images/h/i/l/hilalraf/arac_raf_1.jpg), 05.2010
- [15] <http://www.malzemem.com/urun/-tasima-arabasi-nl102.aspx>, 05.2010
- [16] <http://tarihkodlama.net/images/mumluk-sise-002.jpg>, 05.2010

- [17] [http://www.ekolay.net/haber/images/pet-sise-2659\\_ic.jpg](http://www.ekolay.net/haber/images/pet-sise-2659_ic.jpg), 05.2010
- [18] <http://www.sentezmedikal.com/kitap/s89.jpg>, 05.2010
- [19] [http://www.kolici.com/site/page.asp?dsy\\_id=4264](http://www.kolici.com/site/page.asp?dsy_id=4264), 05.2010
- [20] <http://www.konmaksan.com/images/kolibantmakinası.jpg>, 05.2010
- [21] <http://www.agismak.com/RESİM/MAKAS.gif>, 05.2010
- [22] <http://www.kocamaz.com.tr/tr/images/urun-hava-uyg.jpg>, 05.2010
- [23] ARMSTRONG, T. J.; FINE, L. J.; JOSEPH, B.; and SILVERSTEIN, B., Analysis of Selected Jobs for Control of Cumulative Trauma Disorders in Automobile Plants. Ann Arbor, Michigan: The University of Michigan, 1984.
- [24] <http://www.magaza24.com/images/102423.jpg>, 05.2010
- [25] <http://www.amaltas.org/media/img/ergonomics-for-power-computer-users/ergonomics1.jpg>, 05.2010
- [26] <http://www.ozledim.net/temel3.html>, 05.2010
- [27] <http://www.itusozluk.com/gorseller/ergonomik+klavye/130353>, 05.2010
- [28] <http://www.bilgin.net/ERGONOMi.htm>, 05.2010
- [29] [http://www.emot.com.tr/Hasta\\_egitimi-tanitedavi\\_detay-1.html](http://www.emot.com.tr/Hasta_egitimi-tanitedavi_detay-1.html), 05.2010
- [30] <http://www.ergonomics-ohs.com.au/images/desk-diagram.jpg>, 05.2010
- [31] [http://www.loadtr.com/253094-el\\_arabası.htm](http://www.loadtr.com/253094-el_arabası.htm), 05.2010
- [32] CTD News, 3M Pilots Ergonomic Program to Reduce OSHA Recordables, 3M Cardiovascular System, AT & T Uses Cost - Conscious Program to Fight CTDs, Ergonomics that Work, Consumers Power Intervenes before CTDs Hit, Ergonomics that Work, 1995, 3-50.
- [33] <http://www.tekplatform.com/saglik/280918-ortopedik-tedavi-7.html>, 05.2010
- [34] <http://www.mezatforum.com/forum/down/organlar/omur.jpg>, 05.2010
- [35] [http://www.kdh.gov.tr/orta\\_haber\\_bel\\_fitigi\\_dosyalar/image001.jpg](http://www.kdh.gov.tr/orta_haber_bel_fitigi_dosyalar/image001.jpg), 05.2010
- [36] [http://img.blogcu.com/uploads/enmresim\\_firat1000.GIF](http://img.blogcu.com/uploads/enmresim_firat1000.GIF), 05.2010
- [37] <http://www.megaliftsistem.com/urunler.php?kno=61&ano=kx&s=1>, 05.2010

- [38] <http://www.rentip.com/resim/ofis1.gif>, 05.2010
- [39] <http://images.ccohs.ca/oshanswers/illust51e.gif>, 05.2010
- [40] <http://www.zamazing.org/imaj/yenibirnickistiyorum/aimblade.jpg>, 05.2010
- [41] [http://www.modacar.com.tr/ProductImages/85609/Botm841476\\_249.jpg](http://www.modacar.com.tr/ProductImages/85609/Botm841476_249.jpg), 05.2010
- [42] <http://www.forumgercek.com/showthread.php?t=51363>, 05.2010
- [43] <http://mainframesguru.com/templates/images/IBM-z10BC-Mainframe.jpg>, 05.2010
- [44] [www.maktesas.com/netlift.html](http://www.maktesas.com/netlift.html), 05.2010
- [45] <http://www.erdincpulverizator.com/erdinc/urunresim/TC3B3B4Sirt%20Kayisi%20Grubu%20%5B640x480%5D.JPG>, 05.2010
- [46] Thaler, J., The Sikorsky Success Story, Workplace Ergonomics, Mart/Nisan 1996
- [47] [http://www.ay-se.com/images/b/200907075651\\_hrkkkp.jpg](http://www.ay-se.com/images/b/200907075651_hrkkkp.jpg), 05.2010
- [48] <http://www.ortopedi-travmatoloji.com/docs/omuzanatomisi.jpg>, 05.2010
- [49] <http://www.sportsmed-forum.com/fr/shoulder5.jpg>, 05.2010
- [50] <http://www.turanuslu.net/icerikresimleri/elbilegianatom/dequfin.jpg>, 05.2010
- [51] <http://www.turanuslu.net/icerikresimleri/elbilegianatom/xdequer.gif>, 05.2010
- [52] FEHRENBACHER, D., and WICK, J. L., A Successful Back Injury Reduction Program, Advances in Industrial Ergonomics and Safety VII, 1995
- [53] Oregon Department of Insurance and Finance, Workers Compensation Division. Worksite Modification Digest. Salem, Oregon: Oregon Department of Insurance and Finance, 1991.
