

**İZMİR KÂTİP CELEBİ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ERGONOMİK RİSK ANALİZİ YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI  
VE BİR KALIP İMALAT FİRMASINDA UYGULANMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Cansu NEŞELİ**

**İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Kurtuluş ÖNGEL**

**İkinci Tez Danışmanı: Uzm. Dr. Utku ESER**

**ARALIK 2016**

**İZMİR KÂTİP CELEBİ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ERGONOMİK RİSK ANALİZİ YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI  
VE BİR KALIP İMALAT FİRMASINDA UYGULANMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Cansu NEŞELİ**  
**601114034**

**İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Kurtuluş ÖNGEL**

**İkinci Tez Danışmanı: Uzm. Dr. Utku ESER**

**ARALIK 2016**

İKÇÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 601114034 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Cansu NEŞELİ**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“ERGONOMİK RİSK ANALİZİ YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE BİR KALIP İMALAT FİRMASINDA UYGULANMASI”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :**      **Doç. Dr. Kurtuluş ÖNGEL** .....  
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi

**İkinci Danışman :**      **Uzm. Dr. Utku ESER** .....  
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :**              **Doç. Dr. Mehmet Ertuğrul SOLMAZ** .....  
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

**Doç. Dr. Mustafa TÖZÜN** .....  
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

**Yrd. Doç. Dr. Burak GÜLTEKİN** .....  
Ege Üniversitesi

**Teslim Tarihi: 9 ARALIK 2016**  
**Savunma Tarihi: 16 ARALIK 2016**

## ÖNSÖZ

*Bitirme tezimin hazırlanış süreci boyunca bana yol gösteren ve yardımcı olan tez danışmanım Doç. Dr. Kurtuluş ÖNGEL başta olmak üzere bölümümdeki tüm hocalarıma, desteklerini her zaman hissettiğim aileme ve uygulama yaptığım firmadaki tüm yönetici, mühendis, çalışanlara yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.*

Cansu NEŞELİ

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	iv
KISALTMALAR.....	vii
TABLO LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÖZET .....	xi
SUMMARY .....	xii
BÖLÜM BİR .....	1
GİRİŞ.....	1
1.1 Ergonomi Kavramı.....	1
1.2 Literatür Taraması.....	2
1.3 Ergonominin Tarihsel Gelişimi.....	5
1.3.1 Dünya'daki Gelişimi .....	5
1.3.2 Türkiye'deki Gelişimi .....	6
1.4 Ergonominin Önemi ve Amacı .....	7
1.5 Ergonominin Çeşitleri .....	8
1.5.1 Bilişsel ergonomi .....	8
1.5.2 Fiziksel ergonomi.....	8
1.5.3 Örgütsel Ergonomi .....	8
1.6 Ergonominin İSG'deki Yeri.....	9
1.7 İşyerinde Ergonomik Risk Faktörleri.....	9
1.7.1 İşyerinde Çevresel Faktörler .....	10
1.7.2 Fiziksel Faktörler .....	21
1.8 İnsan Hareket Sistemleri .....	22
1.8.1 Baş Hareketleri.....	22
1.8.2 Gövde ve Üst Taraf Hareketleri.....	22
1.8.3 Bacak ve Ayak Hareketleri .....	24
1.8.4 El Aletleri.....	27
1.8.5 Elle taşınmalı işler.....	27
1.9 İşle İlgili Kas İskelet Sistemi Hastalıklarından Korunma .....	31
1.9.1 MKİH'nin Özellikleri .....	31

1.10 Ergonomik Risk Analizi Yöntemleri .....	33
1.10.1 REBA (Rapid Entire Body Assessment) .....	33
1.10.2 RULA (Rapid Upper Limb Assessment) .....	39
BÖLÜM İKİ.....	45
UYGULAMA .....	45
2.1 REBA ve RULA Analizleri .....	45
2.1.1 Sıvama işleminde parça alma – yükleme işlemi .....	45
2.1.2 Sıvama işleminde parça sıvama .....	48
2.1.3 Delik açma işleminde parça alma .....	50
2.1.4 Delik açma işleminde parçaya delik açma .....	52
2.1.5 Sac şeridi delme işleminde parça delme .....	54
2.1.6 Delinmiş sacın bükülmesi işleminde parça bükme .....	56
2.1.7 Delinmiş sacın bükülmesi işleminde işlem butonuna basılması .....	58
2.1.8 Delinmiş sacın bükülmesi işleminde parça alma ve bırakma .....	60
2.1.9 Sac delme işleminde parça alma .....	62
2.1.10 Saca delik açma işleminde delik açma.....	64
2.1.11 Montaj kelepçesi işleminde parça delme .....	66
2.1.12 Şeride delik açma işleminde delik açma .....	68
2.1.13 Şeride delik açma işleminde parçanın konulması ve boş şeridin alınması .....	70
2.1.14 Şerit kesme işleminde kesilecek parçanın taşınması.....	72
2.1.15 Kenar kesme işleminde kesilecek parçanın taşınması .....	74
2.1.16 Taşıma işleminde işlenmiş parçanın taşınması .....	76
2.1.17 Yükleme işleminde işlenen parçanın kutuya yüklenmesi .....	78
BÖLÜM ÜÇ.....	81
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	81
KAYNAKÇA.....	84

## KISALTMALAR

<b>İKİSR:</b>	İşle İlgili Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları
<b>ILO:</b>	Uluslararası Çalışma Örgütü
<b>ISG:</b>	İş Sağlığı ve Güvenliği
<b>MKİH:</b>	Mesleki Kas İskelet Hastalıkları
<b>MPM:</b>	Çok Süreklilik Modülleri
<b>MSD:</b>	Üretim Sistem Tasarımı
<b>REBA:</b>	Rapid Entire Body Assessment
<b>RULA:</b>	Rapid Upper Limb Assessment

## TABLO LİSTESİ

<b>Tablo 1:</b> Gürültü desibel dereceleri ve insan üzerindeki etkileri.....	12
<b>Tablo 2:</b> İşin türüne göre aydınlatma miktarı.....	17
<b>Tablo 3:</b> REBA skorları ve risk düzeyleri.....	34
<b>Tablo 4:</b> RULA skorları ve risk düzeyleri.....	39
<b>Tablo 5:</b> Elde edilen risk skorları ve risk skorlarına karşılık gelen risk düzeyleri....	82
<b>Tablo 6:</b> Ki-kare testi sonucu.....	83



## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Başın boyun ekleminde hareketliliği.....	22
Şekil 2: Üst taraf eklemleri hareket boyutları.....	23
Şekil 3: Beden konumu ve uygulama koşullarında ağırlık dereceleri.....	24
Şekil 4: Bacak ve ayak hareketleri.....	25
Şekil 5: Uygun ve uygun olmayan oturma pozisyonları.....	25
Şekil 6: Çalışma esnasında el ve kolların uygun ve uygun olmayan pozisyonu.....	26
Şekil 7: Çalışma hattında uygun ve uygun olmayan çalışma pozisyonu.....	26
Şekil 8: Uygun ve uygun olmayan yük kaldırma pozisyonları.....	28
Şekil 9: Uygun ve uygun olmayan yük kaldırma pozisyonları.....	28
Şekil 10: Ağır yüklerin kaldırılması.....	29
Şekil 11: Ağır yüklerde taşıma yöntemleri.....	29
Şekil 12: Yükün yerden kaldırılması.....	30
Şekil 13: Uygun ve uygun olmayan taşıma pozisyonları.....	30
Şekil 14: REBA boyun duruşları.....	34
Şekil 15: REBA gövde duruşları.....	35
Şekil 16: REBA bacak duruşları.....	35
Şekil 17: REBA yük miktarları.....	36
Şekil 18: REBA üst kol duruşları.....	36
Şekil 19: REBA alt kol duruşları.....	37
Şekil 20: REBA bilek hareketleri.....	37
Şekil 21: REBA tutuş şekilleri.....	38
Şekil 22: REBA aktivite durumu.....	38
Şekil 23: RULA üst kol duruşları.....	40
Şekil 24: RULA alt kol duruşları.....	41
Şekil 25: RULA bilek hareketleri.....	42
Şekil 26: RULA bilek dönme hareketleri.....	42
Şekil 27: RULA boyun duruşları.....	43
Şekil 28: RULA gövde duruşları.....	43
Şekil 29: RULA bacak duruşları.....	44
Şekil 30: RULA kas kullanımını ve yük miktarı.....	44
Şekil 31: Sıvama işleminde parça alma-yükleme işlemi REBA skoru.....	45
Şekil 32: Sıvama işleminde parça alma-yükleme işlemi RULA skoru.....	47
Şekil 33: Sıvama işleminde parça sıvama REBA skoru.....	48
Şekil 34: Sıvama işleminde parça sıvama RULA skoru.....	49
Şekil 35: Delik açma işleminde parça alma REBA skoru.....	50
Şekil 36: Delik açma işleminde parça alma RULA skoru.....	51
Şekil 37: Delik açma işleminde parçaya delik açma REBA skoru.....	52
Şekil 38: Delik açma işleminde parçaya delik açma RULA skoru.....	53
Şekil 39: Sac şeridi işleminde parça delme REBA skoru.....	54
Şekil 40: Sac şeridi işleminde parça delme RULA skoru.....	55
Şekil 41: Delinmiş sacın bükülmesi işleminde parça bükme REBA skoru.....	56

<b>Şekil 42:</b> Delinmiş sacın bükülmesi işleminde parça bükme RULA skoru.....	57
<b>Şekil 43:</b> Delinmiş sacın bükülmesi işleminde işlem butonuna basılması REBA skoru.....	58
<b>Şekil 44:</b> Delinmiş sacın bükülmesi işleminde işlem butonuna basılması RULA skoru.....	59
<b>Şekil 45:</b> Delinmiş sacın bükülmesi işleminde parça alma ve bırakma REBA skoru	60
<b>Şekil 46:</b> Delinmiş sacın bükülmesi işleminde parça alma ve bırakma RULA skoru	61
<b>Şekil 47:</b> Sac delme işleminde parça alma REBA skoru.....	62
<b>Şekil 48:</b> Sac delme işleminde parça alma RULA skoru.....	63
<b>Şekil 49:</b> Saca delik açma işleminde delik açma REBA skoru.....	64
<b>Şekil 50:</b> Saca delik açma işleminde delik açma RULA skoru.....	65
<b>Şekil 51:</b> Montaj kelepçesi işleminde parça delme REBA skoru.....	66
<b>Şekil 52:</b> Montaj kelepçesi işleminde parça delme RULA skoru.....	67
<b>Şekil 53:</b> Şeride delik açma işleminde delik açma REBA skoru.....	68
<b>Şekil 54:</b> Şeride delik açma işleminde delik açma RULA skoru.....	69
<b>Şekil 55:</b> Şeride delik açma işleminde parçanın konulması ve boş şeridin alınması REBA skoru.....	70
<b>Şekil 56:</b> Şeride delik açma işleminde parçanın konulması ve boş şeridin alınması RULA skoru.....	71
<b>Şekil 57:</b> Şerit kesme işleminde kesilecek parçanın taşınması REBA skoru.....	72
<b>Şekil 58:</b> Şerit kesme işleminde kesilecek parçanın taşınması RULA skoru.....	73
<b>Şekil 59:</b> Kenar kesme işleminde kesilecek parçanın taşınması REBA skoru.....	74
<b>Şekil 60:</b> Kenar kesme işleminde kesilecek parçanın taşınması RULA skoru.....	75
<b>Şekil 61:</b> Taşıma işleminde işlenmiş parçanın taşınması REBA skoru.....	76
<b>Şekil 62:</b> Taşıma işleminde işlenmiş parçanın taşınması RULA skoru.....	77
<b>Şekil 63:</b> Yükleme işleminde işlenen parçanın kutuya yüklenmesi REBA skoru.....	78
<b>Şekil 64:</b> Yükleme işleminde işlenen parçanın kutuya yüklenmesi RULA skoru...	79

# ERGONOMİK RİSK ANALİZİ YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE BİR KALIP İMALAT FİRMASINDA UYGULANMASI

## ÖZET

Günümüzde ilerleyen teknolojilere rağmen insan gücüyle yürütülen işler bakımından çalışanlardaki kas iskelet sistemi rahatsızlıkları gittikçe artmaktadır. Bu da çalışanların işlerinde verimsiz olmasına yol açtığı için işletmelerin maddi kayıplar yaşamasını ve işlerini yetiştirememesini de beraberinde getirmektedir. Olası rahatsızlıkların ortaya çıkmadan önlemlerinin alınması için, işlerin ergonomik risk analizinin yapılması, insan üzerinde fiziksel zorlamaya neden olan faktörlerin belirlenmesi ve bu faktörlerin ortadan kaldırılması için gerekli düzeltici önlemlerin alınması gerekmektedir.

Bu çalışmada bir kalıp, elektrikli ev aletleri ve inşaat sanayi şirketi olan bir fabrikanın çalışanları üzerinde ergonomik risk analizi yapılmış ve en çok kas iskelet sistemi rahatsızlıkları yaşanan bölüm belirlenmiştir. Bu bölümde çalışanların yaptıkları iş tanımları belirlenerek çalışanların iş sırasında yaptıkları hareketlerin ergonomik açıdan risk skorları bulunmuştur. Ergonomik risk analizi yöntemlerinden “REBA” ve “RULA” kullanılarak skorlamalar yapılmıştır. Risk analizinden çıkan sonuçlar değerlendirilmiştir. Risk analizi skorlarına göre iyileştirme önerilerinde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Ergonomi, İş Sağlığı ve Güvenliği, Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları, Risk Analizi, REBA, RULA

# COMPARISON OF ERGONOMİC RİSK ANALYSIS METHODS AND IMPLEMENTATION A MOLD MANUFACTURING COMPANY

## SUMMARY

Today, despite advancing technology, musculoskeletal disorders in workers in terms of work carried out by human power is increasing. It brings financial losses to businesses and come short of jobs for jobs that lead to unproductive employees. For the measures taken to avoid potential inconvenience before make of ergonomic risk analysis jobs, determining the factors that cause physical force on human and necessary corrective measures should be taken for these factors to be abolish.

In this study, a mold, electrical appliances and construction industries ergonomic risk analysis on the company's employees and a factory that made the most part has been identified experienced musculoskeletal disorders. Ergonomically risk scores of movement of workers during their work by determining their employees job descriptions in this section are found. Ergonomic risk analysis methods of the "REBA" and "RULA" is made using the scorings. The results of the risk analysis are evaluated. Scores based on risk analysis was made suggestions for improvement.

**Key Words:** Ergonomic, Musculoskeletal Disorders, Occupational Health and Safety, Risk Analys, REBA, RULA

## BÖLÜM BİR

### GİRİŞ

#### 1.1 Ergonomi Kavramı

“Ergonomi kavramı, Yunanca da iş anlamına gelen “Ergon” ve prensip ya da kanun anlamına gelen “Nomos” kelimelerinin bir araya gelmesi ile oluşmuştur. Ergonomi; insanların makineler ile çeşitli iş-çevre koşullarına ilişkin bedensel ve ruhsal özelliklerini, eğilimlerini, yeteneklerini, sınırlılıklarını araştıran, elde ettiği veriler ile geliştirdiği ilkeleri makinelerin, makine sistemlerinin, iş ve çevre koşullarının tasarımına ve düzenlemesine uygulayan bir mühendislik dalıdır” (Yetiz, 2009: 99).

Ergonominin amacı; incinme riskini en az orana düşürerek insan postüründen en yüksek verimi alabilmektir. Çalışanın verimliliğini, feraha ulaşmasını arttırmak için kişi çalışma ortamı ve kendi alışkanlıkları ile yüzeysel ayarlama yapmayı öğrenmelidir.

Ergonomi uzmanları; beden ölçüsü, beden biçimi, kas, kuvvet, gürültü, ısı, titreşim, dayanıklılık, işitme, eklem, beceri, iletişim, davranış, duygu, görme, ışık gibi birçok farklı disiplinlerin yöntem ve datalarını kullanmaktadırlar.

Çalışanlar işlerini yaparken, farklı el araç ve gereçleri, robotlar, uzaktan sinyalli aletler, iş makineleri, mekanik araçlar gibi farklı programlanmış düzenekleri kullanırlar. Bunun sebebi ise çalışanların ruhsal ve fiziksel becerilerine arka çıkmaktır. Kişilerin kullandıkları araç, gereçler; kullananların duruşu, oturuşu, kalkışı, sağlık ve güvenlik temalarını göz önüne aldığı için bu tür araç ve gereçlerin en aktif halde hizmete sokulması gerekir.

Günümüzde, kişilerin sağlıklı, verimli bir biçimde işlerini yapabilmeleri için insan, makine, çevre üçlüsünü göz önüne alarak ihtiyaç duyulan organizasyonları yapmak önemiyet kazanmıştır. Bu çerçevede uygulanan işler, son zamanlarda ergonominin hızla ilerlemesine, gelişmesine yardımcı olmuştur. Ergonominin başladığı yer,

kişilerin yaşamının farklı zamanlarında kullandıkları araç, gereç ve çevrenin dizaynında farklı becerilerin, değerlerin göz önüne alınmasıdır.

Ergonomi, çok eski ve köklü alanlardaki araştırmalara (mühendislik, psikoloji vb.) dayanmaktadır. II. Dünya Savaşı zamanında bilgin kişilerin çok ileri yöntemler ortaya çıkarmaya başladıklarında gündeme gelmiştir. Bu yöntemlerin verimli bir şekilde kullanılıp ürünlerin güvenli halde üretimi için insan ve çevre etmenlerinin göz önüne alınması gerektiği yavaşça anlaşılmıştır. Ergonominin gelişmesini sağlayan ise insanların ihtiyaçlarının farkındalığı olmuştur.

## **1.2 Literatür Taraması**

IŞIL B. (1991), Ergonomi; araç, gereç ve makinaların insan tarafından maksimum konfor emniyet ve temkinlikle kullanılabilmesi için gerekli olan ve insanların bilimsel özelliklerine ait bilgilerin toplamıdır.

LIU Y., (2007), ‘Ergonomiye Giriş’de ergonominin ne demek olduğu, geçmişten günümüze kadar olan gelişimi üzerinde durulmuştur. Ergonomi etmeninin mekânlarda yeri ve önemi açıklanmıştır.

GÜLER Ç, (2003), Ergonominin tanımı başka bir bakış açısıyla açıklanmıştır. Çalışanların birbirleriyle, yaptıkları işlerle, çalıştıkları, oynadıkları, mekânlar arasında uyumun, uygunluğun bulunmasıdır. Bu uyum çalışanlar arasında sağlanırsa kişilerdeki stres ve psikolojik sorunları ortadan kalkar. Çalışanlar daha rahat, ferah bir şekilde işlerini kolayca ve verim alarak yaparlar, hata sayıları minimum olur. Ergonomide fiziksel, psikolojik ve her açıdan uyumluluk önemlidir. Bu sebeple ergonomiye “insan faktörleri” de denilmektedir.

PROCTOR, R. W. & VAN ZANDT, T. (1994), Ergonomi tanımı, ergonominin insanlarla ve sistemin diğer faktörleri ile arasındaki ilişki üzerinde durulmuştur. Ergonomi alanında uzman kişiler, bu kişilerin iş, görev ve yetkilerinden bahsedilmiştir.

REMPEL, D. (2000), ergonomiyi farklı bir meslek olarak tanımlamıştır. Ergonomi, insan ve modelin diğer faktör uyumlarıyla alakalı kişinin iyilik durumlarını, genel model başarısını en elverişli seviyede ilerletecek şekilde ilke, kuram ve metotları uygulayan meslektir.

JASCHINSKI-KRUZA W., (1990), ‘Ergonominin Çalışma Mekânları Üzerindeki Önemi’ çalışmasında insan için mekânlarda ergonominin önemi incelenmiştir. Çalışma yerleri insan etkenine göre ve insanın ihtiyaçlarına göre farklılık gösterdiği ve bu ihtiyaçların giderilebilmesinde ergonominin kavramının önemli olması üzerinde durulmuştur.

KOLTAN A. (2005) , ‘Mesleki Kas İskelet Sistemi Hastalıklarını Önlemede Bir Ergonomik Yaklaşım Modeli’ çalışmasında iş yerinde oluşabilecek mesleki kas ve iskelet sistemi hastalıkları incelenmiştir. Araştırma ve değerlendirmeler sonucunda tekrarlayıcı işleri değerlendirmek için NIOSH Revize Kaldırma Denklemi (RKD) yöntemi kullanılmıştır. NIOSH kaldırma eşiği kaldırılan yük miktarının, önerilen kaldırma limitine bölünmesi ile elde edilir.

KESİKTAŞ N., ÖZCAN E., ALPTEKİN K., ÖZCAN E. (2005) ‘İşe Bağlı Kas İskelet Hastalıklarında Risk Değerlendirme’ çalışmasında işe bağlı oluşabilecek kas iskelet hastalıkları incelenmiş ve bunların gelişmesindeki fiziksel etkenler, psikososyal stresörler ve bireysel etkenlerin rolü kanıtlanmıştır. Kas iskelet hastalıkları, risklere maruziyeti ve maruziyette değişimi değerlendiren çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Bu çalışmada Hızlı Maruziyet Değerlendirme (HMD) yöntemi kullanılmıştır.

AYANOĞLU C.,(2004) ‘İşyerinde Ergonomi ve Stres’ çalışmasında iş yerlerinde çalışanlardan beklenen işler ile çalışanların ana özellikleri arasında bir uygunluk olması gerektiği ortaya konulmuş ve iş yerinde ergonomik rahatsızlıklara karşı “program yönetimi” önerilmiştir.

ANKRUM, D.R. AND NEMETH, K.J., (1995), ‘Dizayn İçinde Ergonomi’ çalışmasında mekân dizaynı, mekânda kişilere uygun çalışma platformlarının oluşturulması, refah seviyesinin yükseltilmesi konularında incelemeler yapılmıştır. Bu çalışmada, özel çalışma mekânlarından ziyade genel çalışma mekânları üzerinde daha fazla durulmuştur.

CHARLOTTE, E.N., (1994), ‘Çalışma Mekanında Ergonomi’ çalışmasında ergonomik açıdan insan, çalışma mekânı ve araç-gereçler incelenmiş olup ortaya çıkan sorunlar saptanmıştır. Çalışma ortamlarında insan rahatlığı, ferahlığı, sağlığı, güvenliği için gerekli olan ergonomik koşulların üzerinde durulmuştur.

ESEN, H., & FIĞLALI, N. (2013), “Çalışma Duruşu Analiz Yöntemleri ve Çalışma Duruşunun Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıklarına Etkisi” çalışmasında kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının meydana gelmesine sebep olan risk etkenleri, rahatsızlıkların çeşitleri ve bulguları açıklanmış, bu rahatsızlıkları ortadan kaldırmak için yapılabilecek temel ilkeler sunulmuş ve risk etkenlerinin belirlenmesinde kullanılacak bilimsel metotlar tanıtılmıştır.

KOCABAŞ, M. (2009), “Ağır ve Tehlikeli İşlerde Çalışan İş Görenlerde Zorlanmaya Neden Olan Çalışma Duruşlarının Analizi” çalışması ağır ve tehlikeli işler olarak adlandırılan “metal eşya imalatı”, “metalürji sanayi”, “yapı işleri”, “taş işleri”nde yürütülmüştür ve iş yapanların çalışma anındaki duruşları OWAS ve REBA yöntemleriyle incelenmiştir.

SAĞIROĞLU, H., COŞKUN, M. B., & ERGİNEL, N. (2015), “REBA ile bir üretim hattındaki iş istasyonlarının ergonomik risk analizi” çalışmasında kompresör üretimi yapan bir fabrikanın üretim hattındaki iş istasyonlarında ergonomik yönden risk analizi yapılmış ve REBA (Rapid Entire Body Assessment) yöntemiyle değerlendirilmiştir. Gerekli iyileştirme önerileri üst yönetime sunulmuştur.

ATICI, H., GÖNEN, D., & ALİ, O. R. A. L. (2015), “Çalışanlarda zorlanmaya neden olan duruşların REBA yöntemi ile ergonomik analizi” çalışmasında bir otomotiv sektöründe kablo üretimi yapan bir işyerinde uyumlu olmayan çalışma duruşlarının iyileştirilmesi amacıyla REBA analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan analiz sonucunda çalışanlarda ortaya çıkan zorlanmalar belirlenmiş ve bu zorlanmaları minimum seviyeye indirecek iyileştirmeler sunulmuştur.

KESİKTAŞ, N. & ÖZCAN, E. (2015), “Mesleki kas iskelet risklerinin değerlendirilmesinde güncel teknikler ve quick exposure check (QEC)” çalışması mesleki kas iskelet sistemi hastalıklarında riske maruziyeti değerlendirmede kullanılan gözlemsel teknikleri gözden geçirmeyi amaçlamıştır. Ayrıca hızlı maruziyet değerlendirme ölçeği hakkında bilgi vermektedir.



### **1.3 Ergonominin Tarihsel Gelişimi**

Ergonomi tarihine göz attığımızda bu tarihin geçmişe dayandığını gözlemleriz ama ergonomi kavramının tam anlamıyla kendini tamamlaması, yapısını geliştirmesi II. Dünya Savaşı ve ondan sonraki sürece dayanmaktadır. Dolayısıyla ergonominin sıçraması için II. Dünya Savaşı'nı baz alabiliriz.

#### **1.3.1 Dünya'daki Gelişimi**

Ergonomi alanının başlangıç kişisi olarak Frederick Winston Taylor'u söyleyebiliriz. Asıl mesleği makine mühendisi olan Taylor'un ilk çalışması insan performansını artırmakla ilgilidir. Taylor'un çalışmasına göre insan, yetenek ve iş koşulları arasında bilimsel bir ilişki vardır. Bunun istenilen işin, iş verimine ulaşmanın daha kaliteli ve iyi olacağını düşünmektedir. Ancak Taylor sadece ekonomik yönden kıstas aldığı için birçok kişi tarafından eleştirilmiştir.

Araştırmalar 20. yüzyılın başlarında görülmesine rağmen somut ve elle tutulur araştırmalar için II. Dünya Savaşı sürerken 1940 yıllarını gösterebiliriz. Askeri silah sisteminde geliştirmek için başlayan araştırmalar için Amerika, İngiltere, Almanya da yapılan çalışmalar ergonomi alanını doğurduğunu söyleyebiliriz. Savaşlar sürdüğü için ve görüş açıları önemli bir faktör olduğu için bu üç ülke daha iyi neler yapabiliriz ve geliştiririz sorusuyla ilgilenmiştir. Amerika'daki mühendislik psikologları uçak kazalarının neden kaynaklı bir sorundan ortaya çıktığını uzun yıllar araştırmışlar ve bu konu üzerine yoğunlaşmışlardır. Bu kazaların nedenleri pilot hataları olarak görülürken elde edilen bulgulardan yola çıkarak asıl sorunun mühendislik sorunu olduğu ortaya çıkmıştır. Bu duruma tasarım yanlışlarının ve biraz açarsak eğer kontrol araçları ve çalışma alanı düzenlemelerinin insanın beceri ve karakteristik özellikleri en önemlisi sınırlamaları ile uygun olmaması olayı yol açmıştır. Bu sorunlardan dolayı pilotların hata yapması kaçınılmaz oluyordu. Bu sorunlar gün ışığına çıkınca Amerika'daki araştırmacılar asıl problemin insan faktöründen insan-makine ara kesiti tasarımıyla ilgili sorunların çözülmesine çevirdi bunun sonucunda insan faktörlerinin tanımlanabilir ve daha berrak olması konusunda araştırmaları ve uygulaması geliştirildi.

Başlangıçta insan algılama esas ilgi noktası reaksiyon ve öğrenme üzerine olan konuyla alakalıydı fakat insan-makine geliştirme teknolojisi olarak da bilinen esas laboratuvar çalışmalarını başlattı. II. Dünya Savaşı devam ederken Avrupa ve

Japonya fabrikalarını değiştirip tekrar yapılanma ve yeniden inşa etme sonucuyla karşılaştı. Bu olaylar sonucunda ergonomiye bir ilgi oluştu ve bu bilgi iş yeri dizaynına uygulanmaya da başladı. Kısa zaman sonra asıl ilgi noktası ergonomi teknolojisini ilerletebilmek için sistematik gözlem çalışmalarına, biyo-mekaniğe, ve insan fizyolojisiyle alakalı olarak belirlemeye başladı. Zaman geçtikçe Amerika ve Avrupa birlikte yürümeye başladı ve ilerledi. şuan ki zaman diliminde ise insan etkenlerini ve ergonomiyi uygulayıp ve ilerletme amacı için tercih edilen sistemler ve çalışma yerleri birbirine benzerdir. Ayrıca ergonomi ile insan etmenleri disiplin konusunda aynı olarak tanımlanmaktadır.

