

T.C
İZMİR EKONOMİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MONTAJ HATTINDA ERGONOMİK RİSK FAKTÖRLERİNİN REBA METODU
İLE İNCELENMESİ: OTOMOTİV YAN SANAYİ SEKTÖRÜNE YÖNELİK BİR
UYGULAMA

Ender SAKALAR
YÜKSEK LİSANS TEZİ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

DANIŞMANI
Dr. Öğr.Üy. Şermin TÜKEL AKAY

2018-İZMİR

T.C.
İZMİR EKONOMİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENTİTÜSÜ

MONTAJ HATTINDA ERGONOMİK RİSK FAKTÖRLERİNİN REBA METODU
İLE İNCELENMESİ: OTOMOTİV YAN SANAYİ SEKTÖRÜNE YÖNELİK BİR
UYGULAMA

Ender SAKALAR

Haziran-2018

Fen Bilimleri Enstitüsü Onayı



Prof. Dr. Abbas Kenan Çiftçi
(Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü)

Bu tezin Yüksek Lisans derecesi için gerekli şartları sağladığını onaylarım.



Doç. Dr. Zeynep Şişli
(İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı Başkanı)

Tez tarafımızdan okunmuş, Yüksek Lisans derecesi için kapsam ve kalite yönünden uygun olduğu kabul edilmiştir.



Dr. Öğr. Üy Şermin Tükel Akay
(Tez Yöneticisi)

Yüksek Lisans/Doktora Sınavı Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Hasan Selim



Doç. Dr. Zeynep Şişli



Dr. Öğr. Üy. Şermin Tükel Akay



ABSTRACT

THE ANALYSIS OF ERGONOMIC RISK FACTORS IN AN ASSEMBLY LINE WITH REBA METHOD : AN APPLICATION IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

Sakalar, Ender

Graduate School of Natural and Applied Sciences

M.Sc. Occupational Health and Safety

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Şermin Tükel Akay

June 2018

According to published national and international statistics, majority of labour and production losses are caused by the fact that ergonomic conditions are not taken into account, which also increases risk of work-related musculoskeletal disorders, work accidents and occupational diseases.

Aim of this thesis, carried out in a company where engine oil pumps are produced, was to evaluate assembly line stations from ergonomics point of view and to find out the most common musculoskeletal disorders and the hardest station to work regarding ergonomics. Furthermore, it was investigated whether ergonomic risks are caused by postural habits of employees or not.

Participants were divided into two groups based on their answers to Nordic, Scandinavian Musculoskeletal Disorders Questionnaire. Ninety participants having difficulties to perform daily activities due to pain complaints in the last 12 months were chosen as the study group while 46 participants without this kind of complaint were chosen as the control group, which made 136 assembly operators in total. REBA method was used in order to evaluate ergonomic risk factors, NASA-TLX questionnaire was used to define workload and open-ended questions were used to

assess demographic information and to find out the hardest assembly station. Occupational nurse in the company provided information about participants' weight, height, and disease history.

As summary of analysis, it was concluded that the hardest station is “vane insertion station”, the most common areas of pain being back, neck, hand and wrist. Majority of employees, who are experiencing pain complaints, reported minimum four areas of pain. A positive relation was found between working-years of employees in the company and musculoskeletal disorders. According to REBA assessment performed in the hardest stations, it was found that said stations are at moderate risk. It was also observed in the study group that ergonomic risks are even higher depending on bad postural habits.

Keywords: Ergonomics, Assembly Line, Operator, Station, REBA, Posture, Musculoskeletal System, Pain

ÖZET

MONTAJ HATTINDA ERGONOMİK RİSK FAKTÖRLERİNİN REBA METODU İLE İNCELENMESİ: OTOMOTİV YAN SANAYİ SEKTÖRÜNE YÖNELİK BİR UYGULAMA

Sakalar, Ender

Fen Bilimleri Enstitüsü

İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı

Tez Yöneticisi: Dr. Öğr. Üy. Şermin Tükel Akay

HAZİRAN 2018

Yayınlanan ulusal ve uluslararası istatistiklere göre iş ve işgücü kayıplarının büyük bir bölümü ergonomik koşulların dikkate alınmamasından kaynaklanmakta, ayrıca çalışanlarda işle ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıkları görülme, iş kazası ve meslek hastalıkları oluşma riski artmaktadır.