- [54] [http://www.hurriyet.com.tr/\\_np/6079/6436079.jpg](http://www.hurriyet.com.tr/_np/6079/6436079.jpg), 05.2010
- [55] <http://www.sgclub.com/sgchome/wp-content/uploads/2010/01/office-ergonomics-1.gif>, 05.2010
- [56] <http://www.bayanankara.com/wp-content/uploads/2010/12/egzersiz.jpg>, 05.2010



- [57] <http://www.contimeta.com/img/products/packing/Kogelbaan.png>, 05.2010
- [58] <http://www.ttb.org.tr/MSG/dergi/aralik24/endustri.pdf>, 05.2010
- [59] <http://www.saglikklinik.com/wp-content/uploads/2010/11/saglikklinik.com-siyatik-a%C4%9Fr%C4%B1-nedenleri-150x150.jpg>, 05.2010
- [60] [http://marinefabricatormag.com/repository/6/5927/large\\_0110\\_nps23.jpg](http://marinefabricatormag.com/repository/6/5927/large_0110_nps23.jpg), 05.2010
- [61] [http://izeltas.com.tr/urun\\_detay.aspx?ID=250](http://izeltas.com.tr/urun_detay.aspx?ID=250), 05.2010
- [62] [http://www.4er.com/Cam\\_Vantuzu.JPG](http://www.4er.com/Cam_Vantuzu.JPG), 05.2010
- [63] [http://www.warriorautoworks.com/Library/Images/working%20pictures/\\_Urethane%20application.JPG](http://www.warriorautoworks.com/Library/Images/working%20pictures/_Urethane%20application.JPG), 05.2010
- [64] [http://www.warriorautoworks.com/Library/Images/working%20pictures/\\_Windshield%20installation.JPG](http://www.warriorautoworks.com/Library/Images/working%20pictures/_Windshield%20installation.JPG), 05.2010
- [65] <http://www.globtech.de/images/kamera/USB-Endoskop-Kamera.jpg>, 05.2010
- [66] [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/90/Flexibles\\_Endoskop.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/90/Flexibles_Endoskop.jpg), 05.2010
- [67] <http://ailehekimmalzemeleri.com/img/p/37-80-home.jpg>, 05.2010
- [68] [http://bhpain.com/yahoo\\_site\\_admin/assets/images/bursa\\_tendon.138205047\\_std.jpg](http://bhpain.com/yahoo_site_admin/assets/images/bursa_tendon.138205047_std.jpg), 05.2010
- [69] <http://www.masatenisi.org/images/teimage.gif>, 05.2010
- [70] [http://www.hurriyet.com.tr/\\_np/6079/6436079.jpg](http://www.hurriyet.com.tr/_np/6079/6436079.jpg), 05.2010
- [71] <http://www.renartsaglik.com/images/image008.jpg>, 05.2010
- [72] [http://nightwingtech.com/images/cargoplane\\_1.jpg](http://nightwingtech.com/images/cargoplane_1.jpg), 05.2010
- [73] [http://www.e-sirket.com/images/yaz/ilanlar/36764\\_171763\\_bfJJZn.JPG](http://www.e-sirket.com/images/yaz/ilanlar/36764_171763_bfJJZn.JPG), 05.2010
- [74] [http://www.airtransport.cc/Gallery/CargoLoad\\_01.jpg](http://www.airtransport.cc/Gallery/CargoLoad_01.jpg), 05.2010
- [75] [http://www.giantlogistics.com/images/images/scaled/load\\_lux1.jpg](http://www.giantlogistics.com/images/images/scaled/load_lux1.jpg), 05.2010

- [76] [http://www.logwin-logistics.com/fileadmin/user\\_upload/Bilder/Downloadbilder/Presse/Air\\_Ocean/08\\_Logwin\\_AirCargo\\_Beladung\\_Seite\\_72dpi\\_rgb.jpg](http://www.logwin-logistics.com/fileadmin/user_upload/Bilder/Downloadbilder/Presse/Air_Ocean/08_Logwin_AirCargo_Beladung_Seite_72dpi_rgb.jpg), 05.2010