### **1.3.2 Türkiye’deki Gelişimi**

Ülkemizde ergonomi kavramı yeni gündeme gelmiştir. Ergonomi bilimi, başka sebeplerden ve nedenlerden ortaya ıkırsa da, başlangıçta Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi’nde “Ziraatta Canlı Kuvvet Kaynakları” masasının kurulmasıyla başladığını görebiliriz. 1969 yılına kadar bu masada çoğunlukla mekanik güç kaynakları konusu üzerine çalışılmış ve Kadayıfcılar’ın ilk yaptığı bu tür alışmalar Dinçer’in “İnsan emeği ve Ziraattaki Prodükтивitesi”, “alışma şekli ve Kas Yorgunluğu” eserleri ile insan etmeninde uğraş haline gelmiştir.

Ergonomi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi 1971 yılında Endüstri Mühendisliği departmanında insan faktörü mühendisliği isminde eğitim müfredatına alınmıştır. İki yıl dersler Dr. Korinek ile verilmiştir. 1975 yılında laboratuvarlar kurulmuş ve yurt dışından gelen cihazlar yerleştirilmiştir. şuan hala motivasyonu sürmeye devam etmektedir. 1980’lerde Dokuz Eylül Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü birçok sayıda yurtdışından getirilen modern laboratuvar aletleriyle işleyen “ergonomi” derslerini eğitim müfredatına koymakla yetinmemiş, 1984 ve 1986 senelerinde İzmir Batı Alman Kültür Ataşeliği ile karşılıklı yardım yaparak 1. ve 2. Türk-Alman Ergonomi Sempozyumlarını organize etmiştir.

Türkiye’de ergonomi kavramının iş hayatına tanıtımında öncülük eden Milli Prodükтивite Merkezi’nin (MPM) gözle görülür katkılar sağlamıştır. Kurum tarafından düzenlemeler yapılan “ergonomi”, “İşyerlerinde Fiziksel Ortamın İyileştirilmesi”, “Endüstri Mühendisliğinin İşletmelere Katkısı” ve benzeri seminerlerde ergonomi düşüncesinin altı çizilmiş ve ayrıca MPM uzman kişilerinin bu konuyla ilgili ele aldığı kitaplar, referans olarak yok denilecek kadar az olan

ergonomi literatürüne kuruculuk etmiştir. 1987 yılıyla beraber Milli Prodüktivite Merkezi iki yılda bir ergonomi kongresinin bir araya gelmesine yardımcı olmuştur. Beşinci kongre 1995 yılında, altıncısı 1998 yılında toplanması sonucunda yedi ergonomi kongresi yapılmıştır. İş hayatı ile akademik kuruluşlarında bulunduğu uygulayıcı ve araştırmacılar birçok sayıda tebliğ yayınlamışlardır. MPM'nin bu çalışmaları olduğu hâlde ergonominin Türkiye'de tam anlamıyla yer aldığı ve çalışmalarının olduğunu söyleyemeyiz. Yapılan uğraşlar üniversitelerde akademik seviyede olmakla beraber asıl kamu alanında ergonomiden gerektiği kadar faydalanılmamaktadır. Aslında bizden başka ülkeler ergonomiye II. Dünya Savaşından itibaren çok fazla değer vermişlerdir. Bu alanda büyük adımlar atıp önemli bir yol kat etmişlerdir.

#### **1.4 Ergonominin Önemi ve Amacı**

Çalışan insanlar işyeri platformu ile karşılıklı etki halindedir. İş kazalarına ve meslek hastalıklarına karşı, çalışan kişilerin korunması sorununu endüstrinin hızla gelişmesi meydana getirmiştir. Bu da ergonomi bilimini ortaya çıkarmıştır. Çalışan günün çoğunluğunu işyerlerinde geçirmektedir. Bu durum göz önüne alındığı zaman, sağlıklarını kötü etkileyen etmenlerin yok edilmesi gerektiği belirgin hâle gelmektedir. Bu belirginleşme işyerlerinin ergonomik olarak dizayn edilmesini sağlamış ve ergonomi kavramının önemini artırmıştır.

Ergonominin amacı; makine ve çevre şartlarını insanın natürel özelliklerine göre belirlemek, gereken tedbirleri almak, çalışanların çevreyle, makineyle ve araç gereçlerle verimini yükseltmektir.

S. Pascaud'ya göre ergonominin amacı; çalışan ile çevre (mesleğin icra edildiği mekân) arasındaki ilişkilerin incelenmesidir. Aynı zamanda yapılan işin çalışana uyarlanmasıdır. Özetle çalışanın işini kolayca yapabilmesini sağlayabilmektir.

Ergonomi biliminin amaçları:

- ✓ Üretim verimliliğini maksimum seviyeye çıkarmak,
- ✓ Gereksiz zorlanmalardan kaçınmayı sağlamak,
- ✓ Çalışanın fiziksel ve mental sağlığını korumak,
- ✓ Çalışanların kullandığı araç gereçlerin kullanımlarının artırılmasını sağlamak,

- ✓ Günlük yaşamda karşımıza çıkan insan kullanımına açık olan her şeyi çalışana uygun dizayn etmek,
- ✓ İnsan performansını artırmak,
- ✓ İnsan güvenliğini sağlamak,
- ✓ İnsan sağlığını korumak,
- ✓ İnsan mutluluğunu sağlamak amaçlarıdır.

## **1.5 Ergonominin Çeşitleri**

### **1.5.1 Bilişsel ergonomi**

Bilişsel ergonomi, “insanlar ve sistemin diğer öğeleriyle etkileşimleri açısından algılama, bellek, mantık yürütme ve motor cevap gibi mental süreçlerle ilgilenmektedir. Başlıca konuları arasında mental iş yükü, karar verme, becerili performans, insan bilgisayar etkileşimi, insan güvenilirliği, iş sistemi, bunları insan sistem tasarımıyla ilişkili becerileri kazandırma gibi konuları kapsamaktadır” (Wickens, C. D 1992).

### **1.5.2 Fiziksel ergonomi**

Fiziksel etkinlikleriyle alakalı olarak insanların anatomik, “antropometrik” (İnsan Vücudunun Boyutlarıyla İlgilenen Bilim Dalı), fizyolojik ve biyomekanik karakteristikleriyle ilgilenmektedir

Bu sebeple çalışma esnasındaki duruş özellikleri, işlenecek yöntemle alakalı işlemler, tekrarlanan hareketler, işle ilgili kas iskelet sistemleri, güvenlik ve sağlık fiziksel ergonominin esas konularını oluşturmaktadır (Wickens, C. D 1992).

### **1.5.3 Örgütsel Ergonomi**

Örgütsel yapıları, prosesleri ve politikası da dâhil olmak üzere sosyoteknik yöntemlerin en iyi konuma getirilmesiyle ilgilenir. Örgütsel ergonomi konuları; iletişim, iş dizaynı, katılımcı dizayn, ekip-kaynak yönetimi, iş birliği çalışması, ekip hâlinde çalışma, toplum ergonomisi, yeni iş paradigmaları, örgütsel kültürü, sanal örgütler ve kalite yönetimidir.

Örgütsel ergonomi; çalışanları ve yaptıkları işi en güzel tesiri ortaya çıkaracak şekilde örgütlemek ister. Mesela yoğun tatil zamanlarında vardiya işlerinde

fonksiyonu, elde edilecek olan verimi azaltmayacak şekilde hazırlamak örgütsel ergonominin görevleri arasındadır.

## **1.6 Ergonominin İSG'deki Yeri**

Dünya da ve ülkemiz de ergonominin yeri ve önemi gün geçtikçe artmaktadır. Buna rağmen ergonomi kavramının işyerlerindeki ve İSG'deki yeri tam anlamıyla netleşmemiştir. Günümüzde çoğu ülke ergonomiyi iş ile ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıkları (İKİSR) meydana gelmesinde zarar görme olasılığını minimum seviyeye çekmek olarak görürken çoğu işletme de iş kazası ve meslek hastalıklarının ortaya çıkmaması için zarar görme olasılığını minimum düzeye indirmesine veya yok edilmesine odaklanan İSG kavramının bir bölümü olarak bilinmektedir.

Ergonomi, işletmelerin İSG politikalarının bir parçası olmalı ve çalışma şartlarının ilerlemesi için bu politikaların işletme stratejileriyle de entegrasyonu gerekmektedir.

## **1.7 İşyerinde Ergonomik Risk Faktörleri**

Kas ve iskelet sistemi hastalıklarıyla alakası olan ve hastalık sürecini artıran işten kaynaklı etkenler ergonomik risk faktörleri olarak adlandırılmaktadır. Bu faktörler dolaylı ya da doğrudan rahatsızlıkların oluşmasına sebep olmaktadır ve rahatsızlıkların fizyolojik süreci ile ilişkilidir.

Ergonomik risk faktörleri üç esas başlık altında toplanabilir:

1. Psikolojik Faktörler;
  - ✓ Zihinsel Yüklenme
  - ✓ Psikososyal
  - ✓ Organizasyonel
2. Çevresel Faktörler;
  - ✓ Sıcaklık ve nem
  - ✓ Gürültü
  - ✓ Titreşim
  - ✓ Havalandırma ve Tozlar
  - ✓ Aydınlatma
  - ✓ Kimyasallar

3. Fiziksel Faktörler;
  - ✓ Statik duruş
  - ✓ Uygunsuz duruşlar
  - ✓ Tekrarlama
  - ✓ Aşırı güç
  - ✓ Sıkışma (İŞ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ DERGİSİ [İSSGD],2007)

### 1.7.1 İşyerinde Çevresel Faktörler

Çevresel faktörler iş kazalarının ortaya çıkmasında oldukça etkilidir. Bu faktörler; ısı, nem, aydınlatma, gürültü, titreşim ve tozlar olarak sınıflandırılabilir. Ayrıca bu faktörlerin iş kazalarının meydana gelmesindeki etkilerine yönelik gözlemler yapılmıştır. Bu gözlemler sonucunda; iyi olmayan çalışma şartlarının kazaları doğrudan etkilediği, çalışanların psikolojik hallerini ise dolaylı yoldan etkilediği saptanmıştır.

Aşağıda bu çevresel faktörlerle iş kazaları arasındaki bağlantı öne sürülmüştür.

#### a. Gürültü

İnsanlar, günlük normal hayatlarında ve çalışma hayatlarında çok değişik seslere maruz kalmaktadırlar. Bu seslerin şiddet seviyeleri farklılık göstermektedir. Bazı sesler kişiye rahatsızlık ve zarar veremeyecek kadar minimum seviyede iken bazı sesler insan sağlığını tehdit edecek kadar maksimum düzeydedir.

İnsanlar da olumsuz etki uyandıran, müziksel değeri olmayan, insanların hoşuna gitmeyen seslere gürültü denmektedir.

Gürültü, kişilerin çalışma verimliliğini düşüren, çevrenin sessizliğini ve durgunluğunu bozma niteliği taşımakta olan, işitme sağlığına negatif yönde etki eden, fiziksel ve mental dengeleri bozan, istenmeyen itici seslerden oluşan mühim bir çevre kirliliği olarak da tanımlanabilmektedir.

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO), "Gürültü ve Titreşim" hakkındaki sözleşmesinde gürültüyü, " işitme kaybına yol açan, sağlığa zararı olan veya başka tehlikeleri ortaya çıkaran bütün sesler" olarak tanımlamıştır.

Gürültünün kaynakları; gürültüyle karşılaşan çalışanların aynı çevre içerisindeki yerlerine ve gürültünün yayılma şekillerine bağlı olarak yapı içi ve yapı dışı çevre gürültüleri olmak üzere iki başlıkta açıklanabilir. Yapı içinde bulunan her çeşit

elektronik, mekanik sistemler ve hayati faaliyetlerden oluşan tüm gürültüleri "yapı içi gürültüler", gerek yapı içindeki hacimleri gerekse yapı dışındaki açık alanları kullanarak çalışanları etkileyen ve yapı dışında yer alan kaynaklardan etrafa yayılan gürültüleri ise "yapı dışı çevre gürültüleri" olarak tanımlanabilir. Yapı dışı çevre gürültüleri kısaca; karayolu-havayolu-denizyolu gürültüleri, endüstri makinesi gürültüleri, işyeri ortamı gürültüleri, şantiye gürültüleri, bina inşaatı, saha gürültüleri, çocuk bahçeleri-park-spor yeri gürültüleri, sokak satıcısı gürültüleri, eğlence mekânı gürültüleri, pazar yeri gürültüleri gibi gösterilebilir.

İnsan sağlığı üzerinde gürültünün farklı etkileri (fizyolojik, psikolojik, performans) olmaktadır:

Fizyolojik etkileri, vücut hareketindeki değişimler, kan basıncında değişim, solunumda kalp atışlarında artış, ani refleks vermeler ve dolaşım bozukluklarıdır.

Psikolojik etkileri, davranış anormallikleri, öfke artışı, sıkılma, hayatından rahatsızlık duyma ve benzeridir.

Performans etkileri, yaptığı iş veriminin düşüşü, konsantrasyon bozuklukları, yapılan hareketlerin engellenmesi şeklindedir.

Gürültünün ortaya çıkardığı bu tarz olumsuz etkilere bağlı, gürültü seviyeleri Tablo 1'deki gibi derecelendirilmektedir.

**Tablo 1:** Gürültü desibel dereceleri ve insan üzerindeki etkileri

Derecesi	Şiddeti (desibel)	İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkisi
1. Derece	30 dB – 65 dB	Konfor eksikliği, rahatsızlık, öfke, kızgınlık, uyku bozukluğu, dikkatsizlik
2. Derece	65 - 90 dB	Fizyolojik reaksiyonlar, kan basıncı artışı, kalp atışında artış, solunumda artış, ani refleksler
3. Derece	90-120 dB	Fizyolojik reaksiyonların artması, baş ağrıları artışı
4. Derece	120 dB	İç kulakta devamlı hasar, denge bozukluğu
5. Derece	140 dB	Ciddi beyin tahribatı

Ülkemizde çalışma yaşamındaki gürültüyle ilgili düzenlemeler yönetmeliklerde yapılmıştır. (23.12.2003 tarihinde, 25325 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Gürültü Yönetmeliği.) Yapılan düzenlemelerde maruziyet sınır değeri 87 dB, en yüksek maruziyet etkin değeri 85 dB, en düşük maruziyet etkin değeri 80 dB olarak kabul edilmiştir. (Gürültü Yönetmeliği, Madde 5) Bu değerler tablo değerleri ile birlikte değerlendirildiğinde, maruziyet sınır değerlerinin belirlenmesinde ortalama değerlerin alındığı görülecektir.

İşletmelerde gürültü, bir imalat yapısından diğer imalat yapısına geçiş de esas endüstriyel sağlık sorunu haline almıştır. Sürekli gürültü halinde çalışılan bir ortamda, gürültü çalışanın işitme duyusuna etki eder. Bu etki de geçici ve kalıcı işitme kayıplarına yol açmaktadır.

İşyerlerinde gürültünün çalışanlar arasında bir ses duvarı oluşumuna neden olması karşılıklı iletişimlerini engeller. İşyerlerinde hayati öneme haiz olan sözlü iletişimin engellenmesi ise, işçiler üzerinde rahatsızlık ve huzursuzluk duygusu yaratır. Gürültünün, çalışanlar üzerinde yaptığı psikolojik ve fizyolojik etkiler sonucu bozukluklara bağlı olarak; çalışanlarda uyumsuzluk, dikkatsizlik, yorgunluk ve sinirlilik halleri yaratır.

Gürültü ve iş kazaları arasındaki ilişki tespitine göre yapılan araştırmaların sonucunda; gürültünün, tepki zamanı üzerinde, hata sayısında ve üretim miktarı



başına düşen hata sayısında artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Gürültü düzeyleri ve sıklıkları maksimum noktada iken, tepki zamanının azaldığı ve hata sayısının artma eğiliminde olduğu görülmüştür. Gürültü nedeniyle, azalan tepki zamanı ve artan hata sayısı işçilerin kazaya maruz kalma niceliklerinde bir yükselişe neden olmaktadır.

Bunlara ek olarak, gürültü kişilerde bitkinliğin kronik hale gelmesine neden olmakta ve vücudun direncini azaltarak hastalıklara yakalanma ihtimalini arttırmaktadır. Yapılan araştırmalara göre, işyerlerinden dolayı meydana gelen gürültüler kişilerin işitme sağlığını negatif yönde etkiler. İnsan da fiziksel ve mental dengeyi bozar, iş verimini düşürür, iş kazalarını artırır. Eğer ki işyerindeki gürültü şiddeti düşürülürse işin zorluğu da doğru orantılı olarak düşmekte, verim yükselmektedir. Böylelikle de iş kazalarında azalma görülür.

#### **b. Sıcaklık ve Nem**

İşyerlerinde çalışma mekânının işçileri zora sokmayacak şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Bu düzenleme de sıcaklık ve nem düzeyi önemli etkenlerdendir. Çalışma ortamı sıcaklığı normal seviyeden düşükse çalışanlar fiziksel ve mental hareketlerde oldukça zorlanırlar. Ortam sıcaklığının yüksek olması da çalışanlara oldukça rahatsızlık verir. Çalışma ortamı uygun ısı düzeyinde olmalı ki çalışanların verimliliği artsın ve iş kazaları minimum sayıda olsun ya da ortadan kalsın.

Hafif hareketli işler de çalışan işçilerin işini yaptığı şirketlerde, ilerlemiş endüstri ülkelerinde, en uygun mekân ısısı 18,3 derece olarak belirtilmiştir. Bu ısı seviyesinde çalışma mekânındaki işçilerin her yedi kişiden birinin ısı seviyesinden memnun olmadıkları gözlemlenmiştir. Genellikle çalışma şartlarının uygunluğuna bağlı olarak işyeri alanının ısı sınırlarının olduğu belirlenmiştir. Isı alt sınırı 15,6 derece iken ısı üst sınırı 20 derece olarak gözlemlenmiştir. Fakat işçilerin devamlı bu sınırlar altında çalışmaları mümkün olmamaktadır. Çalışma alanının sağlıklı olabilmesi için işçilerin fiziksel hareketleri yükseldikçe, ortamın ısısının seviyesinin düşürülmesi gerekmektedir.

Ağır işyerlerinde çalışanların kendisini iyi hissettikleri mekân ısısı sınırları 12,8 – 15,6 derece olarak saptanmıştır. Açık ısı kaynakları karşısında ya da yayılan ısının karşısında çalışan kişilerin istekleri daha düşük ısıli ortamlarda çalışmak olduğu gözlemlenmiştir.

Soğuk çevre şartlarına maruz kalınan çalışmalarda, insana soğuğu hissettiren faktörler genellikle çalışılan ortamdaki sıcaklık derecesi ve hava akım hızıdır. Soğuğun etkisi insan sağlığına; soğuk algınlığı hastalıkları, vücudun bazı yerlerinin donması, soğuk yanığı ve gözlem, reaksiyon becerisinin düşmesi şeklinde zararlar verebilir. Çalışma ortamı soğuk olduğunda işçiler, fazla enerji harcarlar ve çok çabuk yorulurlar. Bu yorgunluk çalışanların işine karşı olan ilgilerini kaybetmelerini sağlar.

Soğuk iş ortamından kaynaklanan sorunların çözümü, aşırı ısı stresi ortamı kaynaklı sorunlara oranla daha kolaydır. Uygun giyimin sağlanması, çalışma ortamının ısıtılması gibi şeyler, soğuk reaksiyonuna karşı çalışanları koruyabilir. El, ayak parmakları ile kulak ve burunu soğuktan korumak genellikle çok zordur. Soğuktan etkilenen el parmakları ayrıntılı işleri yapma ve hızlı olma becerilerini kaybeder. Dokunma duyuları hassaslığını yitirir, çalışanın iş verimi oldukça düşer ve algılama, düşünme, reaksiyon verme ve refleks süreleri uzadığından iş kazası riski artar. Soğuktan korunmak için giyilen elbiseler ile her türlü teçhizatın kalın, ağır ve hantal olması, soğuktan korunmayı sağlamakla birlikte, iş verimi üzerinde olumsuz etkiler yapar.

Çalışma ortamındaki yüksek ısı düzeyi kişilerin çalışma gücünü azaltmaktadır. Yapılan işin ağır, yorucu olması ve işin güç gerektirmesi; vücudun ısı düzeyini artırmaktadır. Vücuttan dışarıya ısı verilmesi zorlaşır. Isının vücutta kalması işçinin çalışma isteğini ortadan kaldırır. Çalışan yorulmaya başlar ve çalışma gücünde azalır.

Aşırı sıcak olan işyerleri; işçiler üzerinde bitkinlik, yorgunluk, halsizlik, işe karşı konsantrasyon eksikliği, moral bozukluğu gibi olumsuzluklar meydana getirir. Bu olumsuzluklara ek olarak; ısı krampları, kaslarda ağrılar meydana gelir.

Çalışma mekânının ısı düzeyi ile meydana gelen kazaların sıklığına bağlı olarak araştırmalar yapılmıştır. Ortalama değerde olan ortam sıcaklığında çalışanlar kazaya uğrama sıklığının az olduğunu, ortalama sıcaklarda değişimler (azalış-artış) meydana geldiğinde kaza oranlarında da doğru orantılı değişimler olduğunu saptamıştır.

Aşırı nem ya da çok az nem de en az sıcaklık değişimleri kadar işçilerin sağlıklarını ve iş verimliliklerini negatif yönde etkilemektedir. Normal ortam ısısı şartlarında, işyerinin havasını “doymuşluk düzeyi”ne getiren su buharı değerindeki yüzdelik oranına “nemlilik” denmektedir. Diğer adı ise “rölatif nemlilik”tir. Mevcut ortam ısısı şartlarında nemlilik değerinin çalışanlar ve iş üzerinde fazla etkisi olmaz

fakat bu şartlarda bile nemden uzak durulmalıdır. Rölatif nemlilik oranının çalışma mekânlarında %70'ten fazla olmaması gerekmektedir. Çok kuru hava ise ağızı, burun içini, soluk yollarını rahatsız eder ve kurutur. Bu durum ortamın ısı seviyesi artıkça daha çok fark edilir. Nemlilik seviyesinin fazla olması ise, kapalı ortamda çalışan işçilerin boğaz ve burunlarında dolgunluk hissi yaratır ayrıca nemin fazla olması yapışkanlık da hissettirir.

Bilhassa işyeri ortamlarında sıcaklık seviyesinin yüksek olması durumunda nem seviyesinin düşük tutulması işin verimliliğini ve işçinin sağlığını olumlu yönde etkilemektedir. Nem yüzdesi %70'i geçmemelidir ayrıca nem seviyesi çok düşük olursa burunda, boğazda kurumalara sebep olur. Bu da sağlık sorunlarını beraberinde getirir. Bu sebeple iş ortamlarındaki nem seviyesinin en ideali %50-%60'dır.

İşyerlerinin çalışma alanlarındaki nem oranının insan vücudundaki etkileri, işyeri ortamının ısıyla doğrudan ilişkilidir. Çalışma alanının sıcaklığının, nemliliğinin az olması halinde vücut terlemeyle ıstıyı uzaklaştırmaya çalışır. Bu oranların az olduğu durumlarda işçi kırk derece sıcaklığa kadar dayanabilmektedir. Fakat çalışma yerinin aşırı nemliliği hâlinde vücut terlemeyle bu fazla ıstıyı dışarı atamaz. Kısaca fazla nem olması terlemeyi engellemektedir. Bu da işçilerin otuz derece sıcaklığa dayanma güçlerini geciktirebilir. Ortam da aşırı sıcaklık ve nem aynı zamanda olursa çalışanlarda oluşturacağı ilk sorun uykudur diğer problemler ise gözlerin az görüp kulakların az duymasıdır.

Çalışanların nemden etkilenme oranları, çalışma yapılan sektöre göre değişir. Nemden etkilenmeler daha çok buhar-yıkama işyerleri, tekstil sanayi işyerleri ve maden ocağı işyerlerinde görülür.

Şirketlerde çalışma ortamlarının normal değerlerin altında ya da üstünde olan nemlilik ve ısı şartları bazı olumsuzlukları beraberinde getirmektedir. Bu olumsuzluklar; duyu organlarının hissiyatının azalması, bitkinlik, halsizlik, fazla uyku, yorgunluk hâli, moral bozukluğu, dikkatsizlik, endişelenme, işe karşı isteksizlik gibi olaylardır.

Standart seviyelerin dışında ısı ve nemlilik şartlarında çalışanların işlerini yapması ya da yapmaya zorlandırılması iş kazalarını ortaya çıkarır. Bu yüzden uygun koşullar sağlanarak işçiler çalıştırılmalıdır.

### c. Aydınlatma

Kişinin enformasyon idrak etmesinde en öncelikli idrak organı gözüdür yani tüm algılamanın %80 - %90'ı göz organı ile gerçekleşmektedir. Neredeyse endüstriyel işlerin genelinde göz, kişi uzviyetinin en çok zorlandığı yeridir. İş şartlarının ortaya çıkardığı yorgunluk, bitkinlik, halsizlik gibi olumsuzlukların büyük çoğunluğunun göz zorlanmasından oluştuğu düşünülmektedir. Bu sebepten dolayı çalışma alanları gözü zorlamayacak biçimde ve gerektiğinde aydınlık olmalıdır. Aydınlatmanın iyi olması çalışanın verimliliğini %15-%40 düzeyinde artırabilir. İşyeri ortamındaki aydınlatmanın iyi olması işçilerin sağlığını, verimliliğini, psikolojilerini önemli bir şekilde etkiler. Aynı zamanda işyeri mekânındaki aydınlatma seviyesi; işçilerin davranışlarını, görme duyusunu, işindeki eforunu doğru orantılı şekilde etkiler. Yapılan gözlemler sonucunda aydınlatmanın çalışanın performansında %15-40 oranında etkili olduğu söylenmiştir. Gözün işlevlerini etkileyen bütün etmenler, çalışanların işlerini, performanslarını önemli bir şekilde etkilemektedir.

İşyerindeki yeterli düzeyde aydınlatma, çalışanlar üzerinde olumlu psikolojik etkiler yaratır. Yeterli aydınlatma sağlanmış işyerlerinde çalışanlar, kötü aydınlatılmış işyerlerinde çalışanlara göre daha iyi görebilmekte ve buna bağlı olarak da daha geç yorulmaktadırlar. Çalışma yapılan yerlerdeki aydınlatmanın gereğinden az olması halinde, çalışanlarda göz ve vücut yorgunluğu çabuk oluşur. Bu ise, kişilerin kaza yapma olasılığını arttırır. Işık kaynaklarının seçilmesi, bu kaynakların işyeri ortamındaki tasarımı işyerinde yeterli aydınlatmanın olabilmesinde oldukça önemlidir. İşyerinde sağlanabilecek uygun bir durumda aydınlatma sisteminin kurulması; işin niteliği, iş için yapılması gereken süre, işçi-makine çalışma sıklığı, yapılan işin önemi gibi özelliklerin kaile alınarak uygulanması gerekmektedir.

İşyerinde yapılan çalışmaların iyi aydınlatma pozisyonunda sağlanması bazı faktörlere bağlıdır. Bu faktörlerden bazıları; işi yapmaya yeterli seviyede ışık, parlaklık, yapılan işin niteliği, ortama uygun aydınlatmanın çeşitleri, kontrast, maddelerin, lambaların, ikaz işaretlerinin renkleri, hareket halinde bulunan cisimlerin hızlarıdır.

İşyerindeki aydınlatma seviyesi, yapılan işin türü ve niteliğine göre değişmektedir. Bazı işler için gerekli uygun aydınlatma miktarı aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

**Tablo 2** İşin türüne göre aydınlatma miktarı

<b>Yapılan İş</b>	<b>Gerekli Aydınlatma Seviyesi Foot-Candle</b>
Delme, perçinleme	30
Kaynak	30
Kaynak ucunda	1000
Montaj	30
Çok hassas montaj	300
Bitirme kontrol	200
Boyama	30
Taşlama, Parlatma	50
Teknik resim	100
Tornalama Kalın	20
Çok ince	100
Presleme	30
Postalama	100
Yükleme, Boşaltma	10

Yukarıdaki tablodan da anlaşılacağı üzere, her iş için ayrı bir aydınlatma miktarı gerekmektedir. Aydınlatma miktarının hem gerekenden az olması hem de gerekenden fazla olması çalışanları olumsuz yönde etkileyerek, çabuk yorulmalarına, dikkat ve reflekslerinde azalmaya, özellikle gözlerde geçici veya sürekli fonksiyon bozukluklarına neden olarak kaza yapmalarına neden olur. İşyerlerindeki aydınlatmanın şiddeti, çalışanların yaş durumlarına göre de değişiklik gösterir. 40 yaşından yukarı yaşlar için genellikle daha fazla aydınlığa ihtiyaç bulunmaktadır (ILICAK, 1988).

Özellikle yaşlı işçilerin çalıştığı yerlerde aydınlatma derecesinin optimal düzeyde bulunması gerekmektedir. 60 yaşındaki bir işçinin 20 yaşındaki genç bir işçiye göre yaklaşık 2-5 kat daha güçlü bir aydınlığa ihtiyacı bulunmaktadır.