Motor yağ pompası üreten bir firmada gerçekleştirilen bu tezin amacı montaj hattındaki istasyonları ergonomik açıdan değerlendirmek, en zorlanılan istasyonu ve en sık görülen kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarını tespit etmektir. Ayrıca istasyonlarda oluşan ergonomik risklerin kişisel postüral alışkanlıklardan kaynaklanıp kaynaklanmadığı araştırıldı. Katılımcılar İskandinav Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Anketi (Nordic)' ne verdikleri yanıtı göre iki gruba ayrıldı. Son 12 ayda ağrı şikâyeti sebebiyle günlük faaliyetlerini yapmada zorlanan 90 montaj operatörü çalışma grubu, zorlanma yaşamamış olan 46 montaj operatörü ise kontrol grubu olmak üzere toplamda 136 montaj operatörü çalışmaya katıldı. Ergonomik risk faktörlerini değerlendirmek için Rapid Entire Body Assessment (REBA) metodu, iş yükünü değerlendirmek için NASA-TLX anketi kullanıldı. Demografik bilgiler, boy, kilo verileri iş yeri hemşiresinden alındı; istasyonların zorluk derecesi açık uçlu sorular ile soruldu.

Yapılan analizler sonucu hem çalışma hem de kontrol grubunda en çok zorlanılan istasyonun 'vane dizme istasyonu' olduğu; çalışma grubunda boyun, sırt, bel ve el-el bileği bölgelerinin en çok ağrı görülen bölgeler olduğu tespit edildi. Ayrıca ağrı şikâyeti olanların çoğu dört veya daha fazla bölgede ağrı rapor etti. Operatörlerin iş yerindeki çalışma süresi ve kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları arasında pozitif ilişki saptandı. Çalışanların zorlandıkları istasyonlarda yapılan REBA değerlendirmelerinde istasyonların orta derece risk durumunda olduğu tespit edildi. Kronik ağrı şikâyeti olan çalışma grubunda ergonomik riskler postüral alışkanlıklara bağlı olarak daha yüksek bulundu.



Anahtar Kelimeler: Ergonomi, Montaj Hattı, Operator, İstasyon, REBA, Postür, Kas-İskelet Sistemi, Ağrı

TEŐEKKÖRLER

Yüksek Lisans Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üy. Şermin Tükel Akay'a ve anket çalışmalarında destek olan Arş.Gör. Gonca Şahiner'e Teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım boyunca yardım ve desteklerini hiç esirgemeyen değerli çalışma arkadaşlarıma Teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım boyunca manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan başta eşim Ayşe Sakalar olmak üzere tüm aileme de sonsuz Teşekkür Ederim.

İÇİNDEKİLER

ABSTRACT.....	iii
ÖZET.....	v
TEŞEKKÜRLER.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
SİMGE VE KISALTMALAR.....	x
Tablo Listesi.....	xii
Şekil Listesi.....	xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
1.1 Giriş.....	1
1.2 Amaç.....	5
2. GENEL BİLGİLER.....	7
2.1 Ergonominin Tanımı.....	7
2.2 Ergonominin Çeşitleri.....	7
2.2.1 Bilişsel Ergonomi.....	7
2.2.2 Fiziksel Ergonomi.....	8
2.3 İş Sağlığı ve Güvenliği ile Ergonomi Arasındaki İlişki.....	8
2.4 İşyerinde Ergonomi Uygulamalarının Amaçları.....	9
2.5 Risk Değerlendirmesi Kavramı.....	9
2.6 Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemleri.....	10
2.6.1 Öznel Değerlendirmeler (Kişisel Bakış Açısı/Anketler).....	10
2.6.2 Sistematik Gözlemlere Dayalı Yöntemler.....	10
2.6.3 Direkt Ölçüm Teknikleri.....	11
2.7 Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemi Seçimi.....	12
2.8 Meslek Hastalıkları ve Sınıflandırılması.....	13
2.9 İşle İlgili Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları.....	13
2.10 Risk Faktörleri.....	14
3. MATERYAL VE METOT.....	16
3.1 Materyal.....	16
3.1.1 Firmanın Tanıtımı.....	16
3.2 Metot.....	17
3.2.1 Katılımcılar.....	17