- [77] [http://www.gtaa.com/local/images/en/news/torontopearson\\_today/Cargo\\_LAN\\_DSC\\_9098\\_250x250rop.jpg](http://www.gtaa.com/local/images/en/news/torontopearson_today/Cargo_LAN_DSC_9098_250x250rop.jpg), 05.2010
- [78] [http://www.interface-av.com/gallery/page\\_1/020\\_bg.jpg](http://www.interface-av.com/gallery/page_1/020_bg.jpg), 05.2010
- [79] [http://www.119wg.af.mil/shared/media/photodb/web/090708-F-0681L-026\\_LowRes.jpg](http://www.119wg.af.mil/shared/media/photodb/web/090708-F-0681L-026_LowRes.jpg), 05.2010
- [80] <http://www.dimensionsguide.com/wp-content/uploads/2009/10/Airline-Seat-Pitch.JPG>, 05.2010
- [81] <http://320volt.com/wp-content/uploads/2008/10/kaynak-makinasi-panel.jpg>, 05.2010
- [82] [http://www.abcteks.com/urunler/buyuk/el\\_el\\_bilekligi/HB-5304-STD.jpg](http://www.abcteks.com/urunler/buyuk/el_el_bilekligi/HB-5304-STD.jpg), 05.2010
- [83] <http://img231.imageshack.us/i/spiraal9ji.jpg/sr=1>, 05.2010
- [84] <http://www.hafif.org/imag/ufopilotu/meniskus.jpg>, 05.2010
- [85] [http://www.melbourneosteop.com.au/wp-content/uploads/2010/11/lifting\\_example1.jpg](http://www.melbourneosteop.com.au/wp-content/uploads/2010/11/lifting_example1.jpg), 05.2010
- [86] [http://gurtanplastik.com.tr/urunler/315105974\\_CEM-4bUSdyKUL7DK2gtv80oCruSsh63tUjfqHpUPzSCNJmm3D.jpg](http://gurtanplastik.com.tr/urunler/315105974_CEM-4bUSdyKUL7DK2gtv80oCruSsh63tUjfqHpUPzSCNJmm3D.jpg), 05.2010
- [87] [http://www.istockphoto.com/file\\_thumbview\\_approve/5510062/2/istockphoto\\_5510062-office-exercise.jpg](http://www.istockphoto.com/file_thumbview_approve/5510062/2/istockphoto_5510062-office-exercise.jpg), 05.2010
- [88] [http://www.comfortchannel.com/images/OB\\_back\\_belt\\_all\\_H.jpg](http://www.comfortchannel.com/images/OB_back_belt_all_H.jpg), 05.2010
- [89] <http://www.ozgurbedenler.com/images/album/endustriyel-ana.JPG>, 05.2010
- [90] <http://www.kanat.com/urunler/kurek/araba.gif>, 05.2010
- [91] [http://img.nauticexpo.com/images\\_ne/photo-g/propulsion-diesel-and-gas-engine-for-ships-193774.jpg](http://img.nauticexpo.com/images_ne/photo-g/propulsion-diesel-and-gas-engine-for-ships-193774.jpg), 05.2010
- [92] [http://img.alibaba.com/photo/105169825/3\\_point\\_tractor\\_backhoe\\_loader.jpg](http://img.alibaba.com/photo/105169825/3_point_tractor_backhoe_loader.jpg), 05.2010
- [93] [http://images.psdealer.com/dealersite/images/hvequipment/VP1564698\\_1.jpg](http://images.psdealer.com/dealersite/images/hvequipment/VP1564698_1.jpg), 05.2010

- [94] <http://www.gunsanmakina.com/radyal%20matkap%20Z%203050.jpeg>, 05.2010
- [95] <http://www.sahibinden.com/ilan/is-makineleri-sanayi-sanayi-makineleri-endustriyel-makineler-sanayi-radyal-matkap-63-luk/detay>, 05.2010
- [96] <http://www.gunceliz.net/wp-content/uploads/2010/06/tendonit.jpg>, 05.2010
- [97] <http://www.hhproducts.ie/images/Back%20Support%20Belt.jpg>, 05.2010
- [98] <http://www.oceanmachinery.com/images/shot-blaster-010.jpg>, 05.2010
- [99] <http://sheng.com.tw/tungyi/image/creeper4.jpg>, 05.2010
- [100] <http://img529.imageshack.us/i/av205wl9ac1b8d491ba8b26im5.jpg/sr=1>, 05.2010
- [101] <http://www.lokman-hekim.net/hastaliklar/boyun%20fitiği.jpg>, 05.2010