İş kazalarının meydana gelmesinde doğal ve yapay aydınlatmanın etkileri farklıdır. Doğal aydınlatma, insan yapısı için en uygun olan aydınlatma olup, bu tür aydınlatmanın çalışanların psikolojik durumları üzerinde olumlu etkisi vardır. Doğal

aydınlatmanın yetersiz olduğu veya yeterli suni aydınlatmanın yapılmadığı işyerlerinde; göze çok fazla yüklenileceği için, kısa bir süre yorgunluk belirtileri, görme bozuklukları, gözlerde kamaşma ve yanma hissi, baş ağrıları ortaya çıkar. Bu durum, çalışanların kaza yapmalarını sağlar. Son yıllardaki geniş kapsamlı araştırmalar, aydınlatma şiddetinin yükseltilmesi ile insan performansının arttığını, yorulmanın azaldığını ve daha az iş kazasına rastlandığını göstermektedir.

İşyerindeki aydınlatma durumu ile iş kazaları arasındaki ilişkinin ortaya konulmasına yönelik yapılan araştırmalar; gerek yetersiz aydınlatmanın ve gerekse de yapay aydınlatmanın iş kazalarını arttırdığını ortaya koymuştur. Bu yönde yapılan bir çalışma, yapay aydınlatmada meydana gelen kazaların doğal aydınlatmada meydana gelenlerden %25 daha fazla olduğunu ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, iyi bir aydınlatma hem erken yorulmayı önler hem de insanları güdüleyerek iş verimini artırır. Yetersiz aydınlatma, aşırı aydınlatma veya suni aydınlatma ise; çalışanlar üzerinde genel yorgunluk, göz yorgunluğu ve uyum bozukluğu başta olmak üzere göz kamaşması, dikkat dağılması, baş ağrısı gibi olumsuzluklara neden olur. Bu olumsuzluklar ise, çalışanların işin gerektirdiği performansı gösterememeleri ile gerekli hareketleri yapamamalarına ve iş kazalarına neden olur.

#### **d. Havalandırma ve Tozlar**

İşyerinin havalandırma durumunun çalışanların sağlıkları ve çalışma güçleri üzerinde ciddi etkileri vardır. İşçilerin çalışma tempolarının yüksek olması ve yüksek tempoda devam etmesinin ilk şartı çalışma ortamındaki havanın temizliğidir.

Kapalı çalışma alanlarına sahip işyerlerinin havası, işçilerin terleme ve solunumları ile işyerinde kullanılan makinalara ve ortaya çıkan gaz, buhar, tozlara bağlı olarak kirlenir. Çalışma ortamındaki hava kirliliği, işçilerin yeterli oksijen soluyamamasına neden olur. Bu da, işçilerin kısa sürede yorulmasına ve davranışlarının bozulmasına neden olur. Bunun yanında işyerinde yetersiz havalandırma tertibatının sonucunda oluşan kirli hava, çalışanların duyarlılıklarını olumsuz yönde etkileyerek işlerine gerekli ilgiyi ve dikkati göstermemeleri sonucunu doğurur. İşyerindeki kirli hava sonucu çalışanlarda ortaya çıkan bütün olumsuzluklar, iş kazalarının meydana gelmesine uygun ortam hazırlar.

Havada bulunan toz, çeşitli endüstri kollarında zararlı olmaktadır. Normal şartlar altında, temiz bir atmosfer içinde 70 yıl yaşayan bir kişinin ciğerlerinde toplanan toz miktarı çok azdır ve hiçbir şekilde zararlı olamaz. Ancak, yaşamın bir kısmını tozlu bir atmosferde geçiren bir kimsenin ciğerleri temizleme mekanizması vazifesini tam olarak yapamaz. Solunum sonucu akciğerlere giren tozun bir kısmı orada yerleşir ve devamlı orada kalır. İnsan sağlığına bu tozun zararı cinsine ve miktarına bağlıdır.

Organik tozların (un, nişasta, kömür tozları v.b.) işyeri atmosferinde yoğun miktarda bulunması iş güvenliği açısından oldukça sakıncalıdır ve patlama tehlikesi yaratır. Ayrıca yoğun toz işyerindeki aydınlatmayı kısıtlayarak görmeyi de güçleştirir. Çalışma hayatında önemli toz sorunu olan işkolları; yeraltı maden ocakları (kömür, civa, demir gibi), sanayide döküm işletmeleri, çimento işletmeleri, ateş tuğlası imalathaneleri, seramik sanayi işletmeleri, kireç imalathaneleri, sigara yaprak işletmeleri, pamuk çırçır fabrikaları, inşaat işyerleri ve tarımda silo işyerleri şeklinde sıralanabilir (TOPUZOĞLU, 1991).

Çalışma ortamlarında çeşitli nedenlere bağlı olarak meydana gelen tozlar, çalışanların sağlığını ciddi olarak tehdit ederek hem iş kazalarına zemin hazırlamakta hem de çeşitli meslek hastalıklarına neden olmaktadır. İşyerindeki tozlar, iş kazaları ve meslek hastalıklarının oluşumuna yönelik bu etkilerinin yanında; işin verimliliğini de azaltmakta, makinalara ve üretilen ürünlere de zarar vermektedir. Sıkıcı bir çalışma ortamı yaratarak çalışma şartlarını kötüleştirmektedir.

#### e. Titreşim

Ülkemizde işçilerin mekanik titreşime maruz kalmaları sonucu ortaya çıkan sağlık ve güvenlik risklerinden fazlalığı, bu konuda ayrıca yasal düzenleme yapılması zorunluluğunu beraberinde getirmiştir. Bu yöndeki yasal düzenlemeler Titreşim Yönetmeliği ile yapılmıştır (Resmi Gazete,2003 ).

Titreşim, tıpkı ses dalgaları gibi tekrarlayan ve saniyede belirli bir sayısı olan dalgalardır. Titreşimi sestten ayıran en önemli fark, sesin hava yolu ile, titreşimin ise vücudun sert kısımlarından vücuda girmesidir. Titreşimi, el-kol titreşimi ile bütün vücut titreşimi olmak üzere ikiye ayrılabilir. İnsanda el-kol sistemine aktarıldığında, işçilerin sağlık ve güvenliği için risk oluşturan ve özellikle de, damar, kemik, eklem, sinir ve kas bozukluklarına yol açan mekanik titreşime "el-kol titreşimi", vücudun tümüne aktarıldığında, işçilerin sağlık ve güvenliği için risk oluşturan, özellikle de,

bel bölgesinde rahatsızlık ve omurgada travmaya yol açan mekanik titreşime "bütün vücut titreşimi" adı verilir (Titreşim Yönetmeliği, Madde 4).

Endüstrilerde, özellikle yüksek güçle çalışan makinalarda meydana gelen yoğun titreşimler, makinaları çalıştıran operatörleri doğrudan etkiler. İşletmede kullanılan makinaların güçlerinin artmasına bağlı olarak titreşimleri de artmaktadır. Titreşime maruz kalmanın sonucu; çalışma konforu bozulur, işgücündeki verimlilik azalır, çalışanların fizyolojik fonksiyonları olumsuz anlamda etkilenir. Yoğun olarak titreşime maruz kalınması durumunda, titreşime bağlı meslek hastalıkları ortaya çıkar. Titreşim, mekanik bir enerjinin vücuda iletilmesi olarak da ifade edilebilir. Dolayısıyla iletim ve etkilenme durumu; titreşimin zamana bağlı olarak frekansına (saniyedeki titreşim sayısı-Hertz (Hz)) ve yüksekliğine (şiddetine) göre değişimi ile orantılıdır.

Titreşimin vücuttaki etkisi lokal ve tüm vücut olmak üzere iki şekilde oluşur. Vücudun belli bir bölgesinde oluşan, genellikle el ve el parmaklar ile kollara ulaşan ve vücudun belli bir bölgesini etkileyen titreşime lokal titreşim etkisi denir. Endüstride, en çok karşılaşılan ve lokal titreşime neden olan araçlar taş kırma makinaları, pnomatik çekiçler, taşınabilir testere, parlatma ve rendeleme makinalarıdır.

Lokal titreşime maruz kalmada olduğu gibi tüm vücudun titreşime maruz kalması da, çalışma konforunu ve çalışanların performanslarını olumsuz yönde etkiler. Tüm vücudu titreşime maruz bırakan titreşim kaynakları, traktör ve kamyon kullanımı, dokuma tezgahları, konstruksiyon ve çimento sanayi işletmeleridir. Tüm vücudun titreşime maruz kalması sonucunda; mide ağrısı, sindirim problemi, denge bozukluğu, görme bozukluğu, baş ağrısı ve uykusuzluk gibi sağlık sorunlarının ortaya çıktığı gözlenmiştir (ORHUN, 1989).

İşyerlerinde makina, tezgah üzerinde veya kurulmuş sistemlerde ya da binada meydana gelen titreşimler, insan sağlığı üzerinde ciddi etkiler yaratmaktadır. Yüksek frekanslı titreşimler çalışanın hem fizyolojik sağlığını hem de zihinsel aktivitelerini de etkiler. Çalışılan ortamda bulunan titreşimin sürekliliği, çalışanları yorar ve sinirli yapar. Titreşime maruz kalan kişilerdeki yorgunluk ve sinirlilik hali ile fizyolojik sağlık sorunları, kişileri kazalara maruz kalmaya yatkın hale getirir.



### 1.7.2 Fiziksel Faktörler

- Tekrarlama

İş sırasında aynı ya da benzer hareketlerin sık aralıklarla tekrarlanmasıdır. Örnek olarak: Sürekli tekrarlayan işlerde, kasların dinlenmesi için yeterli aralar verilmezse kas ve iskelet sisteminde ağrılar ve rahatsızlıklar kaçınılmazdır.

- Uygunsuz Duruşlar

Uygunsuz duruşlar doğal duruşun dışındaki duruşlardır. Doğal duruş iş için en güvenli ve rahat duruştur. Doğal olmayan duruşlar kas ve eklemlere baskı yaparak vücudun fiziksel limitlerini zorlar. Uygunsuz duruşlara örnek ;

- Gün içerisinde 2 saatten fazla sürekli eller ile omuz ve baş hizasının üzerinde çalışmak;
- Gün içerisinde 2 saatten fazla diz çökerek çalışmak;
- Gün içerisinde 2 saatten fazla beli bükerek veya eğerek çalışmak

- Statik Duruş

İşçinin aynı pozisyonda uzun süre durarak çalışması gereken duruşlardır. Statik duruşlarda kan akışı sınırlanır, kaslarda yorgunluk ve zedelenmeler oluşur. Ergonomik iyileşmelerle statik duruşun etkileri sınırlandırılabilir.

- Aşırı Güç

Güç kasa uygulanan kuvvetin büyüklüğünü belirtir. Aşırı kuvvet kasların normalden daha fazla kasılmasına sebep olur. Kasların, eklemlerin üzerindeki yük artar ve zedelenmeler oluşur.

- Sıkışma

Yumuşak dokunun, kemik ile sert veya keskin bir nesne arasında sıkışmasıdır. Kavramadan ya da el aletlerinin köşeleri ile temastan kaynaklanan sıkışma, kan akışını ve sinir iletimini azaltır, tendonlara ve tendon korumalarına zarar verebilir. Sıkışmalar ergonomik iyileşmelerle önlenir.

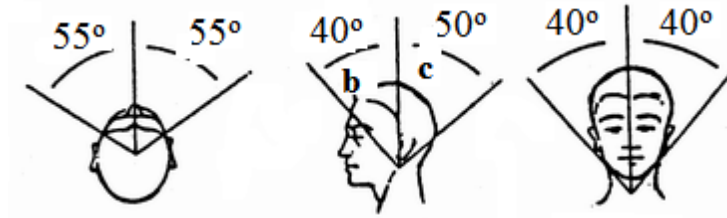
### 1.8 İnsan Hareket Sistemleri

İnsan vücudunda hareketli eklemlerin hareket sınırları vardır. Bu sınırların ergonomik açıdan değerlendirilmeleri yapılmaktadır.

### 1.8.1 Baş Hareketleri

Baş hareketlerinin açısıl boyutları Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil 1a'da başın dđnme hareketleri ile sağa ve sola dđnüşlerin açısıl ortalamasının 55 derece olduğu görđlmektedir. Şekil 1(b-c) başın öne ve geriye esnemesini, bükđlmesini göstermektedir. Her türlü bükme hareketi, germe hareketidir. Şekil 1d'de ise başın iki yana yatması görđlmektedir.

Başın sağa sola dđnüşü, boyun omurlarının işlekliliği ve boyundaki kas ve bağ dokularının esnekliğine bağlıdır. Göz hareketlerinin de önemi unutulmamalıdır. Gözle takip gerektiren göstergeler, baş hareketlerini zorlamayacak bir Şekilde göz bakış açılarına göre yerleştirilmelidir. Özellikle uzun süreli izleme gerektiren göstergeler hiçbir zaman normal göz bakış açılarının dışında olmamalıdır (AYDIN,2009).



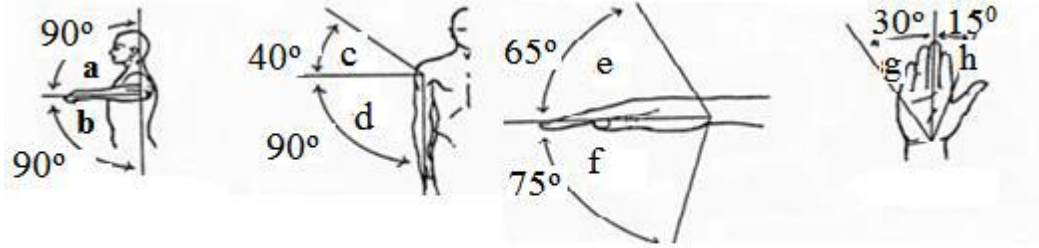
Şekil 1: Başın boyun ekleminde hareketliliği

- a. Dđndürme
- b. Öne doğru esneme
- c. Geriye doğru esneme
- d. Başın iki yöne yatması (HASDEMİR, 2013, s.11)

### 1.8.2 Gövde ve Üst Taraf Hareketleri

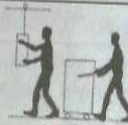
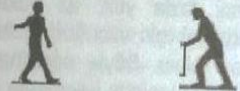
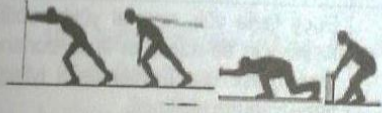

Üst taraf hareketlerinin büyük bir bölümünde gövde hareket sınırlarının kullanılarak çalışması söz konusudur. Gövdenin sağa ve sola dđnüş hareketleri 40 derece civarındadır. Dik duran bir insanın gövdesini bu açısıl değerler içinde hareket ettirmesi ile üst taraf hareketlerini gerçekleştirmesi mümkündür. Bu tür gövde dđndürme hareketleri statik bir Şekilde ve uzun süreli olmamalıdır. Gövdenin öne ve geriye bükđlmesi konusunda da aynı sakınca geçerlidir. Özellikle gövdenin öne bükđlü duruşunda, sağa ve sola dđndürme hareketleri ve kuvvet gerektiren kas zorlamaları yapmak sakıncalıdır. Bu tür zorlamalarda kalıcı sakatlıklara neden olan eklem zedelenmeleri görđlebilir. Kol ve ellerin hareketi Şekil 2' de gösterilmiştir.

Şekil 2a'da kolun dışa rotasyonu, Şekil 2b'de ise içe rotasyonu görülmektedir. Şekil 2c'de kolun kaldırılması, Şekil 2d'de kolun insan bedenine doğru yaklaştırılarak indirilmesi, Şekil 2e'de elin sırt kısmına doğru bükülmesi, Şekil 2f'de ise elin avuç içi doğrultusunda döndürülmesi, Şekil 2g ve Şekil 2h'de ise ellerin, bileklerin ve parmakların zarar görmesine neden olan elin sağa, sola doğru eğilmesi hareketleri görülmektedir (AYDIN, 2009).



**Şekil 2:** Üst taraf eklemleri hareket boyutları

- a. Dışa rotasyon      b. İçe rotasyon      c. Kaldırma      d. İndirme  
e. Dorsifleksiyon      f. Palmarfleksiyon      g. Elin sola doğru eğilmesi  
h. Elin sağa doğru eğilmesi (HASDEMİR, 2013, s.12)

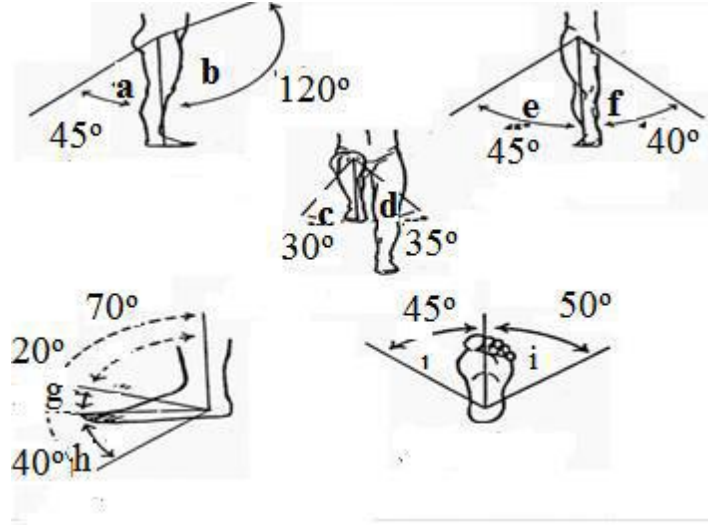
Beden Konumu		
	Beden dik, herhangi bir dönme yok	1
	Üst gövde hafif öne eğik veya hafif dönmüş (Tek yönlü çekme)	2
	Hareket yönünde gövde fazla eğik, diz çökme, çömelme	4
	Eğilme ve dönme birlikte	8
Uygulama Koşulları		
	İyi: Döşeme sabit, düz, kaygan değil, kuru; eğim yok; engel yok; tekerler, makaralar kolay dönüyor, teker yataklarında aşınma yok	0
	Sınırlı: Döşeme düz değil, kirlî, yumuşakça; 2° kadar eğimli; etrafında dolaşılması gereken engeller var; tekerler, makaralar pek kolay dönmüyor; teker yataklarında aşınma var.	2
	Zor: Sabit ve sağlam olmayan, kaba taş döşenmiş yol; çukurluklar var, kirlî; 2-5° eğim var; taşıma araçlarını harekete başlatabilmek için çok kuvvete gereksinim var; makaralar, tekerler kirlî, zor dönüyor	4
	Komplike, çok zor: Yol üzerinde basamak, merdiven var; eğim 5° den fazla, Yukarıda verilen sınırlı ve zor sınıflandırma koşulları birlikte mevcut	8

**Şekil 3:** Beden konumu ve uygulama koşullarında ağırlık dereceleri (BABALIK, 2007)

### 1.8.3 Bacak ve Ayak Hareketleri

Ayakta dururken dizlerin normal duruşu, vücut ağırlığını taşıyan kemiklerin düşey doğrultuda tutulabilmesi için tam gergin bir duruştur. Oysa, otururken ve sırtüstü yatarken dizlerin en rahat pozisyonu 70°-130° açılar içinde fleksiyon halindeki duruşudur. Kalça eklemının eklem kapsülü derin olduğu için, omuz eklemi ile kıyaslandığında hareketlerinin önemli ölçülerde sınırlı olduğu görülür. Bacağın, kalça ekleminden esneme hareketi 120° civarındadır. Ancak, çoğu insan bu hareketi diz bükülü iken gerçekleştirebilir. Kalçadan gerçekleştirilebilen hiperekstansiyon ise 45° civarındadır. Şekil 4 'de görülen kalça, diz ve bilek eklemi hareketleri ergonomik tasarımlar açısından önemlidir. Şekil 4(a-b) bacağın hiperekstansiyon ve fleksiyon hareketini göstermektedir. Eklemlerdeki germe hareketinin zorlanarak yapılması hiperekstansiyon olarak ifade edilir. Şekil 4(c-d)'de bacağın dirsek ile ayak bileği arasındaki bölümünün dışa ve içe dönmesini, Şekil 4(e- f) bacakta uzaklaştırma ve ileri sürme hareketi, Şekil 4 (g-h) ayaktaki dorsifleksiyon ve plantarfleksiyon, Şekil 4

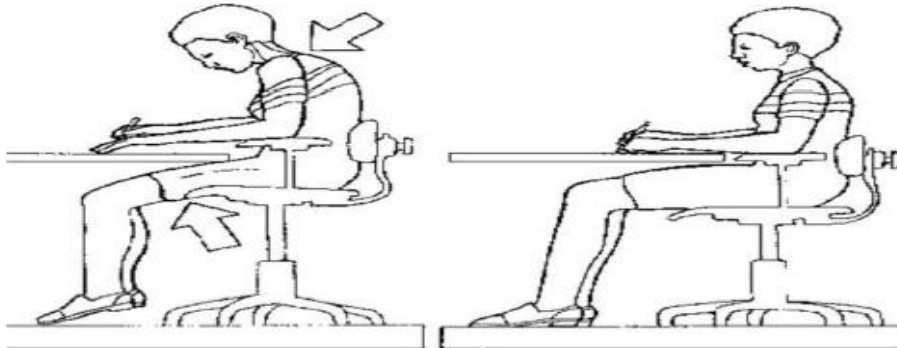
(1-i) ise ayağın içe doğru basması ve ayağın dışı doğru basması hareketleri görülmektedir (AYDIN, 2009).



Şekil 4: Bacak ve ayak hareketleri

a.Hiperekstansiyon      b. Fleksiyon      c. Dışa dönme      d. İçe dönme  
e.Uzaklaştırma      f. İleri sürme      g. Dorsifleksiyon      h. Plantarfleksiyon      i.  
Ayakların içe doğru basması      i. Ayakların dışı doğru basması (HASDEMİR, 2013, s.13)

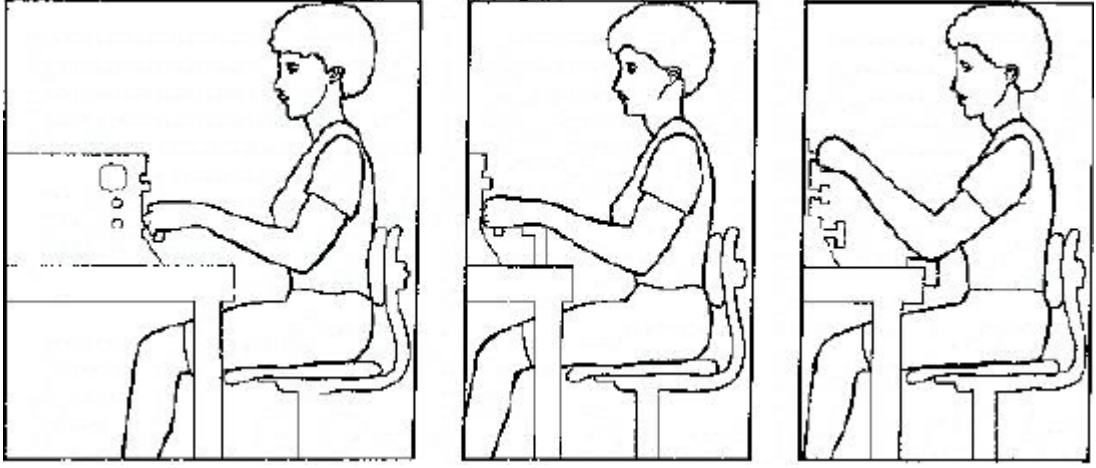
Çalışma koşulları çalışanların rahat etmeleri ve mesleki rahatsızlıkların giderilmesi için mümkün olduğunca geliştirilmelidir. Şekil 5, uygun ve uygun olmayan oturma pozisyonlarını göstermektedir. Şekil 5a' da oturan kişinin bacak ve sırtında rahatsızlık görülür, Şekil 5b'deki kişinin oturuşu ise doğru bir pozisyonundur; ayaklar yere basılıdır, omurga ise dik durmaktadır.



Şekil 5: Uygun ve uygun olmayan oturma pozisyonları

a. Yanlış oturma pozisyonu      b. Doğru oturma pozisyonu (HASDEMİR, 2013, s.15)

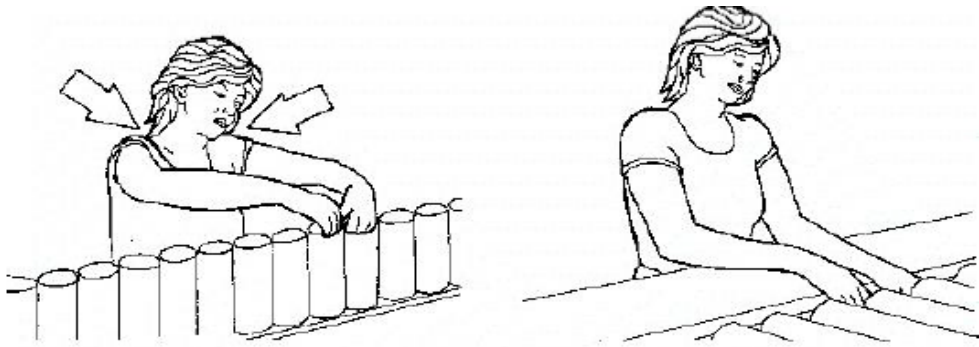
Şekil 6a' daki çalışanın dirsek ve el bileği rahatsızlığı görülür; çünkü çalışırken koluna ve el bileğine destek konmamıştır. Fakat Şekil 6 (b-c) pozisyonlarında çalışanın konumu rahattır; dirsek ve bilekler desteklenmiştir.



**Şekil 6:** Çalışma esnasında el ve kolların uygun ve uygun olmayan pozisyonu

a. Yanlış pozisyon    b. Doğru pozisyon    c. Doğru pozisyon (HASDEMİR, 2013, s.15)

Şekil 7a'daki çalışma pozisyonu kötü tasarlanmıştır; omuzlar ve kollar bel hizasından yukarıdadır ve el bileklerinde bükülmeler görülmektedir. Ayrıca çalışanın vücudu işine mesafeli durmaktadır. Ama Şekil 7b' deki çalışma pozisyonu çalışan için rahat bir pozisyonudur. Dirsek ve kollar bel hizasına indirilmiş, ellerdeki bükülme ortadan kalkmıştır. Yapılan iş ile çalışan vücudu arasındaki mesafe azalmıştır.



**Şekil 7:** Çalışma hattında uygun ve uygun olmayan çalışma pozisyonu

a. Yanlış pozisyon    b. Doğru pozisyon (HASDEMİR, 2013, s.16)

Ergonomi çalışana rahat ve güvenli bir çalışma ortamı sağlar, risk faktörlerini kontrol ederek iş kazalarını önler, iş güvenliğini artırır ve yüksek kalite performansına sebep olur.

#### **1.8.4 El Aletleri**

El aletlerinin ergonomik olarak tasarlanması gerekir. İşçiye göre üretilmeyen el aletleri kullanılırken rahatsızlık yaratarak verimi düşürebilir. Ergonomik aletler kullanışlı olduğu için üretim sürecinin verimli geçmesini sağlar. Bilek ve parmak kasları yerine, omuz, kol ve bacak kaslarının kullanılmasını gerektirecek araçlar tercih edilmelidir. Bir malzeme kaldırılacağı zaman tutacak bir yerinin olması önemlidir. Cildin ve parmakların sıkışacağı boşlukların olduğu el aletleri tercih edilmemelidir. Çift tutacağı olan aletlerin seçilmesi doğru olur. Böylece, el sıkışması olmaz, el aletlerinin tutacak yerleri kolayca tutulabilir ve elektriğe karşı izolasyonlu olmalıdır.

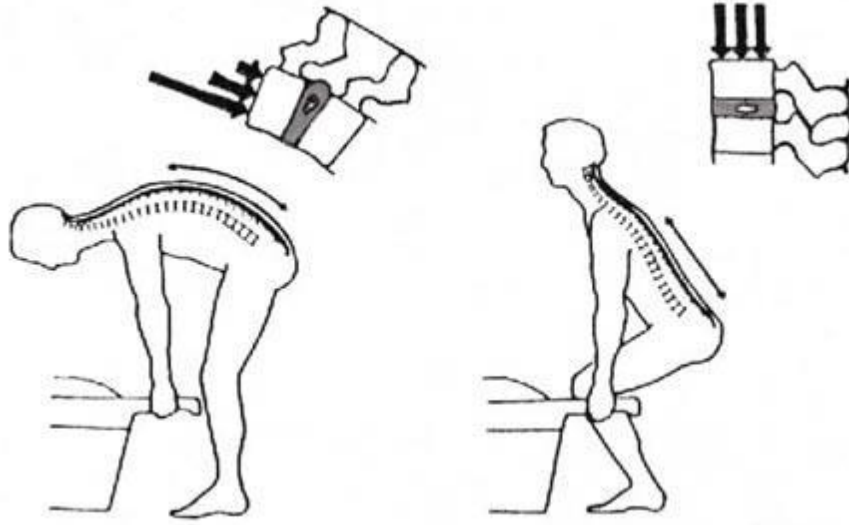
Arada hafif işler yapılmalı, günlük çalışma süresi içinde dinlenme ve molalara yeteri kadar yer verilmelidir. Ağır fiziksel görevlerde yükün ağırlığı, çalışanın yükü ne sıklıkta taşıdığı, taşınma uzaklığı, yükün şekli, yükü taşımak için ihtiyaç duyulan zaman gibi faktörler mutlaka bilinmelidir.