3.2.2 Yöntem	18
3.2.3 Testler	20
3.2.3.1 İskandinav Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Anketi	20
(The Nordic Musculoskeletal Questionnaire-NMQ).....	20
3.2.3.2 Rapid Entire Body Assessment (REBA) Metodu.....	20
3.2.3.3 NASA – TLX Anketi.....	26
4. Sonuçlar	27
4.1 Grupların Cinsiyet, Yaş, Boy, BKİ ve Kıdem Yılı Açısından Karşılaştırılması	27
4.2 Montaj Hattında Zor İstasyonun Tespit Edilmesi.....	29
4.3 Çalışma Grubunda Görülen Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıklarının Dağılımı	30
4.4 Çalışma ve Kontrol Grubunda REBA Puanlarının Karşılaştırılması	31
4.5 Çalışma ve Kontrol Grubunda NASA-TLX Skorlarının Karşılaştırılması.....	33
5. Tartışma ve Öneriler	37
REFERANSLAR.....	42
Ekler	48
EK 1: REBA Tablo A Gövde & Bacak & Boyun Değerlendirme.....	48
EK 2 : REBA Tablo B Üst Kol & El Bileği & Alt Kol Değerlendirme.....	48
EK 3 : REBA Tablo C Puanı Hesaplama Tablosu	49
EK 4 : REBA Tablo D Risk ve Aksiyon Zamanlama Tablosu	49
EK 5 : REBA Değerlendirme Sayfası.....	50
EK 6 : NASA-TLX Bilgilendirme Tablosu	51
EK 7 : NASA-TLX Puanlama Tablosu	52
EK 8 : İskandinav Kas İskelet Sistemi Anketi (NMQ).....	53
EK 9 : REBA Değerlendirme Sayfası.....	54

SİMGE VE KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
C155	155 sayılı İSG ve Çalışma Ortamına İlişkin ILO Sözleşmesi
C161	161 sayılı İş Sağlığı Hizmetlerine İlişkin ILO Sözleşmesi
ÇSGB	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
EMG	Elektromiyografi
ERD	Ergonomik Risk Değerlendirmesi
ERDY	Ergonomik Risk Değerlendirmesi Yöntemleri
ILO	International Labour Organisation (Uluslararası Çalışma Örgütü)
İKİSR	İşle İlgili Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
Kg	Yük Birimi (Kilogram)
KİS	Kas İskelet Sistemi
KİSR	Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları
NASA-TLX	NASA-TLX Anketi
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health (Amerika Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü)
Nordic	İskandinav Kas-İskelet Sistemi Anketi
OWAS	Ovako Working Posture Analyzing System (Ovako Çalışma Duruşları Analiz Sistemi)
PLIBEL	Plan för Identifiering av belastningsfaktorer (Ergonomik Tehlikelerin Tanımlanmasına Yönelik Kontrol Listesi)
SI	The Strain Index (Zorlanma İndeksi)

QEC	Quick Exposure Check (Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi)
QMTAS	Queensland Manual Task Advisory Standard (Queensland Elle Yapılan Görevler Tavsiye Standardı)
R164	ILO 164 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Tavsiye Kararı
REBA	Rapid Entire Body Assessment (Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi)
RPE	Rating of Perceived Exertion (Hissedilen Çaba Derecesi)
RULA	Rapid Upper Limb Assesment (Hızlı Üst Uzun Değerlendirmesi)
SSGSSK	Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu
TUIK	Türkiye İstatistik Kurumu
ÜİSGK	Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Konseyi
°	Açı Birimi (Derece)

Tablo Listesi

Tablo 1: İstihdam Edilen ya da Geçmişte Çalışmış Olanlardan İşe Bağlı Sağlık Problemi Yaşayanlar 2007-2013	3
Tablo 2: Meslek Hastalıklarının 2016 Yılındaki Dağılımı (TUIK).....	4
Tablo 3: Tez Çalışması Yapılan Fabrikada Raporlu Gün Sayısı Dağılımları 2016-2017	5
Tablo 4: Çalışma ve Kontrol Gruplarının Cinsiyet, Yaş, BKİ ve Boy Açısından Karşılaştırılması.....	27
Tablo 5 Tez Çalışması Yapılan Fabrikada Eğitim Durumu Dağılımı	28
Tablo 6: Tez Çalışması Yapılan Fabrikada Çalışan Montaj Operatörlerinin Kıdem Yılları Dağılımı	28
Tablo 7: Montaj hattı operatörleri tarafından rapor edilen zor istasyonların dağılımı	29
Tablo 8. İskandinav Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Anketine göre vücut bölgelerinin ağrı şikayeti sıklığı	31
Tablo 9. İskandinav Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Anketine göre birden fazla sayıda ağrı bölgesi rapor etme sıklıkları	31
Tablo 10. Çalışma ve Kontrol gruplarında en zorlanılan istasyonda REBA puanı dağılımının karşılaştırılması	32