- [102] <http://www.maconphysicaltherapy.com/images/NeckPain1.jpg>, 05.2010
- [103] [http://www.celikbilekmak.com.tr/dosyalar/urunler/1049\\_122.jpg](http://www.celikbilekmak.com.tr/dosyalar/urunler/1049_122.jpg), 05.2010
- [104] [http://www.akillifiyat.com/productimage/en\\_ucuz\\_Black&Decker\\_Elektrikli\\_El\\_Aletleri\\_HP188F3B\\_9856.jpg](http://www.akillifiyat.com/productimage/en_ucuz_Black&Decker_Elektrikli_El_Aletleri_HP188F3B_9856.jpg), 05.2010
- [105] [http://toolmonger.com/wp-content/uploads/2007/11/DM\\_HexTool.jpg](http://toolmonger.com/wp-content/uploads/2007/11/DM_HexTool.jpg), 05.2010
- [106] <http://www.akpinarvaril.com/images/tapaliplastik.jpg>, 05.2010
- [107] [http://img.blogcu.com/uploads/enmresim\\_firat1001.GIF](http://img.blogcu.com/uploads/enmresim_firat1001.GIF), 05.2010
- [108] <http://www.kayitdefterim.com/showthread.php?tid=856>, 05.2010
- [109] [http://www.trasd.org.tr/toplum/images/bel\\_agrisi\\_clip\\_image008.jpg](http://www.trasd.org.tr/toplum/images/bel_agrisi_clip_image008.jpg), 05.2010
- [110] <http://forkliftsecondhandparts.co.uk/images/warehouse%20forklift%2007%205.jpg>, 05.2010
- [111] [http://www.kontek.com.tr/images/zincirli/zincirli\\_main%20\\_foto.jpg](http://www.kontek.com.tr/images/zincirli/zincirli_main%20_foto.jpg), 05.2010
- [112] <http://www.teknikcad.com/images/resimler/G%C3%B6r%C3%BCnt%C3%BC0029.jpg>, 05.2010
- [113] [http://konveyor.net/rulolu\\_konveyor.htm](http://konveyor.net/rulolu_konveyor.htm), 05.2010
- [114] [http://www.kontek.com.tr/images/urunler/urun\\_b\\_04.jpg](http://www.kontek.com.tr/images/urunler/urun_b_04.jpg), 05.2010

- [115] <http://www.denizhaber.com.tr/images/news/12633.jpg>, 05.2010
- [116] <http://www.kaynakteknolojisi.com/images/img16370750.jpg>, 05.2010
- [117] [http://www.kocyigit.com.tr/kaynak%20makinesi%20urunleri\\_dosyalar/image006.gif](http://www.kocyigit.com.tr/kaynak%20makinesi%20urunleri_dosyalar/image006.gif), 05.2010
- [118] <http://www.unshodrunner.com/wp-content/uploads/2010/02/achilles-tendon.jpg>, 05.2010
- [119] <http://www.turanuslu.net/icerikresimleri/tetikparmak/tetpar11.JPG>, 05.2010
- [120] <http://www.makasliplatform.net/images/ivm20.jpg> 05.2010
- [121] <http://www.losethebackpain.com/images/generic-back-pain-exercises.gif>, 05.2010
- [122] <http://www.ozgurbedenler.com/images/icerik/stand-aid-sling-ana.jpg>, 05.2010
- [123] <http://www.firmalarrehberi.gen.tr/resimler/5f9bcf9474.jpg>, 05.2010
- [124] <http://www.bildirgec.org/yazi/ilginc-sedyeye>, 05.2010
- [125] [http://www.mutfakmalzemeleri.com/components/com\\_virtuemart/shop\\_image/product/KREMA\\_TABANCASI\\_\\_499d1959a2237.jpg](http://www.mutfakmalzemeleri.com/components/com_virtuemart/shop_image/product/KREMA_TABANCASI__499d1959a2237.jpg), 05.2010
- [126] <http://www.universalmedikal.com.tr/unimed/UserFiles/Image/servis2.jpg>, 05.2010
- [127] <http://bulasik.makinesi.biz/files/2010/01/bulasik-sepeti-tepsi-yikama-basketi.jpg>, 05.2010
- [128] <http://www.bodinoks.com/files/BULA%C5%9EIK%20YIKAMA%20BA SKETLER%C4%B0-20080812-143903.JPG>, 05.2010