#### **1.8.5 Elle taşınmalı işler**

Taşımanın kolay olması için yük birden fazla kişiyle taşınmalıdır. Yükün ağırlık merkezi çalışan kişiye yakın olmalı, vücut eğilmelerini ortadan kaldırmak için depolama yapılan yer bel hizasında veya daha yukarıda olmalıdır. Yükün bel yüksekliğine gelinceye kadar taşımanın kaldıraçlarla yapılması gerekir. Yük yuvarlanan malzemeler üzerinden kaydırılabilmeli ve transfer etmek için kemer gibi araçlar kullanılmalıdır. Bununla birlikte yeni depolama yöntemleri geliştirilmelidir; uygun yükseklikte raflar ve destekler kullanılmalı ve yük paletlerde taşınmalı, yükün yayılması için yük paletin ortasına yerleştirilmeli, taşıma mesafesi en aza indirilmelidir. Çalışma ortamının planlamasına dikkat edilmelidir.

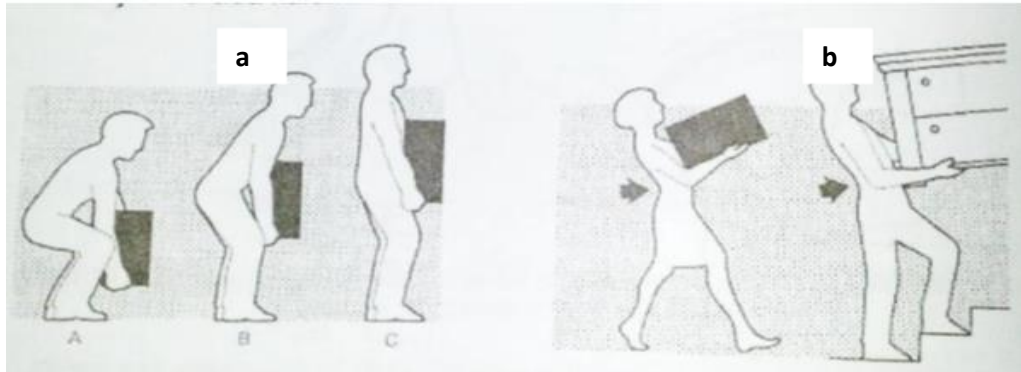
Şekil 8’de uygun ve uygun olmayan yük kaldırma pozisyonları gösterilmiştir. yük kaldırılırken bel ve omurga incinmelerine dikkat edilmelidir. Şekil 8’de çalışanın belinde incinme riski yüksektir. Kaldırılan yük çalışanın bel hizasının altındadır, çalışan çömelmeden yükü kaldırmaya çalışmaktadır. Yük çalışan bedenine yakın

tutularak ve çömelerek kaldırılmalıdır. Şekil 8'deki kaldırma pozisyonu doğru bir pozisyondur.



**Şekil 8:** Uygun ve uygun olmayan yük kaldırma pozisyonları

a. Yanlış Pozisyon      b. Doğru pozisyon (HASDEMİR, 2013, s.21).



**Şekil 9:** Uygun ve uygun olmayan yük kaldırma pozisyonları

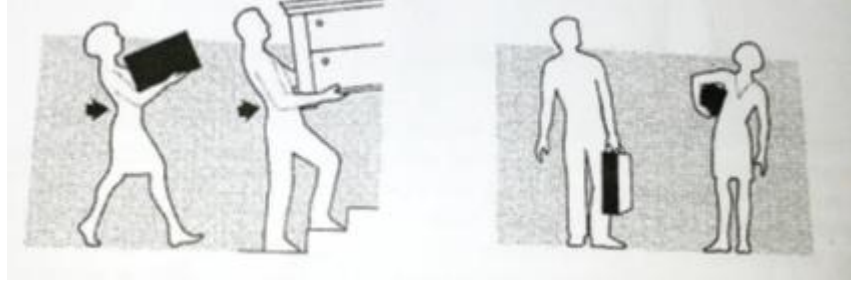
a. Doğru pozisyon      b. Yanlış pozisyon (HASDEMİR, 2013, s.22)

Şekil 9a'da yükün yerden farklı pozisyonlarda kaldırılması gösterilmiştir. Yük yerden kaldırılırken eller yükün altında olacak şekilde ve yükü kaldıranın bel hizasından kaldırılmalıdır. Böylece arka omurgaya binen yük azalacak, sakatlanmalar olmayacaktır. Şekil 9b' deki çalışan yükü yerden çömelmeden ve yükü yanlardan tutarak kaldırmaktadır. Dolayısıyla Şekil 9b'deki yük kaldırma pozisyonu uygun değildir. Şekil 9a'da çalışan yükü çömelerek ve alttan tutarak kaldırmaktadır.



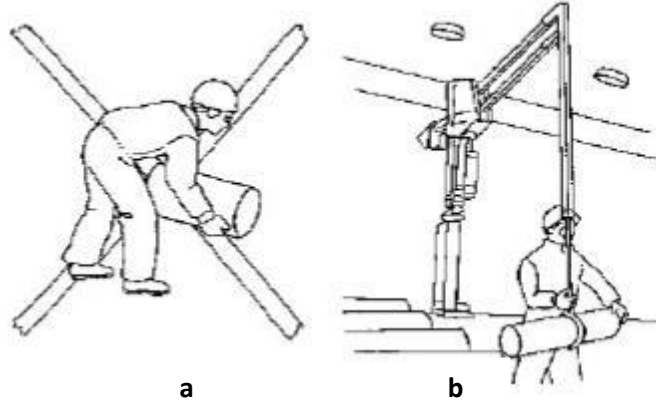
Şekil 9a'daki kaldırma pozisyonu önerilen kaldırma pozisyonudur (HASDEMİR, 2013,s.22).

“Ağır yüklerin kaldırılmasında birden fazla kişi tercih edilmelidir. Kaldırma eylemi aynı anda ve aynı hızda olmalıdır. Şekil 10'da ağır yükün uygun kaldırılma pozisyonu gösterilmiştir.”



**Şekil 10:** Ağır yüklerin kaldırılması

(HASDEMİR, 2013, s.22)



**Şekil 11:** Ağır yüklerde taşıma yöntemleri

a. Yanlış pozisyon b. Doğru pozisyon(HASDEMİR, 2013, s.23)

Şekil 11a'da çalışan ağır yükü yerden kendisi kaldırmaktadır. Bu durum çalışan sağlığı için tehlike oluşturmaktadır. Ağır yükler elle taşınmamalı, bunun yerine özel kemerli taşıyıcılarla istenilen yere götürülmelidir. Şekil 11'de ağır yüklerin taşıma yöntemleri gösterilmiştir. Şekil 11b'de çalışan özel kemerli taşıyıcı ile yükü yorulmadan, rahatça istenilen yere götürebilmektedir.

Yükü yerden kaldırılması ve belin bükülmesi sırt ağrılarını tetikler, omurgada ağrılara neden olur, çalışan kaldırdığı yükü taşıırken sadece bacaklar kullanılmalıdır.

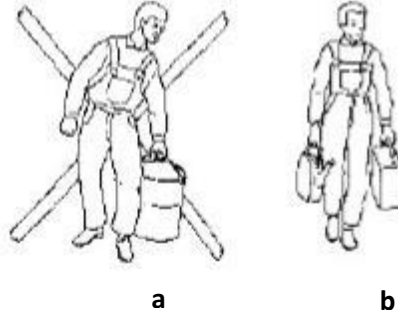
Yükü koyacağı yere doğru adım atıp, yükü koyacağı yere bütün bedeni ile dönmelidir. Şekil 12 yükün yerden kaldırılmasını doğru bir şekilde göstermektedir.



**Şekil 12:** Yükün yerden kaldırılması

(HASDEMİR, 2013, s.23)

Elle taşınan yüklerde yük çalışanın vücut sağlığı açısından iki kolla taşınmalıdır. Böylece yük taşınırken dengenin sağlanması, ağırlığın eşit dağılımı sağlanmış olur. Taşımada iyi tasarlanmış tutamaklarla yükün kaldırılması son derece önemlidir. Şekil 13b uygun taşıma pozisyonunu göstermektedir. Şekil 13a'da çalışan yükü tek koluyla taşımakta ve vücut sağlığı tehlikeye girmektedir.



**Şekil 13:** Uygun ve uygun olmayan taşıma pozisyonları

a. Yanlış pozisyon

b. Doğru pozisyon (HASDEMİR, 2013, s.24)

## 1.9 İşle İlgili Kas İskelet Sistemi Hastalıklarından Korunma

İşe bağlı olarak geliştiklerinde Mesleki Kas İskelet Hastalıkları (MKİH) olarak kabul edilen bu hastalıkların oluşumlarında iş yerinde tekrarlamalı, zorlamalı hareketler, vücudun kötü pozisyonlarda kullanımı ve ergonomik yetersizlikler önemli rol oynar.

Ülkemizde MKİH yasalarda meslek hastalığı olarak kabul edilmekte, fakat çalışanlar, işverenler ve iş sağlığı ve güvenliği ile ilgilenen profesyoneller tarafından bu yönüyle yeterince tanınmamaktadır. MKİH'nın sıklığı, risk etkenleri, iş günü kaybı, sigorta tazminatları, maliyeti ve korunma eğitimi ve ergonomik girişimlerin etkinliği konusunda çalışmalar çok yetersizdir.

4857 Sayılı İş Yasasında İş Sağlığı ve Güvenliği ile ilgili yönetmelikler ile işveren iş yerinde MKİH için risklerin belirleme, önleme, çalışanı koruma ve ergonomi eğitimi ve ergonomik girişimleri uygulama konusunda yükümlü kılınmıştır (AYANOĞLU, 2007).

### 1.9.1 MKİH'nin Özellikleri

#### Kişiyeye Etkileri:

- Ağrı nedeniyle kişiyeye ızdırıp verir,
- Hareketleri kısıtlayarak sakat bırakır,
- Psikolojik yapıyı olumsuz etkileyerek depresyona yol açar,
- Aile fonksiyonlarını olumsuz etkiler,
- Yaşam kalitesini düşürür.

#### İşe ve Topluma Etkileri:

- İş memnuniyetini, verimliliğini, kalitesini azaltır,
- İşvereni, endüstriyi, sağlık bakım ve sigorta sistemlerini ve ekonomiyi olumsuz etkiler.

#### *MKİH başlıca ikiye ayrılır:*

- 1- Bel ağrısı,
- 2- Boyun ve üst ekstremitte (Omuz, dirsek, el bileği ve el) hastalıkları.

#### Başlıca Hastalıklar Şunlardır:

- Kas zorlanması, incinmesi,

- Bel fitiğı,
- Bel ağrısı,
- Boyun tutulması,
- Boyun fitiğı,
- Karpal Tünel Sendromu ( el bileğinde sinir tuzaklanması).

#### Risk Etkenleri:

MKİH'nın oluşumunda iş ile ilgili fiziksel ve psikososyal etkenlerin rolü bilimsel olarak kanıtlanmıştır. İş aktiviteleri dışındaki etkenler de bu hastalıkların oluşumuna katılırlar.

ABD'deki Ulusal Bilim Akademisi 'National Academy of Sciences' 2001'de belde ve üst ekstremitede kas iskelet hastalıklarının ağırlık kaldırma, tekrarlamalı ve zorlamalı hareketler ve stresli iş çevreleri gibi çalışma koşullarına bağlı olabileceği konusunda bilimsel kanıt bulunduğunu ve sorunun iyi tasarlanmış ergonomik girişim programlarıyla azaltılabileceğini bildirmektedir. Etkenler iş ile ilgili ve kişisel risk olarak ikiye ayrılabilir (AYANOĞLU, 2007).

#### 1-İş ile ilgili risk etkenleri:

Fiziksel ve Ergonomik Etkenler:

- Tekrarlamalı hareketler,
- Zorlamalı hareketler,
- Bel ve vücudun kötü, yanlış pozisyonlarda kullanımı.

Örneğin bel fitiğının oluşmasında dizleri bükmeden öne eğilmek, ağırlık kaldırmak, karpal tünel oluşmasında bilgisayar kullanırken el bileğinin aşırı bükük kullanılması önemli bir etkendir.

- Uzun süreli aynı pozisyon,
- Titreşim

#### Psikososyal Etkenler:

Son yıllarda psikososyal etkenlerin de rol oynadığı gösterilmiştir.

- İş memnuniyetsizliği,
- Monoton iş,
- Zaman baskısı,
- Yetersiz denetçi ve iş arkadaşı desteği,

- Yeterli dinlenme molalarının eksikliği gibi yetersiz organizasyonel etkenler.

### 2-Kişisel risk etkenleri:

- Yaşlanma,
- Kondisyon yetersizliği,
- Sigara,
- Aşırı kilo.

### Sıklığı:

Sıklık oranı konusunda farklı rakamlar verilmektedir. Ağır fiziksel aktivite ile çalışanların yaklaşık yarısı ciddi, sakatlayıcı bel ağrısı bildirmektedir. Bilgisayar kullananlarda boyun ve üst ekstremitte hastalıkları görülme sıklığı % 75' e kadar ulaşmaktadır.

## **1.10 Ergonomik Risk Analizi Yöntemleri**

Ergonomik risk değerlendirmesi amacıyla geliştirilmiş birçok yöntem mevcuttur. Bu çalışmada kapsamlı değerlendirme sunan iki yöntem seçilmiş ve bu yöntemlerle ilgili bilgiler sunulmuştur.

### **1.10.1 REBA (Rapid Entire Body Assessment)**

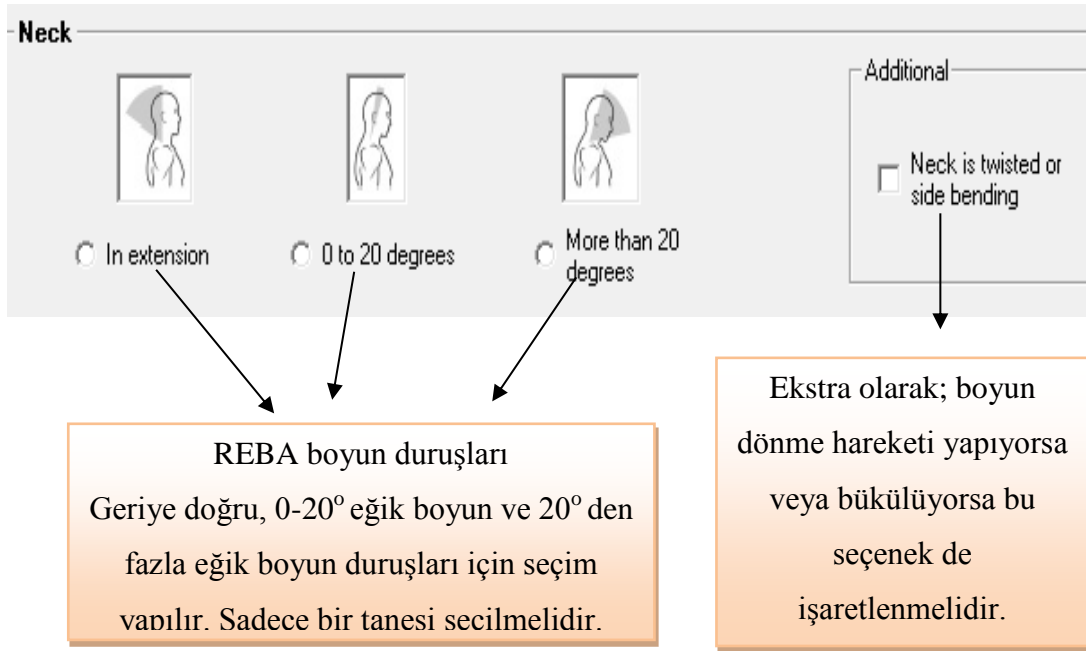
REBA yöntemi, dinamik ve statik duruşlarda söz konusu olan yüklenmeyi, insan-yük etkileşimini göz önüne alarak iş görenin tüm vücudunun duruşsal riskini değerlendirir.

Aynı zamanda, bir iyileştirme yapıldığı zaman, iyileştirmenin öncesinde ve sonrasında rahatsızlık risklerinin azalıp azalmadığını değerlendirmek için de kullanılır.

REBA yöntemi, RULA yönteminden türetilmiştir. Ancak REBA yöntemi tüm vücudu göz önüne alır ve dolayısıyla sırt, bacaklar ve dizleri de değerlendirir.

**Tablo 3:** REBA skorları ve risk düzeyleri

SKOR	RİSK DÜZEYİ
1	İhmal edilebilir risk düzeyidir. İyileştirme gerektirmez
2-3	Düşük risk düzeyidir. İhtiyaç halinde iyileştirmeler yapılmalıdır
4-7	Orta risk düzeyidir. Daha fazla gözlem ve yakın zamanda iyileştirmeler yapılmalıdır
8-10	Yüksek risk düzeyidir. Acil iyileştirmeler yapılmalıdır.
11+	Çok yüksek risk düzeyidir. Zaman kaybedilmeden çok acil iyileştirmeler yapılmalıdır.



**Şekil 14:** REBA boyun duruşları

**Trunk**

In extension     Straight     0 to 20 degrees     20 to 60 degrees     More than 60 degrees

**Additional**

Trunk is twisted or side bending

REBA gövde duruşları için; gövde geriye doğru ise, gövde dikse ve 0-20°, 20-60° ve 60°den fazla açılarla eğiliyorsa bu seçeneklerden uygun olan seçilmelidir.

Gövde dönme hareketi yaptıysa ya da büküldüyse bu seçenek de seçilmelidir.

**Şekil 15:** REBA gövde duruşları

**Legs**

Support in the two legs, walking or seated     Support in one leg

**Additional**


30 to 60 degrees     More than 60 degrees

REBA bacak duruşları:  
İki baktan da destek alınıyorsa (yürüme, oturma), tek baktan destek alınıyorsa ona uygun olan seçenek seçilmeli.


Ayrıca, Bacak 30-60° ya da 60°den fazla açıyla eğik duruyorsa bu seçeneklerden uygun olan seçilmelidir.

**Şekil 16:** REBA bacak duruşları


**Load**



Load < 5 Kg



Load 5 to 10 Kg



Load > 10 Kg

Additional

Shock or rapid build up of force


Yük, ani ve hızlı şekilde kaldırılıyorsa bu seçenek de seçilmelidir.

REBA yük miktarları:  
5 kg'dan az, 5-10 kg arası, 10 kg'dan fazla olan yükler uygun olan ağırlığına göre seçilir.


**Şekil 17: REBA yük miktarları**

REBA üst kol duruşları:  
Üst kol uzantısı 20° den fazla geride, -20°-20°, 20-45°, 45-90°, 90°den fazla olan açılardan yapılan işe göre uygun olan


**Upper arm**




In extension more than 20 degrees




- 20 to 20 degrees



20 to 45 degrees



45 to 90 degrees



More than 90 degrees

Additional

Upper arm is abducted

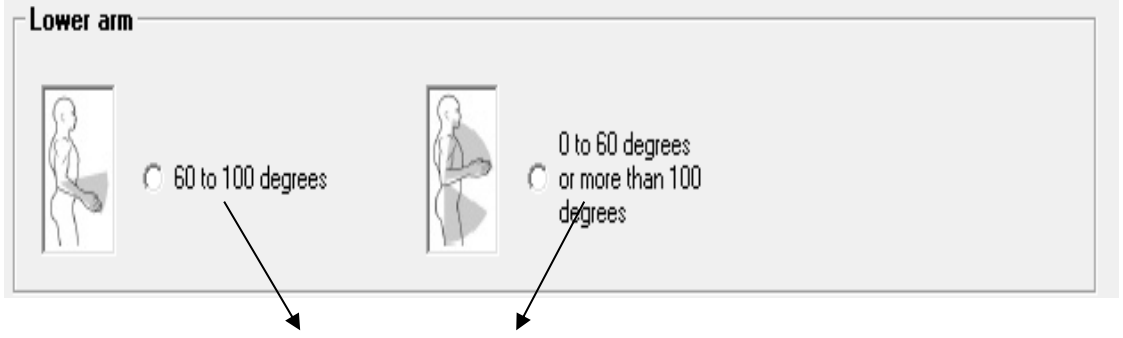
Shoulder is raised

Arm is supported or person is leaning

Üst kol kalkırsa, omuz dışarı doğruysa, kol destekleniyorsa ya da kişi bir yere uzanıyorsa(eğimli ise) uygun seçeneklerden biri de seçilmelidir.

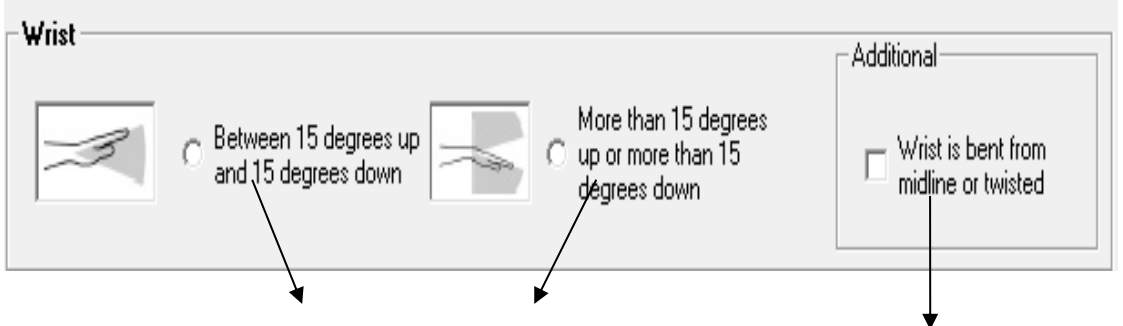
**Şekil 18: REBA üst kol duruşları**





REBA alt kol duruşları:  
Alt kol hareket açısı 60-100°, 0-60° ya da 100°'den fazla olan işler için uygun olan seçenek seçilmelidir.

Şekil 19: REBA alt kol duruşları



REBA bilek hareketleri:  
Bileğin yukarı ve aşağı hareketinin arası 15°, yukarı ve aşağı hareketinin 15°'den fazla açı yaptığı işlere göre uygun seçenek seçilmelidir.

Bilek orta noktadan dönmüş ya da bükülebilir(kıvrık) şekilde ise bu seçenek de seçilmelidir.

Şekil 20: REBA bilek hareketleri

**Coupling**

Good       Fair       Poor       Unacceptable

Tutuş konumuna göre uygun seçenek seçilmelidir. Eğer yapılan işin tutulacak yeri varsa *good* seçilmeli, tutulacak yeri kötü ise *fair*, tutulacak yeri yoksa *poor*, herhangi bir şey tutması gerekmiyorsa *unacceptable* seçilmelidir.

**Şekil 21:** REBA tutuş şekilleri

**Activity**

One or more body parts are held for longer than 1 minute (static)

Repeated small range actions (more than 4x per minute)

Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

**Şekil 22:** REBA aktivite durumu

- Bir veya daha fazla vücut hareketi bir dakikadan daha fazla süre devam ediyorsa statiktir denir. İlk seçenek seçilmelidir.
- Yapılan hareket küçük oranlarda tekrarlanıyorsa ikinci seçenek seçilmelidir.
- Yapılan harekette postür hızlı oranda değişiyorsa üçüncü seçenek seçilmelidir.

### 1.10.2 RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

RULA çalışanların maruz kaldığı kol ve bacaklardaki risk faktörlerini ölçme ve değerlendirme işlemidir. Ergonomik değerlendirme aracı olup boyun, gövde, üst kol ve ellerin iş görevlerindeki biyomekanik ve postural yük gereksinimlerini dikkate alır.

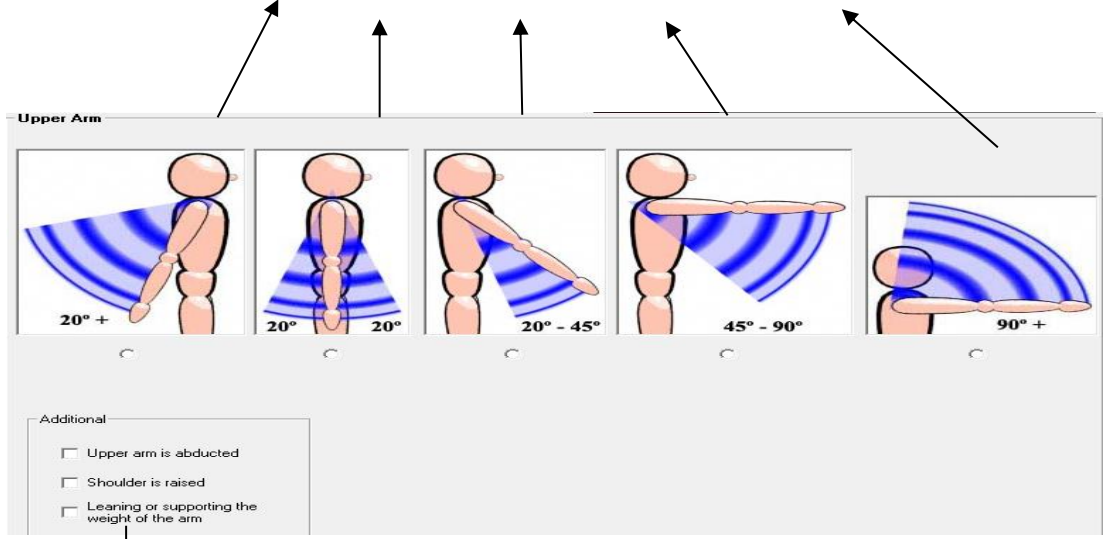
RULA, ergonomi veya pahalı ekipmanlara gerek duyulmadan kolay kullanım için tasarlanmıştır. Bu çalışmada değerlendirme yapan kişi alt kol, üst kol, bilek, boyun, gövde ve bacaklar için birer puan atar. Daha sonra atadığı puanları formda birleştirerek aşağıdaki MSD risk düzeyini temsil eden bir değer bulur:

**Tablo 4:** RULA skorları ve risk düzeyleri

SKOR	RİSK DÜZEYİ
1-2	İhmal edilebilir risk düzeyidir. Acil iyileştirmelere gerek yoktur.
3-4	Düşük risk düzeyidir. İhtiyaç duyulduğunda iyileştirmeler yapılmalıdır.
5-6	Orta risk düzeyidir. Daha fazla gözlem ve yakın zamanda iyileştirmeler yapılmalıdır.
6+	Çok yüksek risk düzeyidir. Zaman kaybedilmeden çok acil iyileştirmeler yapılmalıdır.

### RULA üst kol duruşları:

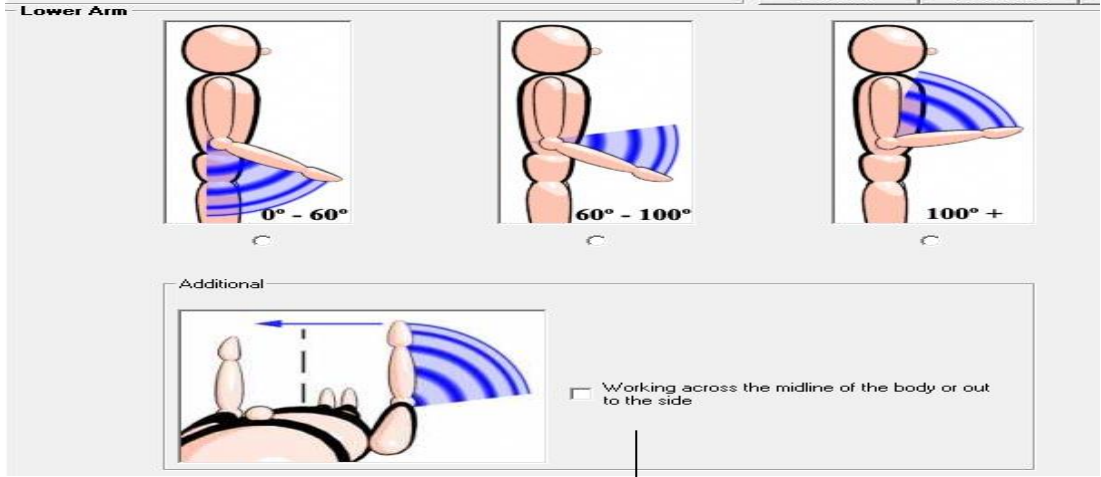
Üst kol uzantısı  $20^\circ$  den fazla geriye,  $-20^\circ$ - $20^\circ$ ,  $20$ - $45^\circ$ ,  $45$ - $90^\circ$ ,  $90^\circ$ 'den fazla olan açılardan yapılan işe göre uygun olan seçilmelidir.



Şekil 23: RULA üst kol duruşları

Üst kol kalkırsa, omuz yükseltirse, kol destekleniyorsa ya da kişi bir yere uzanıyorsa uygun seçeneklerden biri de seçilmelidir.