- [129] [http://www.mutfakmerkezi.com/components/com\\_virtuemart/shop\\_image/product/Kapal\\_\\_Tepsi\\_Ta\\_4b793ec7f1592.jpg](http://www.mutfakmerkezi.com/components/com_virtuemart/shop_image/product/Kapal__Tepsi_Ta_4b793ec7f1592.jpg), 05.2010
- [130] <http://www.saglikpark.com/i/image/sirt-agrisi-20-01.jpg>, 05.2010
- [131] [http://img.diytrade.com/cdimg/379977/1785656/0/1135940442/electric\\_s pray\\_gun.jpg](http://img.diytrade.com/cdimg/379977/1785656/0/1135940442/electric_s pray_gun.jpg), 05.2010
- [132] [http://www.meskuniforms.com/i/Belts/tn\\_Belt\(Velcro\).JPG](http://www.meskuniforms.com/i/Belts/tn_Belt(Velcro).JPG), 05.2010
- [133] <http://www.fizik-tedavi.org/content/view/175/29>, 05.2010
- [134] [http://ergonomenon.com/wp-content/uploads/2007/04/bad\\_pc\\_posture.jpg](http://ergonomenon.com/wp-content/uploads/2007/04/bad_pc_posture.jpg), 05.2010

- [135] <http://www.zamazing.org/imaj/makaleci/foot-warmer.jpg>, 05.2010
- [136] [http://www.tpub.com/content/parachutes/TM-10-1670-271-23P/img/TM-10-1670-271-23P\\_207\\_1.jpg](http://www.tpub.com/content/parachutes/TM-10-1670-271-23P/img/TM-10-1670-271-23P_207_1.jpg), 05.2010
- [137] [http://www.tmr.d.org.tr/mr2008/MR/html/abs\\_files/0056\\_0056\\_resim1c.jpg](http://www.tmr.d.org.tr/mr2008/MR/html/abs_files/0056_0056_resim1c.jpg), 05.2010
- [138] <http://www.siberstok.com/UserFiles/ProductFiles/kuyumcu-makaslari/mid/bessey-kuyumcu-makasi-yayli-egik-kenarli-175-mm265234848.jpg>, 05.2010
- [139] <http://www.magaza24.com/images/111303.jpg>, 05.2010
- [140] [http://vinctamiri.com/blog/ImageResize/310\\_7Q4C6L7O6Z151844.jpg](http://vinctamiri.com/blog/ImageResize/310_7Q4C6L7O6Z151844.jpg), 05.2010
- [141] [http://www.drehearn1.y2webbuilder.com/i/Low%20Back/low\\_back\\_pain\\_3.JPG](http://www.drehearn1.y2webbuilder.com/i/Low%20Back/low_back_pain_3.JPG), 05.2010
- [142] <http://ibrahimazboy.com/files/omurga/images/sko2.PNG>, 05.2010
- [143] [http://www.ensarshop.com/ProductImages/117119/omerb635\\_967.jpg](http://www.ensarshop.com/ProductImages/117119/omerb635_967.jpg), 05.2010
- [144] <http://www.ugurotodizayn.com/Resimler/KoltukDoseme/OtoKoltukSungeri.jpg>, 05.2010
- [145] <http://www.724magaza.com/pimg/10181/240/9661.jpg>, 05.2010
- [146] <http://tetratemizlik.com/images/zemin.jpg>, 05.2010
- [147] <http://fizik-tedavi.org/icerikresimleri/ergonomi/ergboyun.gif>, 05.2010
- [148] <http://www.bilgisayarkurdu.com/wp-content/uploads/2010/10/masa-ve-sandalye.jpg>, 05.2010
- [149] <http://www.yalemforum.com/bilgisayar-kullananlar-icin-egzersizler-t36554.html>, 05.2010
- [150] <http://www.gerdem.com.tr/urunler/telsonic/images/presler/usp.jpg>, 05.2010
- [151] <http://www.turanuslu.net/icerikresimleri/subakromial/subakss1.jpg>, 05.2010
- [152] <http://www.lmii.com/carttwo/headerimage/CLAMPSPDeStaCo.jpg>, 05.2010
- [153] <http://fizik-tedavi.org/icerikresimleri/torasikcikis/toc4.jpg>, 05.2010

- [154] <http://www.chip.com.tr/images/content/20070903115715.jpg>, 05.2010
- [155] <http://tasarim.alternaturk.org/images/bilgisayar22-1.jpg>, 05.2010
- [156] <http://www.mezatforum.com/forum/down/organlar/omur.jpg>, 05.2010
- [157] <http://ehs.okstate.edu/Modules/ergo/CTD.htm>, 05.2010
- [158] [http://images.gittigidiyor.com/2960/ADORE-TECHNO-PLUS-BILGISAYAR-SANDALYESI-SIYAH\\_\\_29608794\\_0.jpg](http://images.gittigidiyor.com/2960/ADORE-TECHNO-PLUS-BILGISAYAR-SANDALYESI-SIYAH__29608794_0.jpg), 05.2010
- [159] [http://media.mercola.com/images/blog/2004.12.09.ergonomics\\_workstation.gif](http://media.mercola.com/images/blog/2004.12.09.ergonomics_workstation.gif), 05.2010
- [160] <http://catalog.nucleusinc.com/imagescooked/500W.jpg>, 05.2010
- [161] [http://www.xion-medical.com/serviceadmin/cms\\_img/385\\_Gtw2.jpg](http://www.xion-medical.com/serviceadmin/cms_img/385_Gtw2.jpg), 05.2010
- [162] [http://www.otoerdoganshop.com/pictures/small\\_32157b\(1\).gif](http://www.otoerdoganshop.com/pictures/small_32157b(1).gif), 05.2010
- [163] [http://www.eorthopod.com/sites/default/files/images/cumulative\\_trauma01.jpg](http://www.eorthopod.com/sites/default/files/images/cumulative_trauma01.jpg), 05.2010
- [164] <http://www.koclupres.com.tr/250tonhavakavrama1.jpg>, 05.2010
- [165] [http://www.tesbihci.com/images/img\\_index\\_2.jpg](http://www.tesbihci.com/images/img_index_2.jpg), 05.2010
- [166] <http://img229.imageshack.us/img229/922/fitik.gif>, 05.2010
- [167] [http://saglik.corlu.org/wp-content/themes/mimbo2.2/images/img\\_1091\\_aksis-ikinci-boyun-omuru.jpg](http://saglik.corlu.org/wp-content/themes/mimbo2.2/images/img_1091_aksis-ikinci-boyun-omuru.jpg), 05.2010
- [168] <http://www.omurgaomurilik.com/image/belfitigi4.jpg>, 05.2010
- [169] [http://www.elgesasansor.com/images/yuk\\_asansoru\\_1.jpg](http://www.elgesasansor.com/images/yuk_asansoru_1.jpg), 05.2010
- [170] [http://www.absyapi.com/images/urun\\_resim/makasli\\_pltf/46.jpg](http://www.absyapi.com/images/urun_resim/makasli_pltf/46.jpg), 05.2010
- [171] <http://www.railalbum.co.uk/railway-engineering/images-20090613-3/ylamullet-dc967513-6n13-cg-13jne2009-imp5274.jpg>, 05.2010
- [172] [http://img.tradeindia.com/tradeleads/1/org\\_2506617.jpg](http://img.tradeindia.com/tradeleads/1/org_2506617.jpg), 05.2010
- [173] [http://www.manufacturer.com/cimages/buyLeads/www.alibaba.com/0508/s/pipe\\_beveling\\_machine\\_and\\_pipe\\_welding\\_machine.jpg](http://www.manufacturer.com/cimages/buyLeads/www.alibaba.com/0508/s/pipe_beveling_machine_and_pipe_welding_machine.jpg), 05.2010
- [174] [http://img2.blogcu.com/images/h/i/l/hilalraf/ arac\\_raf\\_2.jpg](http://img2.blogcu.com/images/h/i/l/hilalraf/ arac_raf_2.jpg), 05.2010

- [175] [http://www.logensolutions.com/images/images\\_2008/CubeMaster%20Multiple%20Load%20Types%20Thumbnail.gif](http://www.logensolutions.com/images/images_2008/CubeMaster%20Multiple%20Load%20Types%20Thumbnail.gif), 05.2010
- [176] <http://www.missankalip.net/attachments/Image/parkuru/dalmab.jpg>, 05.2010
- [177] [http://images.gittigidiyor.com/3252/ARTOS-AGX-03-UZUN-NAMLULU-HAVA-TABANCASI\\_\\_32523949\\_0.jpg](http://images.gittigidiyor.com/3252/ARTOS-AGX-03-UZUN-NAMLULU-HAVA-TABANCASI__32523949_0.jpg), 05.2010