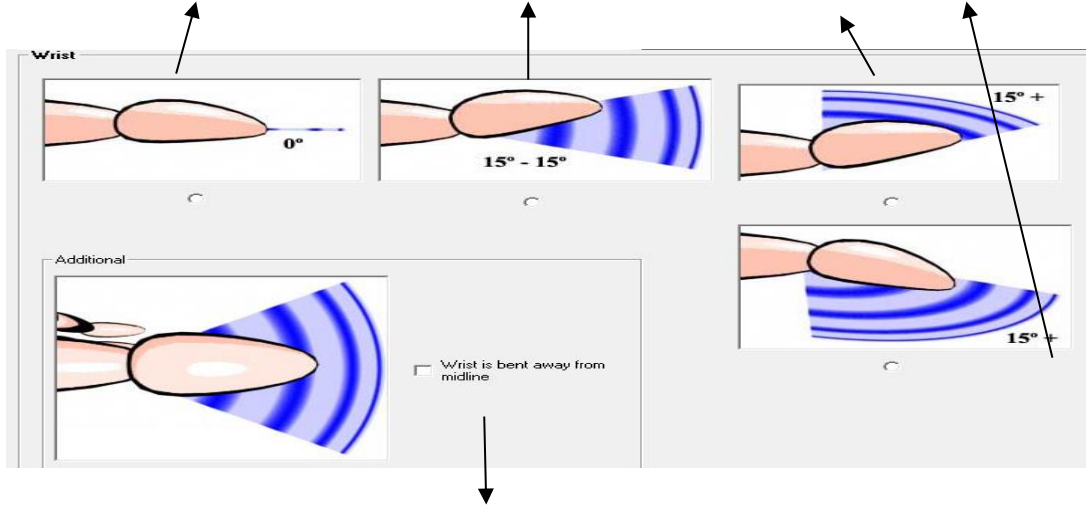
RULA alt kol duruşları:  
Kol; 0-60°, 60-100°, 100°'den fazla açılarla hareket etmektedir. Yapılan işe göre uygun açı seçilmelidir.



Alt kollar; vücudun ortasına kadar kapanıyorsa ya da dışarı doğru açılıyorsa bu seçenek de seçilmelidir.

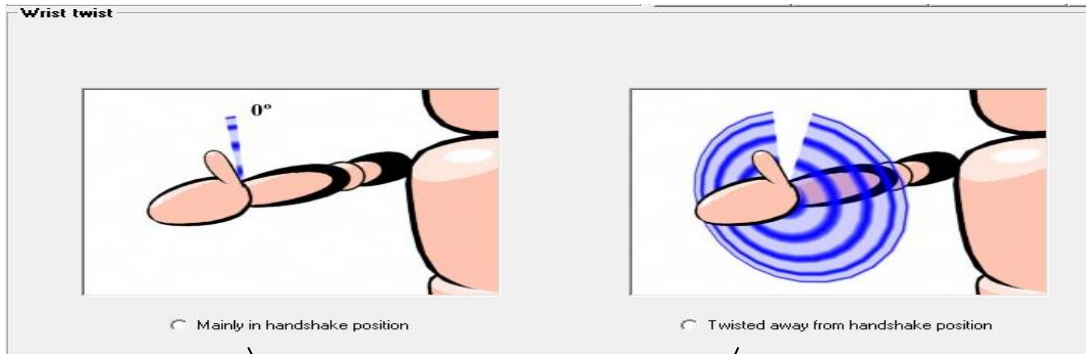
Şekil 24: RULA alt kol duruşları

RULA bilek hareketleri:  
Bilek hareketsiz ise, yukarı ve aşağı hareketinin arası 15° ise, yukarı ve aşağı hareketinin 15°'den fazla ise yaptığı harekete göre uygun seçenek seçilmelidir.



Bilek orta noktadan dönüyor ise bu seçenek de seçilmeli.

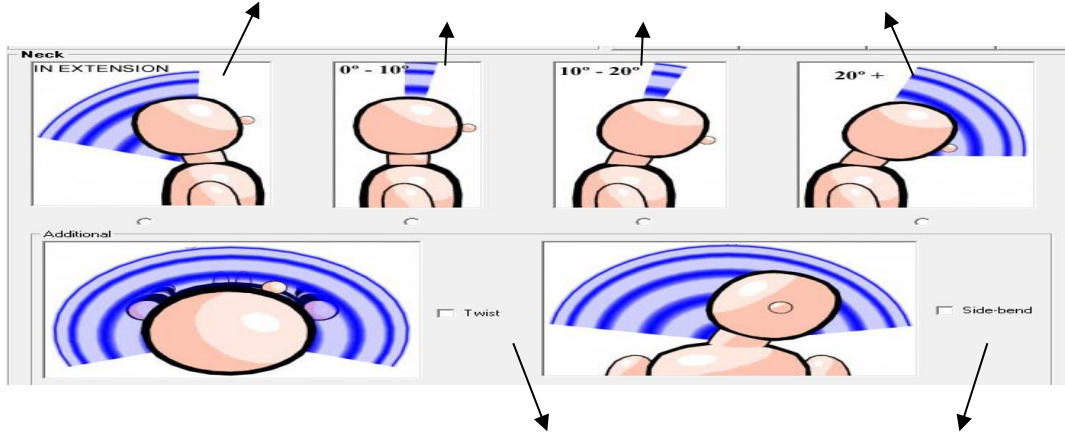
Şekil 25: RULA bilek hareketleri



RULA bilek dönme hareketleri:  
Bilek sıkışmış durumda yani hareketsiz ise ve bilekten dönme hareketi yapılıyorsa bu seçeneklerden uygun olan seçilmelidir.

Şekil 26: RULA bilek dönme hareketleri

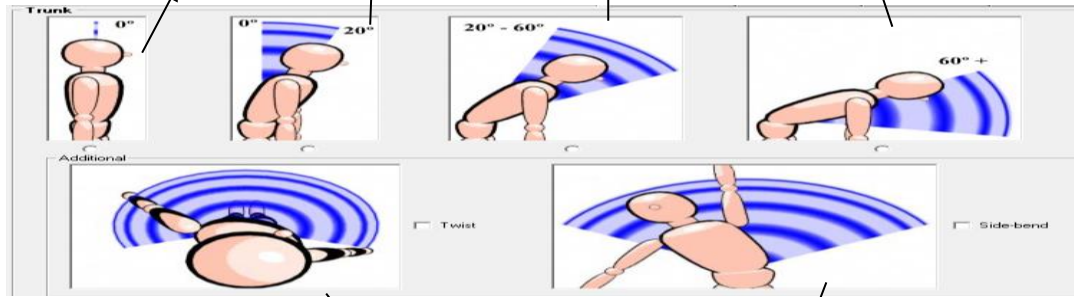
RULA boyun duruşları:  
Dik duruş, 0-10° eğik boyun, 10-20° eğik boyun ve 20° den fazla eğik boyun duruşları için seçim yapılır. Sadece bir tanesi seçilmelidir.



Ekstra olarak; boyun dönme hareketi yapıyorsa ve yana eğik şekildeyse(bükülebiliyorsa) bu seçeneklerden de uygun olan işaretlenmelidir.

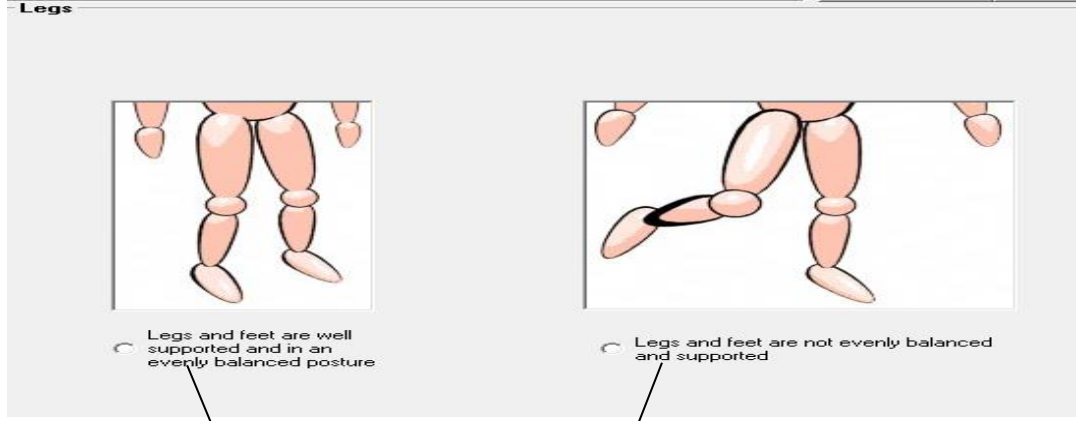
Şekil 27: RULA boyun duruşları

RULA gövde duruşları:  
Gövde dikse, 0-20°, 20-60° ve 60°den fazla açılarla eğiliyorsa bu seçeneklerden uygun olan seçilmelidir.



Gövde dönmüş veya yana yatık hareket halindeyse bunlardan biri de seçilmelidir.

Şekil 28: RULA gövde duruşları



**RULA bacak duruşları:**  
 Kişi, iş esnasında iki bacak ve ayaktan da destek alıyorsa ya da ayak ve bacakların ikisi tarafından destek almıyorsa yani tek baktan destekleniyorsa uygun olan seçilmelidir.

**Şekil 29:** RULA bacak duruşları

**Muscle use and Load**

GROUP A - Upper Arm, Lower Arm and Wrist	GROUP B - Neck, trunk and legs
<p>Muscle use</p> <p><input type="checkbox"/> Posture is mainly static, e.g. held for longer than 1 minute or repeated more than 4 times per minute</p>	<p>Muscle use</p> <p><input type="checkbox"/> Posture is mainly static, e.g. held for longer than 1 minute or repeated more than 4 times per minute</p>
<p>Load</p> <p><input type="radio"/> Less than 2kg intermittent load</p> <p><input type="radio"/> 2 to 10 kg intermittent load</p> <p><input type="radio"/> 2 to 10 kg static load or repeated loads</p> <p><input type="radio"/> 10 kg or more intermittent load</p> <p><input type="radio"/> 10 kg or more static load or repeated loads</p> <p><input type="radio"/> Shock or forces with rapid build up</p>	<p>Load</p> <p><input type="radio"/> Less than 2kg intermittent load</p> <p><input type="radio"/> 2 to 10 kg intermittent load</p> <p><input type="radio"/> 2 to 10 kg static load or repeated loads</p> <p><input type="radio"/> 10 kg or more intermittent load</p> <p><input type="radio"/> 10 kg or more static load or repeated loads</p> <p><input type="radio"/> Shock or forces with rapid build up</p>

**Şekil 30:** RULA kas kullanımı ve yük miktarı

Grup A: Üst kol, alt kol ve bilek ve Grup B: Boyun, gövde ve bacaklar açısından kas kullanımı ve yük miktarları için seçenekler vardır:

- Kas kullanımı için işi yapanın duruşu statik ise o seçenek seçilmelidir.
- Yük miktarı için; 2kg'dan az, 2-10kg, 10kg'dan fazla gibi seçenekler vardır ve yapılan işe uygun olan yük miktarı seçilmelidir.



## BÖLÜM İKİ

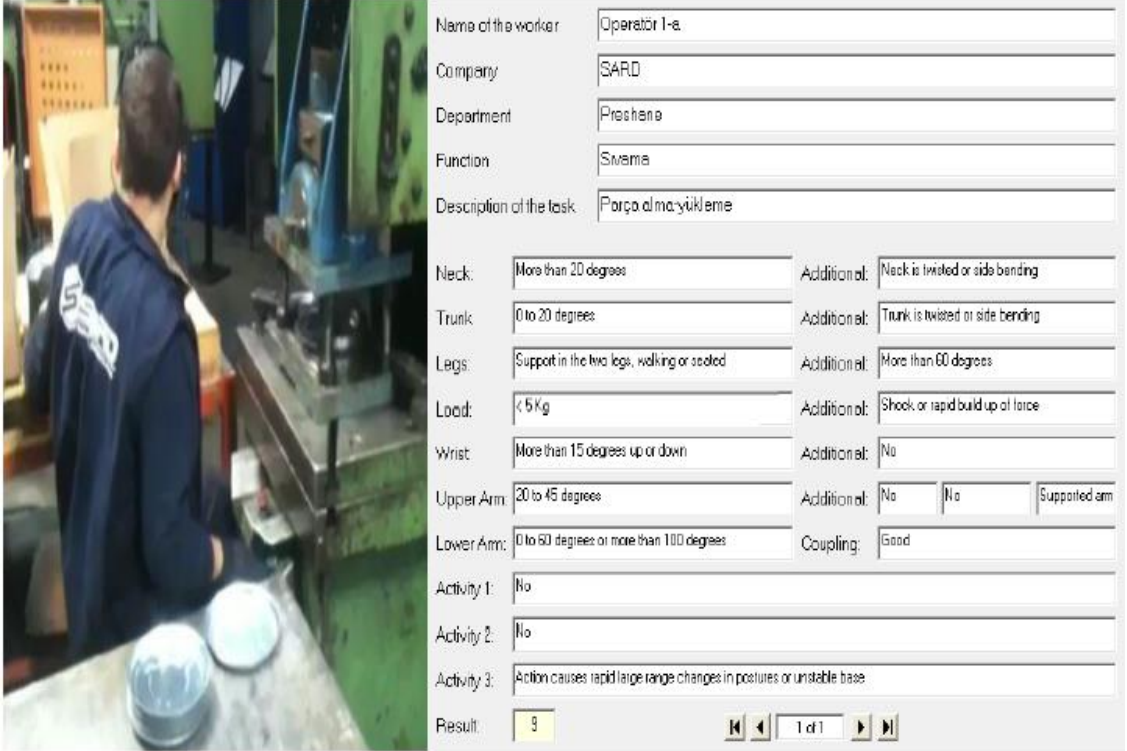
### UYGULAMA

#### 2.1 REBA ve RULA Analizleri

Bir kalıp imalat işletmesinde seçilen preshane bölümünde REBA ve RULA analizleri uygulanmıştır. Departmanlarda çalışan bir işçinin yaklaşık 10 dakika boyunca video kamera görüntüleri alınmıştır. 10 dakikalık gözlem süresi, çalışanın tüm gün yaptığı işlerin benzerliği nedeniyle yeterli görülmüştür. Gözlemlenen kişiler bu iş yerinde, ilgili bölümde çalışan işçiler arasından rastgele seçilmiştir. Çalışma zamanı (Mart 2016) içerisinde gözlem zamanı da rastgele seçilmiştir. Çekilen videolar incelenmiştir ve bu incelemelere göre işçilerin gözle görülen riskli çalışma duruşlarının gözlemlenmesi ve analizi yapılmıştır. REBA analizi, ErgoFellow programından, RULA analizi ise RULA'nın hazır excel programı üzerinden skorlanmıştır. Elde edilen skorların yorumlanması yapılmıştır.

#### 2.1.1 Sıvama işleminde parça alma – yükleme işlemi

##### 2.1.1.1 REBA



Name of the worker	Operatör 1-a.	
Company	SARD	
Department	Preshane	
Function	Sıvama	
Description of the task	Parça alma/yükleme	
Neck:	More than 20 degrees	Addition of: Neck is twisted or side bending
Trunk:	0 to 20 degrees	Addition of: Trunk is twisted or side bending
Legs:	Support in the two legs, walking or seated	Addition of: More than 60 degrees
Load:	< 5 Kg	Addition of: Shock or rapid build up of force
Wrist:	More than 15 degrees up or down	Addition of: No
Upper Arm:	30 to 45 degrees	Addition of: No No Supported arm
Lower Arm:	0 to 60 degrees or more than 100 degrees	Coupling: Good
Activity 1:	No	
Activity 2:	No	
Activity 3:	Action causes rapid large range changes in postures or unstable base	
Result:	9	

Şekil 31: Sıvama işleminde parça alma – yükleme işlemi REBA skoru

Şekil 31’de operatör preshane bölümünde parçanın sıvama işlemini yapmaktadır. Boynu 20 dereceden fazla öne doğru hareket etmiş olup gövdesi öne doğru 20 dereceden az yönelmiş haldedir. Boynu ve gövdesi sola doğru dönmüştür. İki bacağı üzerinde durmakla birlikte bacakları dizlerinden 60 dereceden fazla kırılmıştır. Bu tezgahta operatörün işlem yaptığı parça 5 kilogramdan azdır ve operatör işlemi hızlı, sürekli ve ani bir şekilde yapmaktadır. El bilekleri 15 dereceden daha fazla bükülmüş durumdadır. Parçaya uzandığı sol kolunun dirsekten üst kısmı 20-45 derece arası, alt kısmı ise 100 dereceden fazla eğimle işlemi yapmaktadır. Bu analiz sonucunda REBA risk skoru 8 çıkmıştır.

### 2.1.1.2 RULA

Upper Arm Posture Scores		LEFT	RIGHT
	<b>Additional Considerations</b> + 1 raised shoulder + 1 abducted shoulder - 1 leaning or supported arm	3	
Lower Arm Posture Scores		LEFT	RIGHT
	<b>Additional Considerations</b> + 1 if working across the midline of the body or out to the side	2	
Wrist Posture Scores		LEFT	RIGHT
	<b>Additional Considerations</b> + 1 if wrist is bent away from midline	3	
Wrist Twist Posture Scores		LEFT	RIGHT
		2	

L	R				
4	0	+	1	+	0
SCORE A			MUSCLE		FORCE
			=		5 0
					SCORE C

Neck Posture Scores					
0° - 10°	10° - 20°	> 20°	in extension	Additional Considerations	
1	2	3	4	+1 if twisted	+1 if side-bent
<b>3</b>					
Trunk Posture Scores					
0°	0° - 20°	20° - 60°	> 60°	Additional Considerations	
1	2	3	4	+1 if twisted	+1 if side-bent
<b>2</b>					
Leg Posture Scores					
1 Well-supported & evenly balanced			2 NOT well-supported & evenly balanced		
<b>1</b>					

L	R				
3		+	1		+
SCORE B			MUSCLE		
			0		=
			SCORE D		
			4		
			GRAND SCORE		
			5		
			GRAND SCORE		

**Şekil 32:** Sıvama işleminde parça alma – yükleme işlemi RULA skoru

Şekil 32’de operatörün boynu 20 dereceden fazla öne doğru hareket etmiş olup gövdesi öne doğru 20 dereceden az yönelmiş haldedir. İki bacağı üzerinde durmaktadır. Bu tezgahta operatörün işlem yaptığı parça 2 kilogramdan azdır ve kasları genellikle statiktir. El bilekleri 15 dereceden daha fazla bükülmüş durumdadır. Parçaya uzandığı sol kolunun dirsekten üst kısmı 20-45 derece arası, alt kısmı ise 100 dereceden fazla eğimle işlemi yapmaktadır. Bu analiz sonucunda RULA risk skoru 5 çıkmıştır.

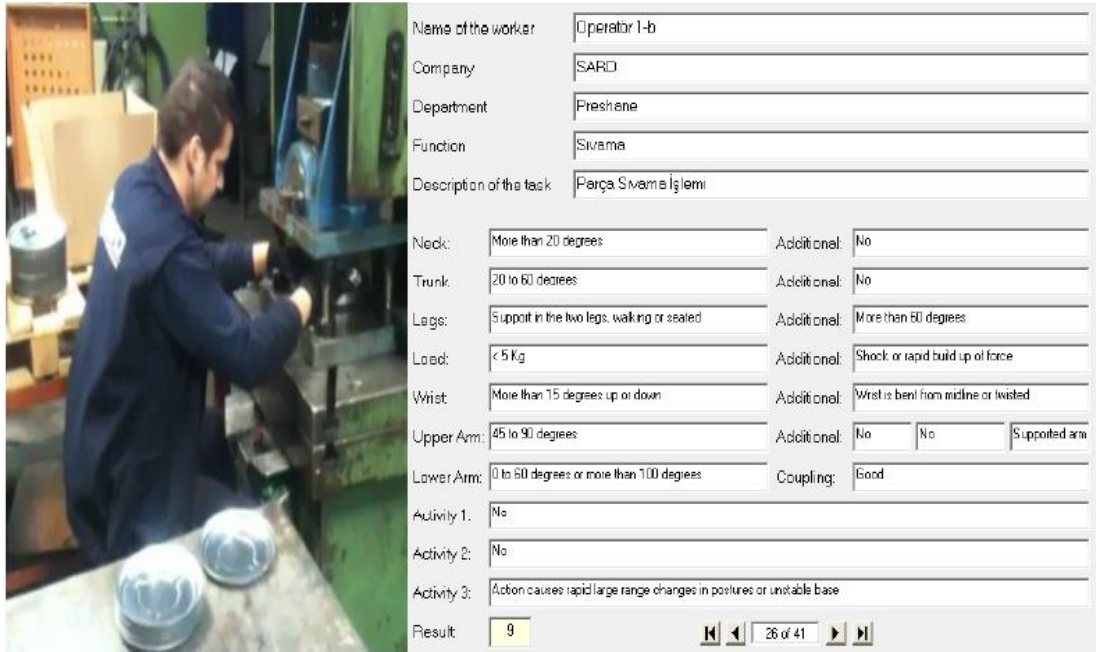
### 2.1.1.3 REBA – RULA karşılaştırılması ve iyileştirme önerisi

Yapılan incelemede bu duruş için REBA ve RULA skorları farklı çıkmıştır. Bu farklı risk skorları farklı risk düzeylerine karşılık gelmektedir. REBA’da 8 risk skoru yüksek düzeyde riske karşılık gelmektedir ve acil iyileştirmeler yapılmalıdır. RULA’da 5 risk skoru orta düzeyde riske karşılık gelmektedir. Daha fazla gözlem ve yakın zamanda iyileştirmeler yapılmalıdır.

Operatörün oturma sandalyesi doğru değildir. Bu, operatörün işlemlerine değer katmamaktadır. Operatörün işi gereği boynu ve belinde dönme durumu olduğu gibi iş görenin kambur durmasına sebep olmaktadır. Bu yüzden şekildeki operatöre yükselip alçalabilen dönen tekerlekli sandalye verilmesi ile iş görenin zorlanan duruşları engellenebilir.

## 2.1.2 Sıvama işleminde parça sıvama

### 2.1.2.1 REBA



Name of the worker	Operator 1-b		
Company	SARD		
Department	Preshane		
Function	Sıvama		
Description of the task	Parça Sıvama İşlemi		
Neck:	More than 20 degrees	Additional:	No
Trunk:	20 to 60 degrees	Additional:	No
Legs:	Support in the two legs, walking or seated	Additional:	More than 60 degrees
Load:	< 5 Kg	Additional:	Shock or rapid build up of force
Wrist:	More than 15 degrees up or down	Additional:	Wrist is bent from midline or twisted
Upper Arm:	45 to 90 degrees	Additional:	No No Supported arm
Lower Arm:	0 to 60 degrees or more than 100 degrees	Coupling:	Good
Activity 1:	No		
Activity 2:	No		
Activity 3:	Action causes rapid large range changes in postures or unstable base		
Result:	9		

Şekil 33: Sıvama işleminde parça sıvama REBA skoru

Şekil 33'de operatörümüz preshane bölümünde parçanın sıvama işlemini yapmaktadır. Boynu 20 dereceden fazla öne doğru hamle halinde ve gövdesi yine öne doğru 20 ila 60 derece arasında eğilmiştir. İki bacağından da destek alarak oturan operatörün bacakları dizlerinden 60 dereceden daha fazla kırılmış vaziyettedir. Sıvaması yapılan işlemin ağırlığı 5 kilogramdan daha azdır. Kolumun üst kısmı 45 ila 90 derece arası dirsekten kırılmış ve alt kısmı da 100 dereceden fazla kırılmış durumdadır. Bileği 15 dereceden daha fazla bükülmüş ve kıvrık vaziyettedir. İşlem sürekli ve hızlı tekrarlarla yapılmaktadır. Parçanın tutulacak yeri kenarlarında vardır. Tüm bu tespitler REBA uygulanmasında değer olarak girildiğinde karşımıza skor olarak 9 çıkmaktadır.

### 2.1.2.2 RULA

Upper Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations			3	
				+1 raised shoulder	+1 abducted shoulder
				-1 leaning or supported arm	
Lower Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations			2	
				+1 if working across the midline of the body or out to the side	
Wrist Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations			3	
				+1 if wrist is bent away from midline	
Wrist Twist Posture Scores				LEFT	RIGHT
	1	Mainly in hand-shake position (mid-range of twist)	2	Twisted away from hand-shake position (at or near end-range of twist)	2
Neck Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations			3	
				+1 if twisted	+1 if side-bent
Trunk Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations			3	
				+1 if twisted	+1 if side-bent
Leg Posture Scores				LEFT	RIGHT
	1	Well-supported & evenly balanced	2	NOT well-supported & evenly balanced	1

➔ Skor: 5

➔ Skor: 5

Şekil 34: Sıvama işleminde parça sıvama RULA skoru

Şekil 34'de operatörün boynu 20 dereceden fazla öne doğru hareket etmiş olup gövdesi öne doğru 20-60 derece yönelmiş haldedir. İki bacağı üzerinde durmaktadır. Bu tezgahta operatörün işlem yaptığı parça 2 kilogramdan azdır ve kasları genellikle statiktir. El bilekleri 15 dereceden daha fazla bükülmüş durumdadır. Parçaya uzandığı sol kolunun dirsekten üst kısmı 45-90 derece arası, alt kısmı ise 100 dereceden fazla eğimle işlemi yapmaktadır. Bu analiz sonucunda RULA risk skoru 6 çıkmıştır.

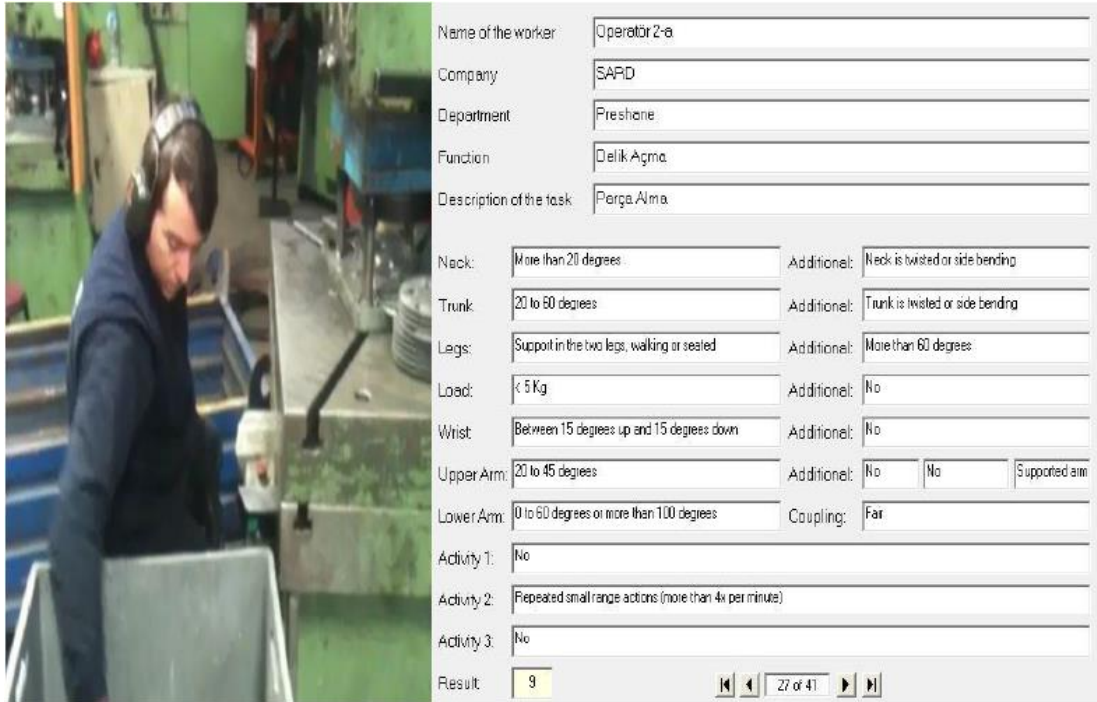
### 2.1.2.3 REBA – RULA karşılaştırılması ve iyileştirme önerisi

Yapılan incelemede bu duruş için REBA ve RULA skorları farklı çıkmıştır. Bu farklı risk skorları farklı risk düzeylerine karşılık gelmektedir. REBA’da 9 risk skoru yüksek düzeyde riske karşılık gelmektedir ve acil iyileştirmeler yapılmalıdır. RULA’da 6 risk skoru orta düzeyde riske karşılık gelmektedir. Daha fazla gözlem ve yakın zamanda iyileştirmeler yapılmalıdır.

Operatör için tekerlekli, sağa-sola dönebilen, aşağı-yukarı inip çıkabilen ve sırt ile bel bölgesini kavrayacak bir sandalye tasarlanması durumunda boyun, gövde kol ve bilek duruşlarında iyileşmeler meydana gelecek.

### 2.1.3 Delik açma işleminde parça alma

#### 2.1.3.1 REBA



The screenshot displays the REBA assessment tool interface. On the left, a video frame shows a worker in a dark blue uniform operating a machine. On the right, the assessment form is filled out with the following data:

Name of the worker:	Operatör 2-a		
Company:	SAPD		
Department:	Preshane		
Function:	Delik Açma		
Description of the task:	Parça Alma		
Neck:	More than 20 degrees	Additional:	Neck is twisted or side bending
Trunk:	20 to 60 degrees	Additional:	Trunk is twisted or side bending
Legs:	Support in the two legs, walking or seated	Additional:	More than 60 degrees
Load:	< 5 Kg	Additional:	No
Wrist:	Between 15 degrees up and 15 degrees down	Additional:	No
Upper Arm:	20 to 45 degrees	Additional:	No No Supported arm
Lower Arm:	0 to 60 degrees or more than 100 degrees	Coupling:	Far
Activity 1:	No		
Activity 2:	Repeated small range actions (more than 4x per minute)		
Activity 3:	No		
Result:	9		

Navigation buttons at the bottom right indicate the current page is 27 of 41.

Şekil 35: Delik açma işleminde parça alma REBA skoru

Şekil 35’de operatör preshane bölümünde çalışmakta olup delik açma işlemi uygulanacak parçaya uzanmaktadır. İncelenen görüntüde operatörümüz boynunu 20 dereceden fazla ve gövdesini 20 ila 60 derece arasında öne eğmiştir. Aynı zamanda hem boynu hem de gövdesi sağa doğru dönmüştür. İşlem yaptığı parça 5 kilogramdan azdır. Bileği 15 dereceden daha az bükülmüş durumdadır. İki bacağı üzerinde durmakta olup, bacakları dizlerinden 60 dereceden fazla kırılmış durumdadır. Üst kol sağa doğru 20 ila 45 derece arasında bir açıyla uzanmış ve

kolunun alt kısmı da 0 ve 60 derece arası dirsekten bükülü durumdadır. İşlem dakikada 4'ten fazla olmak suretiyle tekrarlanmaktadır. Tüm bu tespitlere bağlı olarak veriler girildiğinde REBA skoru karşımıza 9 olarak çıkmaktadır.

### 2.1.3.2 RULA

Upper Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 raised shoulder + 1 abducted shoulder - 1 leaning or supported arm			2
Lower Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 if working across the midline of the body or out to the side			2
Wrist Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 if wrist is bent away from midline			3
Wrist Twist Posture Scores				LEFT	RIGHT
					2
Neck Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 if twisted + 1 if side-bent			3
Trunk Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 if twisted + 1 if side-bent			3
Leg Posture Scores				LEFT	RIGHT
					1

➔ Skor: 5

➔ Skor: 5

Şekil 36: Delik açma işleminde parça alma RULA skoru

Şekil 36'da operatörün boynu 20 dereceden fazla öne doğru hareket etmiş olup gövdesi öne doğru 20-60 derece yönelmiş haldedir. İki bacağı üzerinde durmaktadır. Bu tezgahta operatörün işlem yaptığı parça 2 kilogramdan azdır ve kasları genellikle

statiktir. El bilekleri 15 dereceden daha fazla bükülmüş durumdadır. Parçaya uzandığı sol kolunun dirsekten üst kısmı 20-45 derece arası, alt kısmı ise 0-60 ve 100 dereceden fazla eğimle işlemi yapmaktadır. Bu analiz sonucunda RULA risk skoru 6 çıkmıştır.

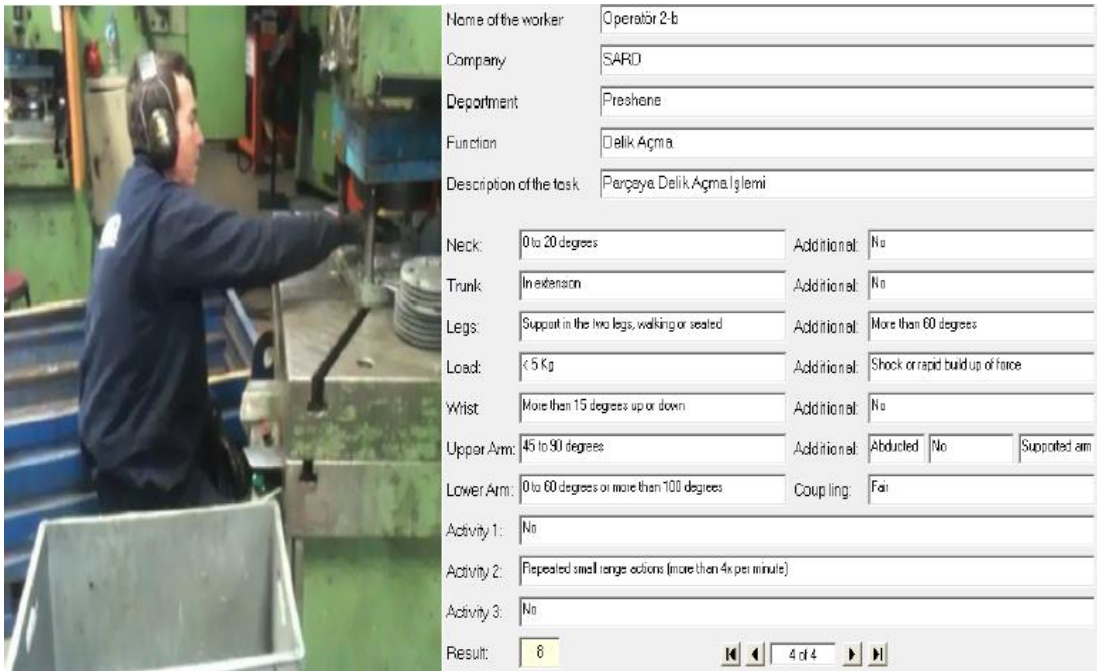
### 2.1.3.3 REBA – RULA karşılaştırılması ve iyileştirme önerisi

Yapılan incelemede bu durum için REBA ve RULA skorları farklı çıkmıştır. Bu farklı risk skorları farklı risk düzeylerine karşılık gelmektedir. REBA’da 9 risk skoru yüksek düzeyde riske karşılık gelmektedir ve acil iyileştirmeler yapılmalıdır. RULA’da 6 risk skoru orta düzeyde riske karşılık gelmektedir. Daha fazla gözlem ve yakın zamanda iyileştirmeler yapılmalıdır

Operatörün oturma sandalyesi doğru değildir. Bu, operatörün işlemlerine değer katmamaktadır. Operatörün işi gereği boynu ve belinde dönme durumu olduğu gibi iş görenin kambur durmasına sebep olmaktadır. Bu yüzden şekildeki operatöre yükselip alçalabilen dönen tekerlekli sandalye verilmesi ile iş görenin zorlanan duruşları engellenebilir. Ayrıca operatörün yanında bulunan parça kasasının altına destek ile yükseltilip parça almak için operatörün gereksiz eğilmesi önlenebilir.

## 2.1.4 Delik açma işleminde parçaya delik açma

### 2.1.4.1 REBA



Name of the worker	Operatör 2-b	
Company	SARD	
Department	Freshene	
Function	Delik Açma	
Description of the task	Parçaya Delik Açma İşlemi	
Neck:	0 to 20 degrees	Additional: No
Trunk:	In extension	Additional: No
Legs:	Support in the two legs, walking or seated	Additional: More than 60 degrees
Load:	< 5 Kg	Additional: Shock or rapid build up of force
Wrist:	More than 15 degrees up or down	Additional: No
Upper Arm:	45 to 90 degrees	Additional: Abducted: <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Supported arm <input type="checkbox"/>
Lower Arm:	0 to 60 degrees or more than 100 degrees	Coupling: Fair
Activity 1:	No	
Activity 2:	Repeated small range actions (more than 4x per minute)	
Activity 3:	No	
Result:	8	

Şekil 37: Delik açma işleminde parçaya delik açma REBA skoru



Şekilde 37'de operatör preshane bölümünde çalışmakta olup parçaya delik açma işlemini gerçekleştirmektedir. Boynu geriye doğru bükülü durumdadır. İki bacağı üzerinde durmakta ve bacakları dizlerinde 60 dereceden fazla olacak şekilde kırılı haldedir. Ağırlık 5 kilogramdan daha azdır. Üst kol 90 dereceye yakın seviyede ve alt kolda 100 dereceden fazla dirsekten bükülü durumdadır. İşlem dakikada 4'ten fazla tekrarlanmaktadır. Parça tutulacak yeri kötüdür. Üst kol kalp seviyesinden yukarıdadır ve operatör bir yere uzanmaktadır. Tüm bu tespitler REBA uygulamasına yansıtıldığında skor 8 olarak karşımıza çıkmaktadır.

### 2.1.4.2 RULA

Upper Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> +1 raised shoulder +1 abducted shoulder -1 leaning or supported arm			2
Lower Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> +1 if working across the midline of the body or out to the side			2
Wrist Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> +1 if wrist is bent away from midline			2
Wrist Twist Posture Scores				LEFT	RIGHT
					2
Neck Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> +1 if twisted +1 if side-bent			3
Trunk Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> +1 if twisted +1 if side-bent			2
Leg Posture Scores				LEFT	RIGHT
					1

➔ Skor: 4

➔ Skor: 4

Şekil 38: Delik açma işleminde parçaya delik açma REBA skoru

Şekil 38’de operatörün boynu 20 dereceden az öne doğru hareket etmiş olup gövdesi öne doğru 20-60 derece yönelmiş haldedir. İki bacağı üzerinde durmaktadır. Bu tezgahta operatörün işlem yaptığı parça 2 kilogramdan azdır ve kasları genellikle statiktir. El bilekleri 15 dereceden daha fazla bükülmüş durumdadır. Parçaya uzandığı sol kolunun dirsekten üst kısmı 45-90 derece arası, alt kısmı ise 60-100 dereceden fazla eğimle işlemi yapmaktadır. Bu analiz sonucunda RULA risk skoru 4 çıkmıştır.

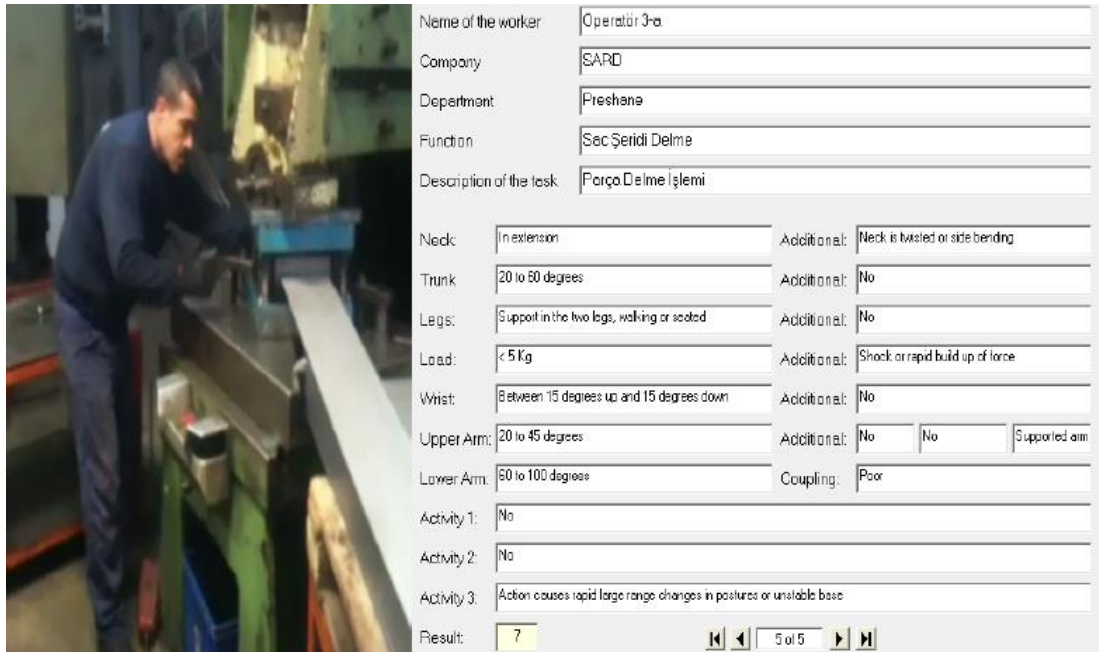
#### 2.1.4.3 REBA – RULA karşılaştırılması ve iyileştirme önerisi


Yapılan incelemede bu durum için REBA ve RULA skorları farklı çıkmıştır. Bu farklı risk skorları farklı risk düzeylerine karşılık gelmektedir. REBA’da 8 risk skoru yüksek düzeyde riske karşılık gelmektedir ve acil iyileştirmeler yapılmalıdır. RULA’da 5 risk skoru orta düzeyde riske karşılık gelmektedir. Daha fazla gözlem ve yakın zamanda iyileştirmeler yapılmalıdır

Mevcut durumda kullanılan ve ergonomik açıdan oldukça sıkıntılı tabure yerine, aşağı-yukarı yükseltilip alçaltılabilen sandalye önerilmekte ve buna bağlı öneriye dayanarak boyun ve gövde duruşlarında iyileşmeler gözlemlenmiştir

#### 2.1.5 Sac şeridi delme işleminde parça delme

##### 2.1.5.1 REBA



	Name of the worker	Operatör 3-a			
	Company	SARD			
	Department	Freshana			
	Function	Sac Şeridi Delme			
	Description of the task	Parça Delme İşlemi			
Neck	In extension	Additional:	Neck is twisted or side bending		
Trunk	20 to 60 degrees	Additional:	No		
Legs	Support in the two legs, walking or seated	Additional:	No		
Load	< 5 Kg	Additional:	Shock or rapid build up of force		
Wrist	Between 15 degrees up and 15 degrees down	Additional:	No		
Upper Arm	20 to 45 degrees	Additional:	No	No	Supported arm
Lower Arm	60 to 100 degrees	Coupling:	Poor		
Activity 1:	No				
Activity 2:	No				
Activity 3:	Action causes rapid large range changes in postures or unstable base				
Result:	7				

Şekil 39: Sac şeridi delme işleminde parça delme REBA skoru

Şekil 39’da görülen operatör sac şeridi delme işlemi yapmaktadır. Boynu geriye doğru hamleli, sağa kıvrılmış ve gövdesi 20 ila 60 derece arası öne doğru bükülmüş durumdadır. İşlem yaptığı parça anlık etki itibariyle 5 kilogramdan az olarak değerlendirilmektedir. Üst kolu 20 ve 45 derece arası, alt kolu da 60 ve 100 derece arasında bükülmüştür. Operatör işlemi öne uzanarak yapmaktadır. Yapılan işlem bol tekrarlıdır. Bilekler 15 dereceden daha az bükülü durumdadır. Tüm bu tespitler REBA çerçevesinde değer olarak yansıtılıp uygulandığında karşımıza skor olarak 7 çıkmaktadır.

### 2.1.5.2 RULA

Upper Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations				2
		+ 1 raised shoulder	+ 1 abducted shoulder	- 1 leaning or supported arm	
Lower Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations				1
		+ 1 if working across the midline of the body or out to the side			
Wrist Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations				2
		+ 1 if wrist is bent away from midline			
Wrist Twist Posture Scores				LEFT	RIGHT
	1	2			1
Mainly in hand-shake position (mid-range of twist)		Twisted away from hand-shake position (at or near end-range of twist)			
Neck Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations				4
		+ 1 if twisted	+ 1 if side-bent		
Trunk Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations				3
		+ 1 if twisted	+ 1 if side-bent		
Leg Posture Scores				LEFT	RIGHT
	1	2			1
Well-supported & evenly balanced		NOT well-supported & evenly balanced			

➔ Skor: 4

➔ Skor: 7

Şekil 40: Sac şeridi delme işleminde parça delme RULA skoru

Şekil 40’da operatörün boynu uzatılmış konumda olup gövdesi öne doğru 20-60 derece yönelmiş haldedir. İki bacağı üzerinde durmaktadır. Bu tezgahta operatörün işlem yaptığı parça 2 kilogramdan azdır ve kasları genellikle statiktir. El bilekleri 15 dereceden daha fazla bükülmüş durumdadır. Parçaya uzandığı sol kolunun dirsekten üst kısmı 20-45 derece arası, alt kısmı ise 60-100 derece eğimle işlemi yapmaktadır. Bu analiz sonucunda RULA risk skoru 4 çıkmıştır.

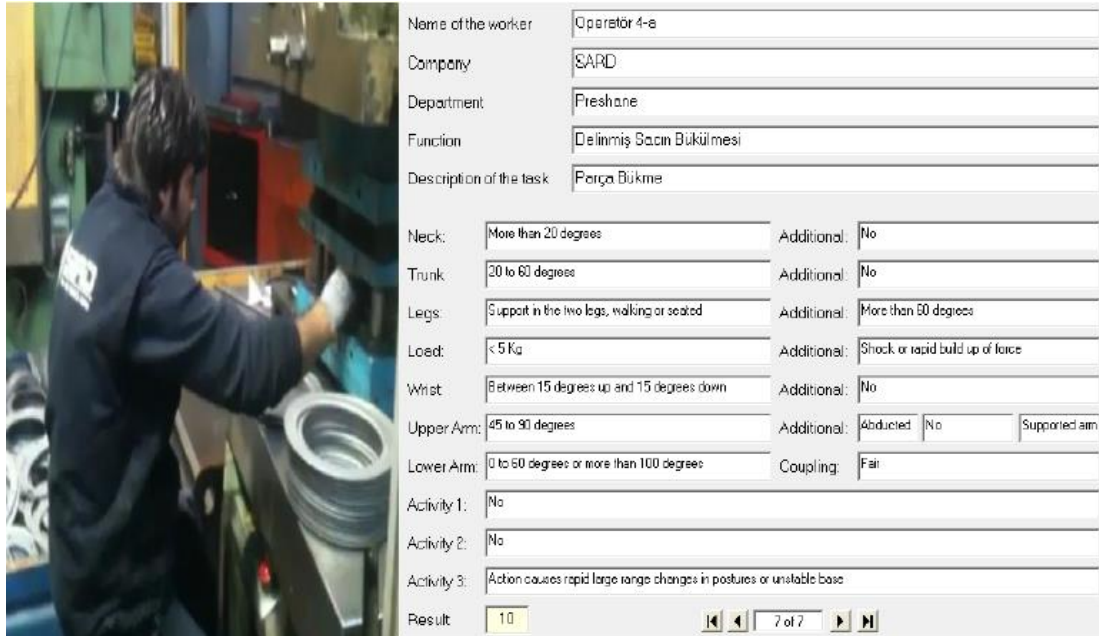
### 2.1.5.3 REBA – RULA karşılaştırılması ve iyileştirme önerisi

Yapılan incelemede bu duruş için REBA ve RULA skorları farklı çıkmıştır. Ancak bu risk skorları aynı risk düzeylerine karşılık gelmektedir. REBA’da 7, RULA’da 6 risk skoru orta düzeyde riske karşılık gelmektedir. Daha fazla gözlem ve yakın zamanda iyileştirmeler yapılmalıdır.

Operatöre yükselip alçalabilen dönen tekerlekli sandalye verilmesi ile operatörün eğilme zorunluluğu önlenabilir ayrıca ayakta kalması engellenebilir. Operatör gövdesini dik tutması, bileklerini kıvrımadan düz tutması gerektiği konusunda eğitilmesi gerekir.

## 2.1.6 Delinmiş sacın bükülmesi işleminde parça bükme

### 2.1.6.1 REBA



Name of the worker	Operatör 4-a		
Company	SARD		
Department	Freshane		
Function	Delinmiş Sacın Bükülmesi		
Description of the task	Parça Bükme		
Neck:	More than 20 degrees	Additional:	No
Trunk:	20 to 60 degrees	Additional:	No
Legs:	Support in the two legs, walking or seated	Additional:	More than 60 degrees
Load:	< 5 Kg	Additional:	Shock or rapid build up of force
Wrist:	Between 15 degrees up and 15 degrees down	Additional:	No
Upper Arm:	45 to 90 degrees	Additional:	Abducted <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Supported arm <input type="checkbox"/>
Lower Arm:	0 to 60 degrees or more than 100 degrees	Coupling:	Fair
Activity 1:	No		
Activity 2:	No		
Activity 3:	Action causes rapid large range changes in postures or unstable base		
Result	10		

Şekil 41: Delinmiş sacın bükülmesi işleminde parça bükme REBA skoru

Şekil 41’de operatör delinmiş sacın bükülmesi işlemini uygulamaktadır. Boynu 20 dereceden fazla, gövdesi ise 20 ila 60 derece arasında öne hamle yapmıştır. İki bacağı üzerinde dengede durmakta olup bacakları dizlerinden 60 dereceden fazla kırılmış durumdadır. El bilekleri 15 dereceden az bükülü vaziyette olup düz haldedir. Üst kol 45 ila 90 derece ve alt kolda 100 dereceden fazla olacak şekilde dirsekten bükülmüştür. Üst kol kalp seviyesinden yukarıda olup öne uzanmaya varır. İşlem sürekli ve dakika içinde bol tekrarlıdır. Bu tespitlerin değer olarak girilmesi sonucu ortaya çıkan REBA skoru 10’dur.

### 2.1.6.2 RULA

Upper Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> +1 raised shoulder +1 abducted shoulder -1 leaning or supported arm			<b>3</b>
Lower Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> +1 if working across the midline of the body or out to the side			<b>2</b>
Wrist Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> +1 if wrist is bent away from midline			<b>3</b>
Wrist Twist Posture Scores				LEFT	RIGHT
					<b>2</b>
Neck Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> +1 if twisted +1 if side-bent			<b>3</b>
Trunk Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> +1 if twisted +1 if side-bent			<b>3</b>
Leg Posture Scores				LEFT	RIGHT
					<b>1</b>

➔ Skor: 5

➔ Skor: 5

Şekil 42: Delinmiş sacın bükülmesi işleminde parça bükme RULA skoru

Şekil 42’de operatörün boynu 20 dereceden az öne doğru hareket etmiş olup gövdesi öne doğru 20-60 derece yönelmiş haldedir. İki bacağı üzerinde durmaktadır. Bu tezgahta operatörün işlem yaptığı parça 2 kilogramdan azdır ve kasları genellikle statiktir. El bilekleri 15 dereceden daha fazla bükülmüş durumdadır. Parçaya uzandığı kolunun dirsekten üst kısmı 45-90 derece arası, alt kısmı ise 0-60 veya 100 dereceden fazla eğimle işlemi yapmaktadır. Bu analiz sonucunda RULA risk skoru 6.

### 2.1.6.3 REBA – RULA karşılaştırılması ve iyileştirme önerisi

Yapılan incelemede bu duruş için REBA ve RULA skorları farklı çıkmıştır. Bu farklı risk skorları farklı risk düzeylerine karşılık gelmektedir. REBA’da 10 risk skoru yüksek düzeyde riske karşılık gelmektedir ve acil iyileştirmeler yapılmalıdır. RULA’da 6 risk skoru orta düzeyde riske karşılık gelmektedir. Daha fazla gözlem ve yakın zamanda iyileştirmeler yapılmalıdır.

Operatörün duruş itibarıyla boynu ve gövdesi yanlış şekildedir. Operatörün sırtını sağlıklı bir şekilde dayayabileceği ve alçalıp yükselebilen, sandalyenin alımı ve operatörlere kullanılması ile iyileştirilebilir.

## 2.1.7 Delinmiş sacın bükülmesi işleminde işlem butonuna basılması

### 2.1.7.1 REBA



Name of the worker	Operatör 4-b		
Company	SARD		
Department	Freshane		
Function	Delinmiş Sacın Bükülmesi		
Description of the task	İşlem Butonuna Basılması		
Neck:	More than 20 degrees	Additional:	No
Trunk:	20 to 60 degrees	Additional:	No
Legs:	Support in the two legs, walking or seated	Additional:	More than 60 degrees
Load:	< 5 Kg	Additional:	Shock or rapid build up of force
Wrist:	More than 15 degrees up or down	Additional:	No
Upper Arm:	- 20 to 20 degrees	Additional:	No No No
Lower Arm:	60 to 100 degrees	Coupling:	Good
Activity 1:	No		
Activity 2:	No		
Activity 3:	Action causes rapid large range changes in postures or unstable base		
Result:	B		

Şekil 43: Delinmiş sacın bükülmesi işleminde işlem butonuna basılması REBA skoru

Şekilde, operatörün delinmiş sacın bükülmesi işleminin yapılması için işlem butonuna basarkenki görüntüsü ele alınmıştır. Boynu 20 dereceden fazla, gövdesi 20 ila 60 derece arasında öne hamlelidir. İki bacak üzerinde dengede oturulmuş ve bacaklar dizlerden 60 dereceden fazla halde kırılmış durumdadır. İşlem yapılan ağırlık 5 kilogramdan daha azdır. Üst kol 20 dereceden daha az ve alt kol da 60 ila 100 derece arasında dirsekten bükülü vaziyettedir. İşlem sık tekrarlıdır. Butona basıldığı için tutuş imkanı iyidir. Ele alınan görüntüde REBA skoru karşımıza 8 olarak çıkar ve durum içerdiği yüksek riskle birlikte acil iyileştirmeler yapılmalıdır.

### 2.1.7.2 RULA

Upper Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
				<b>Additional Considerations</b> + 1 raised shoulder + 1 abducted shoulder - 1 leaning or supported arm	
				1	
Lower Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
				<b>Additional Considerations</b> + 1 if working across the midline of the body or out to the side	
				1	
Wrist Posture Scores				LEFT	RIGHT
				<b>Additional Considerations</b> + 1 if wrist is bent away from midline	
				3	
Wrist Twist Posture Scores				LEFT	RIGHT
				2	
Neck Posture Scores				LEFT	RIGHT
				<b>Additional Considerations</b> + 1 if twisted + 1 if side-bent	
				3	
Trunk Posture Scores				LEFT	RIGHT
				<b>Additional Considerations</b> + 1 if twisted + 1 if side-bent	
				3	
Leg Posture Scores				LEFT	RIGHT
				1	

➔ Skor: 4

➔ Skor: 5

Şekil 44: Delinmiş sacın bükülmesi işleminde işlem butonuna basılması RULA skoru

Şekil 44’de operatörün boynu 20 dereceden fazla öne eğilmiş olup gövdesi öne doğru 20-60 derece yönelmiş haldedir. İki bacağı üzerinde durmaktadır. Bu tezgahta operatörün işlem yaptığı parça 2 kilogramdan azdır ve kasları genellikle statiktir. El bilekleri 15 dereceden daha fazla bükülmüş durumdadır. Parçaya uzandığı kolunun dirsekten üst kısmı -20-20 derece arası, alt kısmı ise 60-100 derece eğimle işlemi yapmaktadır. Bu analiz sonucunda RULA risk skoru 5 çıkmıştır

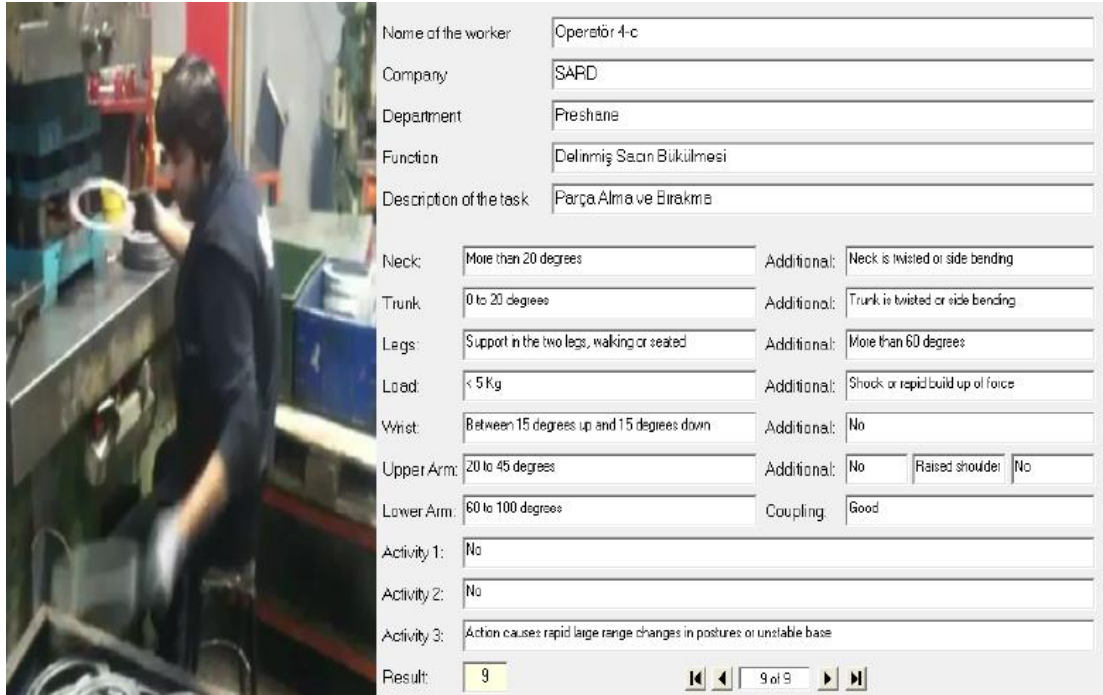
### 2.1.7.3 REBA – RULA karşılaştırılması ve iyileştirme önerisi

Yapılan incelemede bu duruş için REBA ve RULA skorları farklı çıkmıştır. Ancak bu risk skorları farklı risk düzeylerine karşılık gelmektedir. REBA’da 8 risk skoru yüksek düzeyde riske karşılık gelmektedir ve acil iyileştirmeler yapılmalıdır. RULA’da 5 risk skoru orta düzeyde riske karşılık gelmektedir. Daha fazla gözlem ve yakın zamanda iyileştirmeler yapılmalıdır.