- [178] [http://www.kizilaslanlar.com/urun\\_grub/onder/dt.gif](http://www.kizilaslanlar.com/urun_grub/onder/dt.gif), 05.2010
- [179] <http://egdaz.com/images/otomasyon.gif>, 05.2010
- [180] [http://www.dask.org.tr/ILKYARDIM/hasta\\_tasima\\_battaniye\\_ile.jpg](http://www.dask.org.tr/ILKYARDIM/hasta_tasima_battaniye_ile.jpg), 05.2010
- [181] [http://www.fortexcom.ro/furnizori/index\\_files/image046.jpg](http://www.fortexcom.ro/furnizori/index_files/image046.jpg), 05.2010
- [182] [http://conxxion.com/Resources/ergonomics\\_keyboard.jpg](http://conxxion.com/Resources/ergonomics_keyboard.jpg), 05.2010
- [183] [http://www.eyuboglu.com/teknoloji/sss\\_clip\\_image004.jpg](http://www.eyuboglu.com/teknoloji/sss_clip_image004.jpg), 05.2010
- [184] <http://steambrothers.com/media/content/SteveWallCleaning300.jpg>, 05.2010
- [185] [http://media.hertzfurniture.com/i/600x400x1/NPS\\_202P.jpg](http://media.hertzfurniture.com/i/600x400x1/NPS_202P.jpg), 05.2010
- [186] <http://www.ergonomic-chairs.biz/wp-content/uploads/2010/07/ergonomic-chair-for-sale.jpg>, 05.2010
- [187] <http://www.sohoist.com/images/501-19-7B095-maple.jpg>, 05.2010
- [188] [http://www.umwequipment.com/images/img\\_ind\\_reachtrucks.jpg](http://www.umwequipment.com/images/img_ind_reachtrucks.jpg), 05.2010
- [189] [http://www.dir.ca.gov/dosh/dosh\\_publications/images/pg4img4.jpg](http://www.dir.ca.gov/dosh/dosh_publications/images/pg4img4.jpg), 05.2010
- [190] <http://www.triggerpointbook.com/infrasp1.gif>, 05.2010
- [191] <http://www.prlog.org/10114458-carpal-tunnel-syndrome-info.jpg>, 05.2010
- [192] <http://cache3.asset-cache.net/xc/50475305.jpg?v=1&c=IWSAsset&k=2&d=E41C9FE5C4AA0A14B5769D13BE66928D46010299488A6118A70FAA60B2A03099B01E70F2B3269972>, 05.2010
- [193] [http://gulfcoastmri.files.wordpress.com/2010/05/low\\_back\\_pain\\_management.jpg](http://gulfcoastmri.files.wordpress.com/2010/05/low_back_pain_management.jpg), 05.2010

- [194] CTD News, Food Retailer Rewrites User, Safety Manuals for Safer Workplace, Ergonomic that Works, Giving Health - Care Workers a Helping, Mechanical Hand, Ergonomics that Work, Problem - Solving by Committee at General Seating, Ergonomics that Work, 1995, 3-50
- [195] BRANDON, K., Ergonomics at UAW-Ford, Occupational Health & Safety, June 1992
- [196] CAINE, P., and CAINE, H., Ergonomics as a Workers Compensation Claims Management Tool, Advances in Industrial Ergonomics and Safety VII, 1995
- [197] CARNAHAN, T. R., Aircraft Interiors Installation Aids, Boeing Commercial Airplane Group, Advances in Industrial Ergonomics and Safety VII, 1995
- [198] COOK, O. J., and PINELLI, J. A., The Effects of a Comprehensive Ergonomic Injury-Prevention Program with an Emphasis on Employee Ownership, For Keyboard Users, Advances in Industrial Ergonomics and Safety VII, 1995
- [199] CTD News, Taking the Case - by - Case Approach in Toyland, Ergonomics that Work, The Ergonomics Troubleshooters at Miami Valley Hospital, Ergonomics That Work, Toyota's Evaluation, Ergonomics That Work, 1995, 3-50
- [200] CTD News, An Ergo Process That Runs Like a Deere, 08.1995, 3-50
- [201] CTD News, PPG Learned to Overcome Ergo Innocence, 08.1996, 3-50
- [202] CTD News, Holloman's Effort Defies Expectations Air Force Best Practices, Charleston Forge Welds Homemade Approach, 01.1996, 3-50
- [203] CTD News, Communication Drives Process at Siemens, Training a 'limbsaver' at Newport News, Travelers Takes Dose of Own Ergo Medicine, 01.1997, 3-50
- [204] ERKAN N., Ergonomi, MPM Yayınları, 2. Basım, 1995, 17-274
- [205] FEHRENBACHER, D., and WICK, J. L., A Successful Back Injury Reduction Program, Advances in Industrial Ergonomics and Safety VII, 1995
- [206] HILGEN, T. H., Ergonomic Solutions for the Same Biomechanical Injury, Advances in Industrial Ergonomics and Safety VII, 1995
- [207] <http://osha.europa.eu>, 05.2010
- [208] <http://www.bilgin.net/ERGONOMi>, 05.2010



- [209] <http://www.kobitek.com/makale.php?id=44>, 05.2010
- [210] <http://www.yasamdersleri.com>, 05.2010
- [211] KALDIRIMCI, N. KARAHAN, A., Ergonomik Çalışmalarda Örgütsel Davranış Bilgisinin Rolü ve Önemi I. Ulusal Ergonomi Kongresi, MPM Yayınları, Ankara, 1988
- [212] İş İstatistikleri Ofisi, Bülten No. 2308, 1988
- [213] JEGERLEHNER, J. L., John Deere Dubuque Works, Workers' Participation Helps Reduce Cumulative Trauma Disorder Injuries, Advances in Industrial Ergonomics and Safety VII, 1995
- [214] LONGMATE, A. R., Johnson & Johnson, Ergonomic Control Measures in the Health Care Industry, Occupational Ergonomics, 1996
- [215] LONGMATE, A.R., and HAYES, T. J., Making a Difference at Johnson & Johnson: Some Ergonomic Intervention Case Studies, Industrial Management, 32(2), Mart/Nisan 1990
- [216] [http://www.isguvenligi.net/index.php?option=com\\_content&task=view&id=35](http://www.isguvenligi.net/index.php?option=com_content&task=view&id=35), 05.2010
- [217] Oregon Department of Insurance and Finance, Workers Compensation Division. Worksite Modification Digest. Salem, Oregon: Oregon Department of Insurance and Finance, 1991.
- [218] [http://www.akciger.org/omuz\\_kapani.html](http://www.akciger.org/omuz_kapani.html), 05.2010
- [219] THALER, J., The Sikorsky Success Story, Workplace Ergonomics, Mart/Nisan 1996
- [220] WICK, J.L. , and JOHNSON, D., Implementing Ergonomic Changes With Limited Resources, Advances in Industrial Ergonomics and Safety VII, 1994
- [221] ZAK ,F. S., Reducing the Risks of Material Handling, Occupational Hazards, Ağustos 1996
- [222] ÇAKAR,T., İnsan Faktör Mühendisliği Ders Notları, Sakarya Üniversitesi, 12.2008

## ÖZGEÇMİŞ

Yusuf KARDAŞ, 02.08.1982'de Adapazarı'nda doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Adapazarı'nda tamamladı. 2000 yılında Sakarya Anadolu Lisesinden mezun oldu. 2000 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünü 2004 yılında bitirdi. 2005 Yılında ÇELVİT Yapı Malzemeleri'nde Üretim Planlama Şefi olarak iş yaşamına başladı, 2006 yılında EKSAN Mekanizma Sistemleri Ar-Ge Mühendisi, 2007 yılında GIDASA A.Ş.'de sırasıyla Lojistik Sorumlusu, Lojistik Uzmanı, Üretim Planlama ve Stok Kontrol Uzmanı, 2010 yılında ASEP Otomotiv'de Üretim Planlama Mühendisi olarak çalışmaya devam etmektedir.