Ergonomik açıdan hiç uygun olmayan taburenin yerine tekerlekli olup sağa sola dönebilen ve alçalıp yükselebilen sandalye alınmalıdır.

### 2.1.8 Delinmiş sacın bükülmesi işleminde parça alma ve bırakma

#### 2.1.8.1 REBA




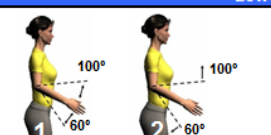

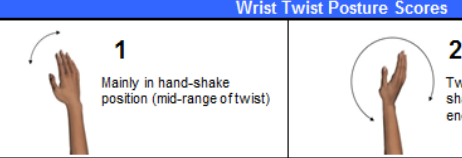
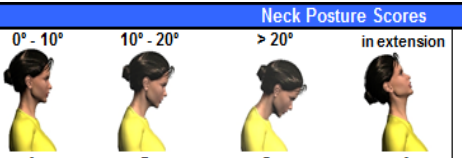
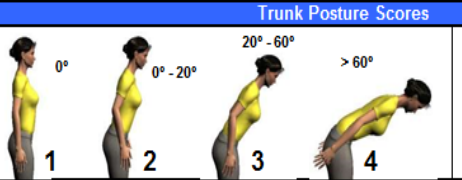
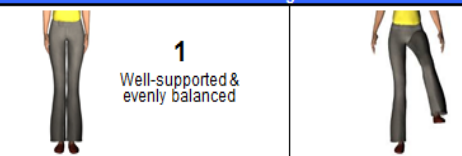
Name of the worker	Operatör 4-c		
Company	SARD		
Department	FRESHANE		
Function	Delinmiş Sacın Bükülmesi		
Description of the task	Parça Alma ve Bırakma		
Neck:	More than 20 degrees	Additional:	Neck is twisted or side bending
Trunk:	0 to 20 degrees	Additional:	Trunk is twisted or side bending
Legs:	Support in the two legs, walking or seated	Additional:	More than 60 degrees
Load:	< 5 Kg	Additional:	Shock or rapid build up of force
Wrist:	Between 15 degrees up and 15 degrees down	Additional:	No
Upper Arm:	20 to 45 degrees	Additional:	No <input type="checkbox"/> Raised shoulder <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Lower Arm:	60 to 100 degrees	Coupling:	Good
Activity 1:	No		
Activity 2:	No		
Activity 3:	Action causes rapid large range changes in postures or unstable base		
Result:	9		

Şekil 45: Delinmiş sacın bükülmesi işleminde parça alma ve bırakma REBA skoru



Şekilde preshane bölümünde delinmiş ve sonrasında bükülmüş olan sacdan oluşan parçanın alınması ve bırakılması görüntülenmiştir. Operatörümüzün boynu 20 dereceden fazla öne hamle yapmış ve gövdesi 0 ila 20 derece arasında öne doğru bükülmüştür. İşlem yapılan parçanın ağırlığı 5 kilogramdan daha azdır. Bilek 15 dereceden daha az bükülmüştür. Boynu ve gövdesinin sola doğru döndüğü gözlemlenmektedir. İki bacağı üzerinde dengede durmaktadır ve bacakları dizlerinden 60 dereceden fazla kırılmış vaziyettedir. Parçayı tutuş imkanı iyidir. Omuzlar açık durumdadır. İşlem sık tekrarlıdır. Bu tespitler REBA uygulamasında skor değeri olarak karşımıza 9 şekilde yansımaktadır.

### 2.1.8.2 RULA

Upper Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations			2	
		+1 raised shoulder	+1 abducted shoulder		
			-1 leaning or supported arm		
Lower Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations			1	
		+1 if working across the midline of the body or out to the side			
Wrist Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations			1	
		+1 if wrist is bent away from midline			
Wrist Twist Posture Scores				LEFT	RIGHT
	1 Mainly in hand-shake position (mid-range of twist)		2 Twisted away from hand-shake position (at or near end-range of twist)	1	
Neck Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations			3	
		+1 if twisted	+1 if side-bent		
Trunk Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations			2	
		+1 if twisted	+1 if side-bent		
Leg Posture Scores				LEFT	RIGHT
	1 Well-supported & evenly balanced		2 NOT well-supported & evenly balanced	1	

➔ Skor: 3

➔ Skor: 4

Şekil 46: Delinmiş sacın bükülmesi işleminde parça alma ve bırakma RULA skoru

Şekil 46’de operatörün boynu 20 dereceden fazla öne eğilmiş olup gövdesi öne doğru 0-20 derece yönelmiş haldedir. İki bacağı üzerinde durmaktadır. Bu tezgahta operatörün işlem yaptığı parça 2 kilogramdan azdır ve kasları genellikle statiktir. El bilekleri 15 dereceden daha fazla bükülmüş durumdadır. Parçaya uzandığı kolunun dirsekten üst kısmı 20-45 derece arası, alt kısmı ise 60-100 derece eğimle işlemi yapmaktadır. Bu analiz sonucunda RULA risk skoru 4 çıkmıştır.

### 2.1.8.3 REBA – RULA karşılaştırması ve iyileştirme önerisi

Yapılan incelemede bu duruş için REBA ve RULA skorları farklı çıkmıştır. Ancak bu risk skorları farklı risk düzeylerine karşılık gelmektedir. REBA’da 9 risk skoru yüksek düzeyde riske karşılık gelmektedir ve acil iyileştirmeler yapılmalıdır. RULA’da 4 risk skoru orta düzeyde riske karşılık gelmektedir. Daha fazla gözlem ve yakın zamanda iyileştirmeler yapılmalıdır.

Operatörün mevcut durumda kullandığı tabure yüzünden sırtını hiçbir yere dayayamadığını görüyoruz. Bununla birlikte boynu ve gövdesi vücudunun bütününe nazaran farklı yöne dönmektedir. Bu da ergonomik açıdan doğru bir pozisyon değildir.

## 2.1.9 Sac delme işleminde parça alma


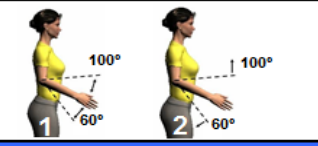
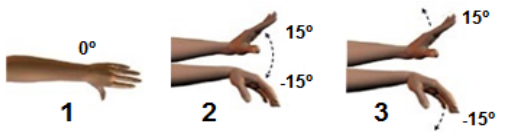
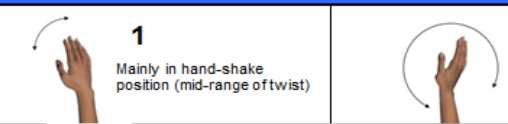
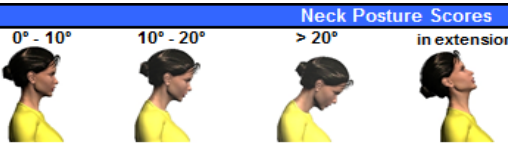
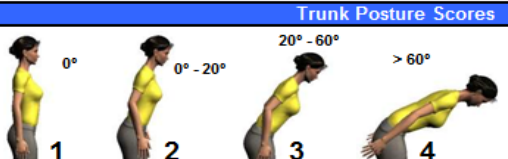
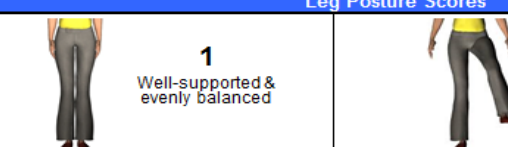
### 2.1.9.1 REBA

Name of the worker	Operatör 2-c		
Company	SAPD		
Department	Preshane		
Function	Sac Delme İşlemi		
Description of the task	Parça Alma		
Neck:	0 to 20 degrees	Addition el:	Neck is twisted or side bending
Trunk:	0 to 20 degrees	Addition el:	Trunk is twisted or side bending
Legs:	Support in the two legs, walking or seated	Addition el:	More than 60 degrees
Load:	< 5 Kg	Addition el:	No
Wrist:	Between 15 degrees up and 15 degrees down	Addition el:	No
Upper Arm:	-20 to 20 degrees	Addition el:	No No No
Lower Arm:	0 to 60 degrees or more than 100 degrees	Coupling:	Fair
Activity 1:	No		
Activity 2:	No		
Activity 3:	Action causes rapid large range changes in postures or unstable base		
Result	7		

Şekil 47: Sac delme işleminde parça alma REBA skoru

Şekilde sac delme işlemi uygulanan parçanın alınması görüntülenmektedir. Boynu ve gövdesi öne doğru 0 ila 20 derece arasında eğilmiştir, bununla beraber boynu da gövdesi de sağa dönmüştür. İşlem yapılan parçanın yükü 5 kilogramdan daha azdır. Operatör iki bacağı üzerinde dengededir ve bacakları dizinden 60 dereceden daha fazla kırılmış durumdadır. Parça tutuş imkanı kötüdür. Üst kol 20 dereceden az bükülmüştür. Alt kol da 60 dereceden az bükülü durumdadır. İşlem sık tekrarlıdır. Tüm bu tespitlere bağlı olarak REBA skoru 7 çıkmıştır

### 2.1.9.2 RULA

Upper Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 raised shoulder + 1 abducted shoulder - 1 leaning or supported arm			1
Lower Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 if working across the midline of the body or out to the side			2
Wrist Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 if wrist is bent away from midline			3
Wrist Twist Posture Scores				LEFT	RIGHT
					2
Neck Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 if twisted + 1 if side-bent			3
Trunk Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 if twisted + 1 if side-bent			2
Leg Posture Scores				LEFT	RIGHT
					1

➔ Skor: 4

➔ Skor: 4

Şekil 48: Sac delme işleminde parça alma RULA skoru

Şekil 48’de operatörün boynu 20 dereceden fazla hareket etmiş olup gövdesi öne doğru 0-20 derece yönelmiş haldedir. İki bacağı üzerinde durmaktadır. Bu tezgahta

operatörün işlem yaptığı parça 2 kilogramdan azdır ve kasları genellikle statiktir. El bilekleri 15 dereceden daha fazla bükülmüş durumdadır. Parçaya uzandığı kolunun dirsekten üst kısmı -20-20 derece arası, alt kısmı ise 0-60 veya 100 dereceden fazla eğimle işlemi yapmaktadır. Bu analiz sonucunda RULA risk skoru 4 çıkmıştır.

### 2.1.9.3 REBA – RULA karşılaştırılması ve iyileştirme önerisi

Yapılan incelemede bu duruş için REBA ve RULA skorları farklı çıkmıştır. Bu farklı risk skorları aynı risk düzeylerine karşılık gelmektedir. REBA’da 7 RULA’da 4 risk skoru orta seviyede risk demektir. Daha fazla gözlem ve yakın zamanda iyileştirmeler yapılmalıdır.

Operatörün gövde ve boynunu doğru duruş pozisyonunda tutmadığını görüyoruz. Mevcut durumda kullanılan tabure yerine önerdiğimiz tekerlekli ve sağa sola dönebilen sandalye aracılığıyla operatörün boyun, gövde kısmı ve bunlara bağlı olarak omurilik ile hareket sistemi daha az zarar görür.

### 2.1.10 Saca delik açma işleminde delik açma

#### 2.1.10.1 REBA

Name of the worker	Operatör 5-a		
Company	SARD		
Department	Preshane		
Function	Saca Delik Açma		
Description of the task	Delik açma işlemi		
Neck:	0 to 20 degrees	Additional:	No
Trunk:	Straight	Additional:	No
Legs:	Support in the two legs, walking or seated	Additional:	No
Load:	< 5 Kg	Additional:	Shock or rapid build up of force
Wrist:	More than 15 degrees up or down	Additional:	No
Upper Arm:	45 to 90 degrees	Additional:	Abducted <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Supported arm <input type="checkbox"/>
Lower Arm:	0 to 60 degrees or more than 100 degrees	Coupling:	Fair
Activity 1:	No		
Activity 2:	No		
Activity 3:	Action causes rapid large range changes in postures or unstable base		
Result:	5	12 of 12	

Şekil 49: Saca delik açma işleminde delik açma REBA skoru

Şekilde incelendiği görülen operatörümüz saca delik açma işlemi uygulamaktadır. Operatörümüzün boynu 20 dereceden daha az, hatta dik duruma yakın denilecek seviyede öne hamle yapmış durumdadır. Gövdesi düz durumdadır. Boynu ve

gövdesinde sağa ya da sola dönüş yoktur. Operatör iki ayağı üzerinde dengede ve ayakta, dik vaziyette durmaktadır. İşlem yaptığı parçanın ağırlığı 5 kilogramdan daha azdır. İşlem sürekli tekrarlanan özelliğe sahiptir ve dakika içinde sıklığı yüksektir. Bilekleri 15 dereceden fazla bükülü durumda olmakla beraber kolunun üst kısmı 45 ila 90 derece arasında ve alt kol da 100 dereceden fazla bükülü vaziyettedir. Kol kalp seviyesinin üstündedir, öne doğru uzanma vardır. Tüm bu veriler sisteme giriş yapıldığında karşımıza çıkan REBA skoru 5'tir.

### 2.1.10.2 RULA

Upper Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations			3	
			+ 1 raised shoulder	+ 1 abducted shoulder	- 1 leaning or supported arm
Lower Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations			2	
			+ 1 if working across the midline of the body or out to the side		
Wrist Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations			3	
			+ 1 if wrist is bent away from midline		
Wrist Twist Posture Scores				LEFT	RIGHT
	1	Mainly in hand-shake position (mid-range of twist)	2	Twisted away from hand-shake position (at or near end-range of twist)	
				2	
Neck Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations			1	
			+ 1 if twisted + 1 if side-bent		
Trunk Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations			1	
			+ 1 if twisted + 1 if side-bent		
Leg Posture Scores				LEFT	RIGHT
	1	Well-supported & evenly balanced	2	NOT well-supported & evenly balanced	
				1	

➔ Skor: 5

➔ Skor: 2

Şekil 50: Saca delik açma işleminde delik açma RULA skoru

Şekil 50’de operatörün boynu 10 dereceden az öne doğru hareket etmiş olup gövdesi dik bir haldedir. İki bacağı üzerinde durmaktadır. Bu tezgahta operatörün işlem yaptığı parça 2 kilogramdan azdır ve kasları genellikle statiktir. El bilekleri 15 dereceden daha fazla bükülmüş durumdadır. Parçaya uzandığı kolunun dirsekten üst kısmı 45-90 derece arası, alt kısmı ise 0-60 veya 100 dereceden fazla eğimle işlemi yapmaktadır. Bu analiz sonucunda RULA risk skoru 4 çıkmıştır.

### 2.1.10.3 REBA – RULA karşılaştırılması ve iyileştirme önerisi

Yapılan incelemede bu duruş için REBA ve RULA skorları farklı çıkmıştır. Bu farklı risk skorları farklı risk düzeylerine karşılık gelmektedir. REBA’da 5 orta seviyede risk demektir. Daha fazla gözlem ve yakın zamanda iyileştirmeler yapılmalıdır. RULA’da 4 risk skoru düşük seviyede risktir. İhtiyaç halinde iyileştirmeler yapılmalıdır.

Operatörün durumunda bileklerinin tutuş şekli dışında ergonomik açıdan sıkıntılı bir durum yoktur. Bileğin düz tutulması gerekmektedir. Bunun yanında kollar kalp seviyesinin üstünde olmamalıdır.

### 2.1.11 Montaj kelepçesi işleminde parça delme

#### 2.1.11.1 REBA



Name of the worker	Operatör 6-a		
Company	SARD		
Department	Preshane		
Function	Montaj Kelepçesi İşlemi		
Description of the task	Parça Delme		
Neck	More than 20 degrees	Additional:	No
Trunk	0 to 20 degrees	Additional:	No
Legs:	Support in the two legs, walking or seated	Additional:	30 to 60 degrees
Load:	< 5 Kg	Additional:	Shock or rapid build up of force
Wrist:	Between 15 degrees up and 15 degrees down	Additional:	No
Upper Arm:	- 20 to 20 degrees	Additional:	No <input type="checkbox"/> Raised shoulder <input type="checkbox"/> No
Lower Arm:	60 to 100 degrees	Coupling:	Far
Activity 1:	No		
Activity 2:	No		
Activity 3:	Action causes rapid large range changes in postures or unstable base		
Result:	5		

Şekil 51: Montaj kelepçesi işleminde parça delme REBA skoru

Şekilde operatör şerit halindeki saca (montaj kelepçesi üretimi) parça delme işlemi uygulamaktadır. Bu işlem çok sık halde ( 2-3 saniyede bir ve hiç durmadan) kendini tekrarlamaktadır. İncelediğimiz işlemde operatörümüz boynunu 20 dereceden fazla, gövdesini de 0 ila 20 derece arasında öne hamle etmiş vaziyette sürekli tutmaktadır. İki ayağı üzerinde fakat ayaklarının açısı 30 ve 60 derece arasında açılarak durmakta olan operatörün yapmakta olduğu işlemde kullandığı parçanın etkisi ve ağırlığı 5 kilogramın altındadır. Üst kolu 20 dereceden daha az ölçüde omzundan bükülmüştür ve alt kolu 60 ila 100 derece arasında vaziyet almaktadır. Omuzlar açık vaziyettedir ve işlem yapılan parçanın tutuş imkanı kötüdür. Tüm bu tespitler REBA skoru olarak karşımıza 5 şeklinde ortaya çıkar.

### 2.1.11.2 RULA

Upper Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 raised shoulder + 1 abducted shoulder - 1 leaning or supported arm		1	
Lower Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 if working across the midline of the body or out to the side		1	
Wrist Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 if wrist is bent away from midline		2	
Wrist Twist Posture Scores				LEFT	RIGHT
				1	
Neck Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 if twisted + 1 if side-bent		3	
Trunk Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 if twisted + 1 if side-bent		2	
Leg Posture Scores				LEFT	RIGHT
				1	

➔ Skor: 3

➔ Skor: 4

Şekil 52: Montaj kelepçesi işleminde parça delme RULA skoru

Şekil 52’de operatörün boynu 20 dereceden fazla öne doğru hareket etmiş olup gövdesi 0-20 derece eğilmiş haldedir. İki bacağı üzerinde durmaktadır. Bu tezgahta operatörün işlem yaptığı parça 2 kilogramdan azdır ve kasları genellikle statiktir. El bilekleri 15 dereceden daha fazla bükülmüş durumdadır. Parçaya uzandığı kolunun dirsekten üst kısmı -20-20 derece arası, alt kısmı ise 0-60 derece eğimle işlemi yapmaktadır. Bu analiz sonucunda RULA risk skoru 4 çıkmıştır.


### 2.1.11.3 REBA – RULA karşılaştırılması ve iyileştirme önerisi

Yapılan incelemede bu duruş için REBA ve RULA skorları farklı çıkmıştır. Bu farklı risk skorları farklı risk düzeylerine karşılık gelmektedir. REBA’da 5 orta seviyede risk demektir. Daha fazla gözlem ve yakın zamanda iyileştirmeler yapılmalıdır. RULA’da 4 risk skoru düşük seviyede risktir. İhtiyaç halinde iyileştirmeler yapılmalıdır.

Operatörün gövdesini ve boynunu dik tutması, bu hususta eğitim alması gerekmektedir. Şayet bu eğitimi alıp ergonomik açıdan uygun hareketleri benimserse omurga kısmı ve hareket sistemi mevcut duruma nazaran daha az olumsuz etkilenecektir.

## 2.1.12 Şeride delik açma işleminde delik açma

### 2.1.12.1 REBA

	Name of the worker	Operatör 1-c		
	Company	SARD		
	Department	FRESHONE		
	Function	Şeride Delik Açma		
	Description of the task	Delik Açma İşlemi		
	Neck	In extension	Additional:	No
	Trunk	More than 60 degrees	Additional:	No
	Legs	Support in the two legs, walking or seated	Additional:	More than 60 degrees
	Load	< 5 Kg	Additional:	Shock or rapid build up of force
	Wrist	More than 15 degrees up or down	Additional:	No
Upper Arm	45 to 90 degrees	Additional:	Abducted <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Supported arm <input type="checkbox"/>	
Lower Arm	0 to 60 degrees or more than 100 degrees	Coupling:	Fair	
Activity 1:	No			
Activity 2:	No			
Activity 3:	Action causes rapid large range changes in postures or unstable base			
Result:	11			

Şekil 53: Şeride delik açma işleminde delik açma REBA skoru



Şekilde operatörümüz tezgahın sağından geldiği gözlenen sac şeride delik açma işlemi uygulamaktadır. Bu işlem sürekli ve 3-4 saniyede bir tekrarlanmaktadır. Bu da operatörün sürekli bu pozisyonda kaldığını belirtmektedir. Boyun geriye doğru hamle yapmıştır. Gövde 60 dereceden fazla olmak suretiyle öne doğru eğilmiştir. İyi bacak üzerinde dengede durulmuş olup bacaklar dizlerden 60 dereceden fazla halde kırık durumdadır. Kollar kalp seviyesinin üzerindedir. Öne uzanma vardır. Üst kol 45 ila 90 derece arasında ve alt kol da 100 dereceden fazla bükülü vaziyettedir. Parçanın ayrıca tutulacak yeri yoktur. Tüm bu veriler girildiğinde REBA skoru karşımıza 11 olarak çıkar ve bu da çok yüksek risk içermektedir. Hiç zaman kaybetmeden çok acil iyileştirmeler yapılmalıdır.

### 2.1.12.2 RULA

Upper Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 raised shoulder + 1 abducted shoulder - 1 leaning or supported arm			<b>3</b>
Lower Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 if working across the midline of the body or out to the side			<b>2</b>
Wrist Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 if wrist is bent away from midline			<b>3</b>
Wrist Twist Posture Scores				LEFT	RIGHT
					<b>2</b>
Neck Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 if twisted + 1 if side-bent			<b>4</b>
Trunk Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 if twisted + 1 if side-bent			<b>4</b>
Leg Posture Scores				LEFT	RIGHT
					<b>1</b>

➔ Skor: 5

➔ Skor: 8

Şekil 54: Şeride delik açma işleminde delik açma RULA skoru

Şekil 54’de operatörün boynu öne doğru uzatmış olup gövdesi öne doğru 60 dereceden fazla yönelmiş haldedir. İki bacağı üzerinde durmaktadır. Bu tezgahta operatörün işlem yaptığı parça 2 kilogramdan azdır ve kasları genellikle statiktir. El bilekleri 15 dereceden daha fazla bükülmüş durumdadır. Parçaya uzandığı kolunun dirsekten üst kısmı 45-90 derece arası, alt kısmı ise 0-60 veya 100 dereceden fazla eğimle işlemi yapmaktadır. Bu analiz sonucunda RULA risk skoru 7 çıkmıştır.

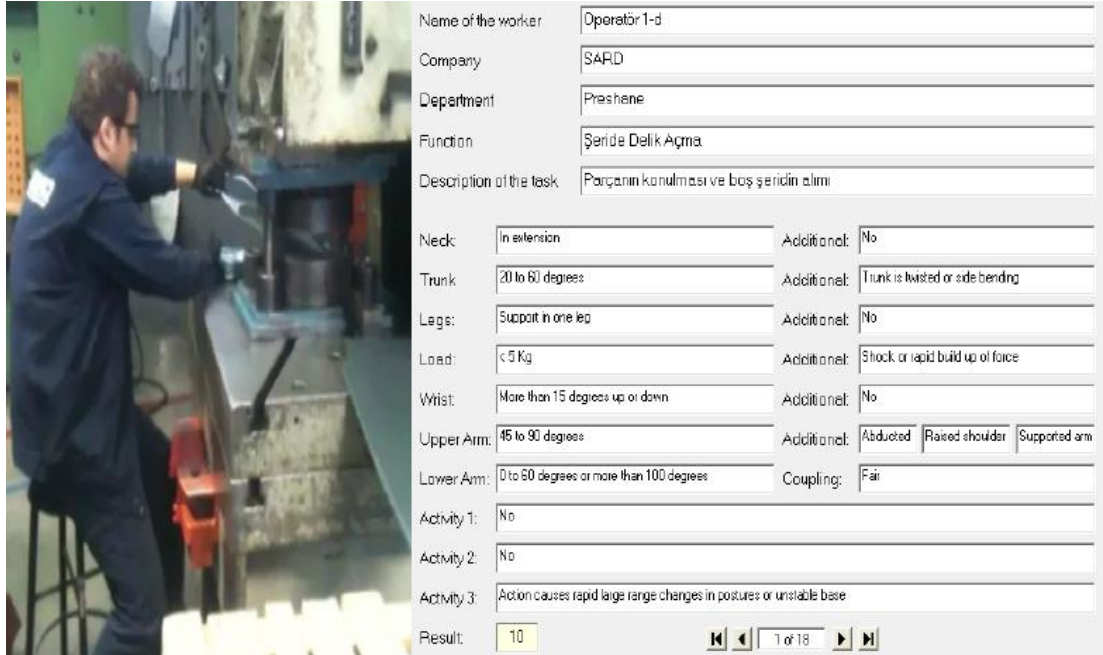
### 2.1.12.3 REBA – RULA karşılaştırması ve iyileştirme önerisi

Yapılan incelemede bu duruş için REBA ve RULA skorları farklı çıkmıştır. Bu farklı risk skorları aynı risk düzeylerine karşılık gelmektedir. REBA’da 11, RULA’da 7 risk skoru yüksek seviyede risk demektir. Zaman kaybedilmeden çok acil iyileştirmeler yapılmalıdır.

Burada operatör oturmuş olmasına rağmen sırtı, sırtından dolayı gövdesi ve boynu doğru duruş pozisyonunda değildir. Buna sebep taburenin tezgah için gereğinden fazla yüksek olmasıdır. Eğer alçaltılıp yükseltilebilen bir sandalye alırsa bu sorunlara çözüm bulunabilir.

### 2.1.13 Şeride delik açma işleminde parçanın konulması ve boş şeridin alınması

#### 2.1.13.1 REBA



Name of the worker	Operatör 1-d	
Company	SAPD	
Department	Preshene	
Function	Şeride Delik Açma	
Description of the task	Parçanın konulması ve boş şeridin alımı	
Neck:	In extension	Additional: No
Trunk:	20 to 60 degrees	Additional: Trunk is twisted or side bending
Legs:	Support in one leg	Additional: No
Load:	< 5 Kg	Additional: Shock or rapid build up of force
Wrist:	More than 15 degrees up or down	Additional: No
Upper Arm:	45 to 90 degrees	Additional: Abducted Raised shoulder Supported arm
Lower Arm:	0 to 60 degrees or more than 100 degrees	Coupling: Fair
Activity 1:	No	
Activity 2:	No	
Activity 3:	Action causes rapid large range changes in postures or unstable base	
Result:	10	

Şekil 55: Şeride delik açma işleminde parçanın konulması ve boş şeridin alınması REBA skoru

Şekil 55’de operatör sac şeride delik açma işlemi kapsamına parçanın konulması ve boş şeridin alımını yapmaktadır. Boynu geriye hamle yapmış durumdadır. Gövdesi 20 ila 60 derece arasında öne hamlelidir. Gövdesi sola dönmüştür. İşlem yapılan parçanın ağırlığı ve etkisi 5 kilogramın altındadır. Bilekler 15 dereceden fazla kırılmış durumdadır. Operatör tek bacağından kuvvet olarak oturmaktadır. Omuzlar açık vaziyette, kollar kalp seviyesinin üzerinde ve öne uzanılmıştır. Üst kol 45 ila 90 derece arasında açılmış, alt kol ise dirsekten 100 dereceden fazla bükülü vaziyettedir. İşlem bir sac şeridin işleme süresiz zarfında sıklıkla tekrarlanmaktadır. Tutuş imkanı kötüdür. Bu tespitler REBA uygulamasında karşımıza skor olarak 10 şeklinde çıkar.

### 2.1.13.2 RULA

Upper Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations				3
		+ 1 raised shoulder	+ 1 abducted shoulder	- 1 leaning or supported arm	
Lower Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations				2
		+ 1 if working across the midline of the body or out to the side			
Wrist Posture Scores				LEFT	RIGHT
	Additional Considerations				3
		+ 1 if wrist is bent away from midline			
Wrist Twist Posture Scores				LEFT	RIGHT
	1	Mainly in hand-shake position (mid-range of twist)	2	Twisted away from hand-shake position (at or near end-range of twist)	2
Neck Posture Scores				LEFT	RIGHT
	1	2	3	4	4
		Additional Considerations		+ 1 if twisted	+ 1 if side-bent
Trunk Posture Scores				LEFT	RIGHT
	1	2	3	4	3
		Additional Considerations		+ 1 if twisted	+ 1 if side-bent
Leg Posture Scores				LEFT	RIGHT
	1	Well-supported & evenly balanced	2	NOT well-supported & evenly balanced	1

➔ Skor: 5

➔ Skor: 7

Şekil 56: Şeride delik açma işleminde parçanın konulması ve boş şeridin alınması RULA skoru

Şekil 56’de operatörün boynu öne doğru uzatmış olup gövdesi öne doğru 20-60 derece yönelmiş haldedir. İki bacağı üzerinde durmaktadır. Bu tezgahta operatörün işlem yaptığı parça 2 kilogramdan azdır ve kasları genellikle statiktir. El bilekleri 15 dereceden daha fazla bükülmüş durumdadır. Parçaya uzandığı kolunun dirsekten üst kısmı 45-90 derece arası, alt kısmı ise 0-60 veya 100 dereceden fazla eğimle işlemi yapmaktadır. Bu analiz sonucunda RULA risk skoru 7 çıkmıştır.


### 2.1.13.3 REBA – RULA karşılaştırılması ve iyileştirme önerisi

Yapılan incelemede bu duruş için REBA ve RULA skorları farklı çıkmıştır. Bu farklı risk skorları aynı risk düzeylerine karşılık gelmektedir. REBA’da 10, RULA’da 7 risk skoru yüksek seviyede risk demektir. Zaman kaybedilmeden çok acil iyileştirmeler yapılmalıdır.

Operatörün boynu, gövdesi, sırtı ve bileklerinin duruş şekli ergonomik açıdan sakıncalıdır. Bütün bunlar ise oturduğu taburenin, sorumlu olduğu işlemi yaptığı tezgah için yüksek olması ile açıklanabilir. Yani tabure yerine yüksekliği ayarlanabilir sandalye olursa ergonomik açıdan daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilir.

### 2.1.14 Şerit kesme işleminde kesilecek parçanın taşınması

#### 2.1.14.1 REBA



Name of the worker:	Operatör 3-d		
Company:	SARD		
Department:	FRESHENE		
Function:	Şerit Kesme İşlemi		
Description of the task:	Kesilecek Parçanın Taşınması		
Neck:	0 to 20 degrees	Additional:	Neck is twisted or side bending
Trunk:	0 to 20 degrees	Additional:	Trunk is twisted or side bending
Legs:	Support in the two legs, walking or seated	Additional:	No
Load:	5 to 10 Kg	Additional:	Shock or rapid build up of force
Wrist:	More than 15 degrees up or down	Additional:	No
Upper Arm:	20 to 45 degrees	Additional:	No <input type="checkbox"/> Raised shoulder <input type="checkbox"/> Supported arm <input type="checkbox"/>
Lower Arm:	0 to 60 degrees or more than 100 degrees	Coupling:	Unacceptable
Activity 1:	No		
Activity 2:	Repeated small range actions (more than 4x per minute)		
Activity 3:	Action causes rapid large range changes in postures or unstable base		
Result:	10		

Şekil 57: Şerit kesme işleminde kesilecek parçanın taşınması REBA skoru

Şekilde preshane bölümünde çalışan operatör sac şerit kesme işlemi doğrultusunda kesilecek parçanın taşınmasını gerçekleştirmektedir. Boynu ve gövdesi 0 ila 20 derece arasında öne hamleli durumdadır. Hem boynu hem de gövdesi sağa dönmüştür. İki ayak üstünde dengede durulmaktadır. Bilekler 15 dereceden fazla açılmıştır. Üst kol 20 ila 45 derece arasında ve alt kol da 60 dereceden az olacak şekilde açılmıştır. Güç isteyen bir işlem olan taşıma işleminde ağırlık 5 ve 10 kilogram arasında olup omuzlar açık ve öne uzanma vardır. Dakikada 4'ten fazla tekrarlanmaktadır. Tüm bunlar göz önüne alınıp gerekli veriler girildiğinde REBA skoru karşımıza 10 olarak çıkar.

### 2.1.14.2 RULA

Upper Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 raised shoulder + 1 abducted shoulder - 1 leaning or supported arm		2	
Lower Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 if working across the midline of the body or out to the side		2	
Wrist Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 if wrist is bent away from midline		3	
Wrist Twist Posture Scores				LEFT	RIGHT
				2	
Neck Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 if twisted + 1 if side-bent		2	
Trunk Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> + 1 if twisted + 1 if side-bent		2	
Leg Posture Scores				LEFT	RIGHT
				1	

➔ Skor: 6

➔ Skor: 4

Şekil 58: Şerit kesme işleminde kesilecek parçanın taşınması RULA skoru

Şekil 58’de operatörün boynu öne doğru 10-20 derece eğilmiş olup gövdesi öne doğru 0-20 derece yönelmiş haldedir. İki bacağı üzerinde durmaktadır. Bu tezgahta operatörün işlem yaptığı parça 2 kilogramdan fazladır ve kasları genellikle statiktir. El bilekleri 15 dereceden daha fazla bükülmüş durumdadır. Parçaya uzandığı kolunun dirsekten üst kısmı 20-45 derece arası, alt kısmı ise 0-60 veya 100 dereceden fazla eğimle işlemi yapmaktadır. Bu analiz sonucunda RULA risk skoru 6 çıkmıştır.

### 2.1.14.3 REBA – RULA karşılaştırması ve iyileştirme önerisi

Yapılan incelemede bu durum için REBA ve RULA skorları farklı çıkmıştır. Bu farklı risk skorları farklı risk düzeylerine karşılık gelmektedir. REBA’da 10 risk skoru yüksek seviyede risk demektir. Acil iyileştirmeler yapılmalıdır. RULA’da 6 risk skoru orta seviyede risk demektir. Daha fazla gözlem ve yakın zamanda iyileştirmeler yapılmalıdır.

Operatörün özellikle ağır yüklerin taşınması ve kaldırılması konusunda eğitilmesi gerekmektedir. Yük kaldırır ve taşınırken kesinlikle gövde ya da boynun dönmemesi, dik olması gerekmektedir. Aynı zamanda bilekler düz olmalıdır.

### 2.1.15 Kenar kesme işleminde kesilecek parçanın taşınması

#### 2.1.15.1 REBA

Name of the worker	Operatör 34	
Company	SARD	
Department	Preshane	
Function	Kenar Kesme İşlemi	
Description of the task	Kesilen Parçanın Taşınması	
Neck:	In extension	Additional: No
Trunk:	More than 60 degrees	Additional: No
Legs:	Support in the two legs, walking or seated	Additional: No
Load:	> 10 Kg	Additional: Shock or rapid build up of force
Wrist:	More than 15 degrees up or down	Additional: No
Upper Arm:	45 to 90 degrees	Additional: Abducted, Raised shoulder, Supported arm
Lower Arm:	0 to 60 degrees or more than 100 degrees	Coupling: Unacceptable
Activity 1:	No	
Activity 2:	Repeated small range actions (more than 4x per minute)	
Activity 3:	Action causes rapid large range changes in postures or unstable base	
Result:	12	

Şekil 59: Kenar kesme işleminde kesilecek parçanın taşınması REBA skoru

Şekilde preshane bölümünde çalışan operatörün uygulamakta olduğu 'kesilen parçanın taşınma' işlemini görmekteyiz. Operatörümüzün boynu geriye doğrudur. Gövde öne doğru 60 derecelik açıdan daha fazla eğilmiş durumda olup iki ayağı üzerinde dengede durmaktadır. İşlem yapılan parçanın ağırlığı 10 kilogramdan fazladır. Bilekler 15 dereceden fazla olacak şekilde bükülü durumdadır. Üst kol 45 ila 90 derece arasında, alt kol da 100 dereceden fazla olacak şekilde omuz ve dirseklerden kırılmış vaziyettedir. Kollar kalp seviyesinin üstündedir, omuzlar açık olup öne uzanma vardır. Hareket dakikada 4'ten fazla tekrarlanmaktadır ve büyük etkisi olan hamlelerle durmadan yapılmaktadır. Mevcut duruma uygun tespitlere bağlı olarak verilerin girilmesi sonucunda REBA skorumuz 12 çıkmaktadır. Bu da durumun çok yüksek risk içerdiğini ve çok acil iyileştirmelere ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

### 2.1.15.2 RULA

Upper Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
				3	
Lower Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
				2	
Wrist Posture Scores				LEFT	RIGHT
				3	
Wrist Twist Posture Scores				LEFT	RIGHT
				2	
Neck Posture Scores				LEFT	RIGHT
				4	
Trunk Posture Scores				LEFT	RIGHT
				4	
Leg Posture Scores				LEFT	RIGHT
				1	

➔ Skor: 5

➔ Skor: 8

Şekil 60: Kenar kesme işleminde kesilecek parçanın taşınması RULA skoru

Şekil 60’da operatörün boynu öne doğru uzatmış olup gövdesi öne doğru 60 dereceden fazla yönelmiş haldedir. İki bacağı üzerinde durmaktadır. Bu tezgahta operatörün işlem yaptığı parça 2 kilogramdan fazladır ve kasları genellikle statiktir. El bilekleri 15 dereceden daha fazla bükülmüş durumdadır. Parçaya uzandığı kolunun dirsekten üst kısmı 45-90 derece arası, alt kısmı ise 0-60 veya 100 dereceden fazla eğimle işlemi yapmaktadır. Bu analiz sonucunda RULA risk skoru 7 çıkmıştır.

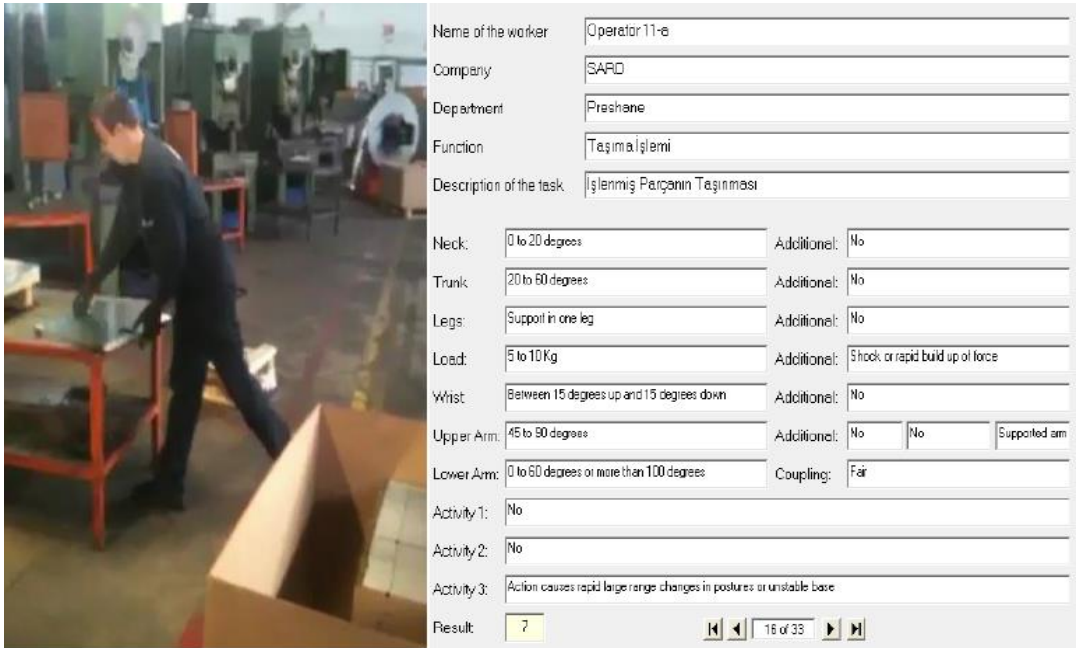
### 2.1.15.3 REBA – RULA karşılaştırılması ve iyileştirme önerisi

Yapılan incelemede bu duruş için REBA ve RULA skorları farklı çıkmıştır. Bu farklı risk skorları aynı risk düzeylerine karşılık gelmektedir. REBA’da 12, RULA’da 7 risk skoru yüksek seviyede risk demektir. Zaman kaybedilmeden çok acil iyileştirmeler yapılmalıdır.

Operatör, ayakta çalışılan bir ortamda olması gerektiğinden daha alçakta olan böylesi ağır bir parça için öne doğru neredeyse 90 derece kadar eğilmektedir. Bu durumun düzeltilmesi için operatöre yük kaldırma konusunda eğitim verilerek kendisinin boynunu, gövdesini, bacaklarını nasıl doğru konumda bulunduracağı öğretilmelidir.

### 2.1.16 Taşıma işleminde işlenmiş parçanın taşınması

#### 2.1.16.1 REBA



Name of the worker	Operator 11-a		
Company	SARD		
Department	Preshane		
Function	Taşıma işlemi		
Description of the task	İşlenmiş Parçanın Taşınması		
Neck:	0 to 20 degrees	Additional:	No
Trunk:	20 to 60 degrees	Additional:	No
Legs:	Support in one leg	Additional:	No
Load:	5 to 10 Kg	Additional:	Shock or rapid build up of force
Wrist:	Between 15 degrees up and 15 degrees down	Additional:	No
Upper Arm:	45 to 90 degrees	Additional:	No No Supported arm
Lower Arm:	0 to 60 degrees or more than 100 degrees	Coupling:	Fair
Activity 1:	No		
Activity 2:	No		
Activity 3:	Action causes rapid large range changes in postures or unstable base		
Result:	7		

Şekil 61: Taşıma işleminde işlenmiş parçanın taşınması REBA skoru



Şekilde fabrikanın preshane bölümünde görevli operatör işlenmiş parçanın taşınmasıyla ilgilenmektedir. Boynu 20 dereceden az öne doğru eğilmiş olan operatörün gövdesi de 20 ila 60 derece arasında öne eğik durumdadır. Taşınılan parçanın ağırlığı 5 ve 10 kilogram arasındadır ve tek ayağın üzerinde durulmaktadır. Öne doğru uzanma vardır. Üst kol 45 ila 90 derece arasında, alt kol da 60 dereceden az vaziyette omuz ve dirseklerden bükülü durumdadır. Bilekler 15 dereceden az kıvrılmıştır. Öne doğru uzanma vardır. Hareket tekrarlı halde büyük değişiklik içeren işlemlerden oluşmaktadır. Tüm bu tespitler yansıtıldığında REBA skoru 7 çıkar.

### 2.1.16.2 RULA

Upper Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> +1 raised shoulder +1 abducted shoulder -1 leaning or supported arm		3	
Lower Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> +1 if working across the midline of the body or out to the side		2	
Wrist Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> +1 if wrist is bent away from midline		3	
Wrist Twist Posture Scores				LEFT	RIGHT
				2	
Neck Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> +1 if twisted +1 if side-bent		2	
Trunk Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> +1 if twisted +1 if side-bent		3	
Leg Posture Scores				LEFT	RIGHT
				1	

➔ Skor: 6

➔ Skor: 6

Şekil 62: Taşıma işleminde işlenmiş parçanın taşınması RULA skoru

Şekil 62’de operatörün boynu öne doğru 10-20 derece eğilmiş olup gövdesi öne doğru 20-60 derece yönelmiş haldedir. İki bacağı üzerinde durmaktadır. Bu tezgahta operatörün işlem yaptığı parça 2 kilogramdan fazladır ve kasları genellikle statiktir. El bilekleri 15 dereceden daha fazla bükülmüş durumdadır. Parçaya uzandığı kolunun dirsekten üst kısmı 45-90 derece arası, alt kısmı ise 0-60 veya 100 dereceden fazla eğimle işlemi yapmaktadır. Bu analiz sonucunda RULA risk skoru 6 çıkmıştır.


### 2.1.16.3 REBA – RULA karşılaştırılması ve iyileştirme önerisi

Yapılan incelemede bu duruş için REBA ve RULA skorları farklı çıkmıştır. Bu farklı risk skorları aynı risk düzeylerine karşılık gelmektedir. REBA’da 7 RULA’da 6 risk skoru orta seviyede risk demektir. Daha fazla gözlem ve yakın zamanda iyileştirmeler yapılmalıdır.

Gözlemlenmiş olan pozisyonda operatör tek değil iki ayağından da güç almalıdır. Bunu yaparken öne eğilmek zorunda kalmamak için dizlerini kırarak bacaklarından daha rahat kuvvet alabilir.

### 2.1.17 Yükleme işleminde işlenen parçanın kutuya yüklenmesi

#### 2.1.17.1 REBA



Name of the worker	Operatör 11-b		
Company	SARD		
Department	Preshana		
Function	Yükleme İşlemi		
Description of the task	İşlenen Parçanın Kutuya Yüklenmesi		
Neck:	In extension	Additional:	No
Trunk:	More than 60 degrees	Additional:	No
Legs:	Support in one leg	Additional:	No
Load:	5 to 10 Kg	Additional:	Shock or rapid build up of force
Wrist:	More than 15 degrees up or down	Additional:	No
Upper Arm:	More than 90 degrees	Additional:	Abducted <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Supported arm <input type="checkbox"/>
Lower Arm:	0 to 60 degrees or more than 100 degrees	Coupling:	Poor
Activity 1:	No		
Activity 2:	No		
Activity 3:	Action causes rapid large range changes in postures or unstable base		
Result:	11		

Şekil 63: Yükleme işleminde işlenen parçanın kutuya yüklenmesi REBA skoru

Şekilde preshanede görevli operatörümüz işlenen parçanın kutuya yüklenmesi ile uğraşırken görüntülenmiştir. Bu iş dakika içerisinde sıklıkla ve konumda büyük değişiklikler içeren hareketler içermektedir. Operatörün boynu geriye doğrudur. Gövdesi 60 dereceden fazla öne eğik olup yük 5 ile 10 kilogram arasındadır. Tek ayakta güç alınarak ayakta durulmaktadır. Tutuş imkanı zayıftır. Bilekler 15 dereceden fazla kıvrılmıştır. Üst kol 90 derece, alt kol ise 100 dereceden fazla olacak şekilde omuz ve dirseklerden kırılmış durumdadır. Kollar kalp seviyesinin üzerinde olmakla beraber öne uzanma söz konusudur. Böylelikle REBA skorunun 11 olduğu ve durumun yüksek risk içerip çok acil iyileştirmelerin gerektiği tespit edilmiştir

### 2.1.17.2 RULA

Upper Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> +1 raised shoulder +1 abducted shoulder -1 leaning or supported arm		4	
Lower Arm Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> +1 if working across the midline of the body or out to the side		2	
Wrist Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> +1 if wrist is bent away from midline		3	
Wrist Twist Posture Scores				LEFT	RIGHT
				2	
Neck Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> +1 if twisted +1 if side-bent		4	
Trunk Posture Scores				LEFT	RIGHT
		<b>Additional Considerations</b> +1 if twisted +1 if side-bent		3	
Leg Posture Scores				LEFT	RIGHT
				2	

➔ Skor: 7

➔ Skor: 9

Şekil 64: Yükleme işleminde işlenen parçanın kutuya yüklenmesi RULA skoru

Şekil 64’de operatörün boynu öne doğru uzatmış olup gövdesi öne doğru 20-60 derece yönelmiş haldedir. İki bacağı üzerinde durmaktadır. Bu tezgahta operatörün işlem yaptığı parça 2 kilogramdan fazladır ve kasları genellikle statiktir. El bilekleri 15 dereceden daha fazla bükülmüş durumdadır. Parçaya uzandığı kolunun dirsekten üst kısmı 90 dereceden fazla, alt kısmı ise 0-60 veya 100 dereceden fazla eğimle işlemi yapmaktadır. Bu analiz sonucunda RULA risk skoru 7 çıkmıştır.

### ***2.1.17.3 REBA – RULA karşılaştırması ve iyileştirme önerisi***

Yapılan incelemede bu duruş için REBA ve RULA skorları farklı çıkmıştır. Bu farklı risk skorları aynı risk düzeylerine karşılık gelmektedir. REBA’da 11, RULA’da 7 risk skoru yüksek seviyede risk demektir. Zaman kaybedilmeden çok acil iyileştirmeler yapılmalıdır.

Operatör hem alçak seviyedeki ağır parçayı almak zorunda kalmakta, hem de tek bacağı üzerinde durmaktadır. Bu durumu iyileştirmek için ya parça yükseğe konmalı ya da yerde bir palet üstünde tutulup operatör onu çömelerek almalıdır.

## BÖLÜM ÜÇ

### SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Ergonomik risk analizi; incelenen çalışma ortamının barındırdığı risklerin incelenmesi ve bu kapsamda işyerlerinde uygulanmakta olan operasyon veya süreçlerde çalışanların ergonomik yapısına uymayan ve kaldırmaya yönelik elle yapılan işlerde mevcut tehlike kaynaklarının belirlenmesi, tespit edilen ve ergonomiye uymayan uygunsuz çalışma şartlarının bir metod dahilinde analiz edilmesi, bel, sırt, iskelet rahatsızlığına yol açabilecek kabul edilemeyen risk kaynaklarının işyeri ortamından kaldırılmasını sağlamayı amaç edinir.

Özellikle ergonomik risk analizi, çalışan sağlığı açısından ülkemizde özellikle son yıllarda yaşanan ve sayısı oldukça artan iş kazaları ile birlikte çok daha fazla önem taşıyan bir konuma sahip olmuştur. Çünkü ergonomik risk analizi yöntemleriyle çalışanların sağlığını doğrudan tehdit eden eksiklikler ve hatalar çok daha rahat şekilde tespit edilebilmektedir. Böylelikle çalışanların kendi sağlıklarını ergonomi biliminden faydalanarak nasıl koruyabilecekleri -örneğin yük taşımada nasıl durulması gerektiğinin öğretilmesi- bu analizler doğrultusunda daha bilimsel şekilde gösterilebilmektedir. Hatta sadece çalışanların çözebileceği ergonomik hata ve eksiklikler değil, aynı zamanda ergonomik tasarımlar da risk analizi yönteminden yola çıkılarak yapılır.

Sac işleminin ağırlıklı olarak yapıldığı bir fabrikanın preshane kısmında yapılan incelemelerde; REBA ve RULA uygulamaları yardımıyla gerçekleştirilen Ergonomik Risk Analizi faaliyetlerinde, çalışan operatörlerin ergonomi açısından eğitimsizlikleri gözler önüne serilmektedir. Bununla birlikte operatörlerin çoğunun oturarak işlem yaptıkları fakat eski ve yetersiz tabureleri kullandıkları için ergonomik risk taşıyan şartlar altında çalışmak zorunda kaldıkları anlaşılmaktadır. Özellikle bu taburelerin yerine uygun tasarımla üretilmiş olan sandalyeler tedarik edilebilirse ergonomik açıdan mevcut olan yüksek risk seviyesi çok daha aza indirilebilir. Böylelikle hem çalışanlar sağlıklarından olmayacaklar ve daha moralli şekilde çalışacaklar hem de işveren bundan kazançlı çıkacaktır.

Bir kalıp imalat firmasında REBA ve RULA risk değerlendirme metodlarını her bir iş tanımı için ayrı ayrı uygulayarak yaptığım “Ergonomik Risk Analizi”

çalışmasının sonucunda elde ettiğim risk skorları ve bu risk skorlarına karşılık gelen risk düzeyleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

**Tablo 5:** Elde edilen risk skorları ve risk skorlarına karşılık gelen risk düzeyleri

İŞ NO	İŞ TANIMI	REBA SKORU	REBA'YA GÖRE	RULA SKORU	RULA'YA GÖRE
1	Sıvama işleminde parça alma yükleme	8	Yüksek risk	5	Orta risk
2	Sıvama işleminde parça sıvama	9	Yüksek risk	6	Orta risk
3	Delik açma işleminde parça alma	9	Yüksek risk	6	Orta risk
4	Delik açma işleminde parçaya delik açma	8	Yüksek risk	5	Orta risk
5	Sac şeridi delme işleminde parça delme	7	Orta risk	6	Orta risk
6	Delinmiş sacın bükülmesi işleminde parça bükme	10	Yüksek risk	6	Orta risk
7	Delinmiş sacın bükülmesi işleminde işlem butonuna basılması	8	Yüksek risk	5	Orta risk
8	Delinmiş sacın bükülmesi işleminde parça alma ve bırakma	9	Yüksek risk	4	Düşük risk
9	Sac delme işleminde parça alma	7	Orta risk	4	Düşük risk
10	Saca delik alma işleminde delik açma	5	Orta risk	4	Düşük risk
11	Montaj kelepçesi işleminde parça delme	5	Orta risk	4	Düşük risk
12	Şeride delik açma işleminde delik açma	11	Çok Yüksek risk	7	Çok Yüksek risk
13	Şeride delik açma işleminde parçanın konulması	10	Yüksek risk	7	Çok Yüksek risk
14	Şerit kesme işleminde kesilecek parçanın taşınması	10	Yüksek risk	6	Orta risk
15	Kenar kesme işleminde kesilecek parçanın taşınması	12	Çok Yüksek risk	7	Çok Yüksek risk
16	Taşıma işleminde işlenmiş parçanın taşınması	7	Orta risk	6	Orta risk
17	Yükleme işleminde işlenen parçanın kutuya yüklenmesi	11	Çok Yüksek risk	7	Çok Yüksek risk

REBA ve RULA skorlarına karşılık gelen risk düzeyleri birbiriyle SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) programında ki-kare testiyle istatistiksel olarak karşılaştırıldı.

**Tablo 6:** Ki-kare testi sonucu

	Value	df	Asymp. Sig.
Pearson Chi-Square	16,140	4	,003

	Value	Asymp. Std.	Approx. Sig.
Ordinal by ordinal Somers'd Symmetric	,720	,130	4,135

Her dört grup içinde (düşük risk, orta risk, yüksek risk, çok yüksek risk) istatistiksel anlamlılık tespit edildi ( $p=0.003$ ) ve anlamlılığın yönü de pozitifdir ( $d=0,720$ ).

## KAYNAKÇA

- AYANOĞLU, C. (2007). Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Genel Yayını. *İşyerinde Ergonomi Ve Stres Makale İş Sağlığı Ve Güvenliği Dergisi Sayı 34* , 146.
- AYDIN, S. S. (2009). Meydan kontrol kulelerinin ve donanımlarının tasarımına ergonomik bir yaklaşım A.Ü. Hava Alanı meydan kontrol kulesi üzerine bir uygulama. *Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstriyel Sanatlar Anabilim Dalı, Eskişehir.*
- BABALIK, F. (2007). *Mühendisler için Ergonomi İşbilim*. Ankara: Nobel Yayınları.
- CHAPANİS, A., MITCHELL, C. M., BALEN, V. P., & MOE, K. (1997). Introduction to Human Factors Consideration in System Design. *NASA Conferance*. Stamford: Prentice Hall.
- EMRE, A. (1995). *Bilişsel Ergonomi*. İstanbul: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları.
- ERKAN, N. (1997). *Ergonomi Verimlilik, Sağlık ve Güvenlik İçin İnsan Faktörü Mühendisliği*. Ankara: MPM Yayınları.
- GÜLER , Ç. (2003). *Ergonomiye Giriş*. Ankara: Ankara Tabib Odası.
- HASDEMİR, A. G. (2013). Bilgisayar destekli ergonomi ve bir uygulama çalışması. *Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı.*
- HAZER, O. (2014, 11). *Kalitem*. 12 2014 tarihinde <http://www.kalitem.tr> adresinden alındı
- İNCİR, G. (1986). *Ergonomi*. Ankara: Milli Prodüktivite Yayınları.
- İŞİL, B. (1998). *Ergonomi*. İzmit: Yıldız Üniversitesi Yayınları.



- KEYSERLING, W. M., & ARMSTRONG, T. J. (2007). Ergonomics and work related musculoskeletal disorders. *Maxcy-Rosenau-Last, Public Health & Preventive Medicine* (s. 645-659). Stamford: Prentice Hall.
- MIDDLESWORTH, M. (2000). *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*. Astep-by-Step Guide.
- MIDDLESWORTH, M. (2000). *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*. Astep-by-Step Guide.
- ÖZKUL, A., ANAGÜN, E., & ANAGÜN, S. (2000). *Ergonomi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açık öğretim Fakültesi Yayınları.
- ÖZOK, A. (1995). *Ergonomi Alanındaki Son Gelişmeler*. İstanbul: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları.
- PROCTOR, R., & ZANDT, V. T. (1994). *Human Factors in Simple and Complex System*. Boston: Allynand Bacon.
- RASSMUSSEN, J. (2000). *IEA Kongresi*. SAN DIEGO.
- REMPEL, D., & JANOWITZ, I. L. (1997). Ergonomics & the prevention of occupation alinjuries, in *Occupational & Environmental Medicine*. Stamford: Prentice Hall.
- SANDERS, M., & McCormick, E. J. (1992). *Human Factors in Engineering and Design*. New York: McGill Hill Book Company.
- ŞİMŞEK, M. (1994). *Mühendislikte ergonomik faktörler*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Döner Sermaye İşletme Matbaası.
- YAZAR, G. (2014, 11). 12 2014 tarihinde Ergonomi: <http://ergo511.wordpress.com> adresinden alındı.