Şekil Listesi

Şekil 1 : REBA Boyun Hareketi Ölçümülemesi	22
Şekil 2 : REBA Bacak Hareketi Ölçümülemesi	22
Şekil 3 : REBA Gövde Hareketi Ölçümülemesi	23
Şekil 4 : REBA Alt Kol Hareketi Ölçümülemesi	24
Şekil 5 : REBA El Bileği Hareketi Ölçümülemesi	24
Şekil 6 : REBA Üst Kol Hareketi Ölçümülemesi	25
Şekil 7. Zor ve Kolay İstasyondaki REBA Puanlarının Yüzdalik Dağılımı	30
Şekil 8. REBA puanlarının Çalışma ve kontrol gruplarında düşük risk ve orta risk kategorisine göre dağılımları	32
Şekil 9. NASA-TLX iş yükü boyutlarının Çalışma ve kontrol gruplarında karşılaştırılması. A) Zihinsel iş yükü, B) Fiziksel iş yükü, C) Zamansal Talep, D) Çaba/Efor, E) Performans, F) Rahatsızlık	33-36

1. GİRİŞ VE AMAÇ

1.1 Giriş

Günümüzde rekabetçi piyasa koşulları ve küreselleşme üretim sistemlerini sürekli daha hızlı, daha kaliteli, daha ucuz ve daha fazla üretmeye zorlanmaktadır. Bunun bir sonucu olarak üretim montaj hatlarında sürekli geliştirmeler ve iyileştirmeler kaçınılmaz hale gelmektedir.

Üretimde maliyeti direkt etkileyen girdilerden birisi insan gücüdür. İş gücü maliyeti ürün maliyetlerini doğrudan etkilemektedir. Dolayısıyla üretim yapılan hatlarda istasyon sayılarının düşürülmesi, çalışan operatörlerin tam ve verimli kullanılması için analizler yapılması ve hat dengesinin kurulması üretim sisteminin verimli kullanılmasını sağlayan etkenlerdendir.

Bu çalışmaları yaparken dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan biri çalışan operatörlere atanan iş yükünün, çalışanın kapasitesini aşmamasıdır. Aksi halde stres, yorgunluk ve dikkatsizlik görülebilir ve bu yüzden hattın üretim hızının değişmesi olasılığı ile kalite problemleri, meslek hastalıkları ve iş kazaları riski artabilir.

Tüm bunların sonucunda çalışanların kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları (KİSR) yaşamasını engellemek için çeşitli yöntemler kullanılarak farklı uygulamalar yapılmaya başlanmıştır. Son zamanlarda teknolojinin de gelişmesiyle birlikte teknolojik uygulamalar hayatımıza daha çok girmeye başlamıştır. Üretim sahalarında bu gibi teknolojik ilerlemeler ve artan mekatronik sistemler insan vücudu üzerine düşen yükleri azaltabiliyor gibi görünmesine rağmen, sanayisi gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde kas iskelet sistemi rahatsızlıkları, mesleki görevlerin bir sonucu olarak, önde gelen rahatsızlıklarından bir tanesi olmayı sürdürmektedir (Özel ve Çetik, 2010).

Ayrıca yine sanayileşmenin artmasıyla beraber çalışanların maruz kaldığı iş kazaları ve meslek hastalıklarında da artış olabilmekte, yeni tehlike ve risk grupları türeyebilmektedir. Bu konulara çok fazla önem verilmediği durumlarda bu gibi

sorunlar işletmelerin güvenli bir şekilde çalışmasının önünde engel olabilmektedir. Sonucunda da hem işletme tarafından hem de çalışan tarafından bakıldığında, maddi ve manevi kayıplar gündeme gelmektedir (Ulutaş ve Gündüz, 2017).

İçinde bulunduğumuz yüzyılda çalışma ve çalışmanın sebep olduğu sorunlar, işçi, uyuşturucu ve savaşlara göre daha fazla insanın ölümüne yol açmıştır. Savaşlar sonucunda yılda 650 binden fazla insan hayatını kaybederken, iş kazaları ve meslek hastalıkları sebebiyle her yıl ortalama 2,7 milyon insan öldüğü ve yine ortalama 2 milyon insanın meslek hastalıklarına yakalanmakta olduğu, ortalama olarak dünyada her gün 1000 çalışanın iş kazaları sebebiyle hayatını kaybettiği, her yıl ortalama 313 milyon iş kazası yaşandığı ve bu tür kazalar sebebiyle günlük 860.000 kişinin etkilenmiş olduğu görülmektedir (Öçal ve Çiçek, 2017).

Bu durumun maddi boyutuna bakacak olursak, ortaya çıkan yıllık ortalama maliyet 1,25 trilyon dolar seviyelerindedir. Bununla birlikte unutulmaması gereken çok önemli konulardan birisi de tutulan kayıtların güvenilirliğidir. Oluşan tüm iş kazalarının bildirilmemesi veya eksik raporlama, raporlama sistemlerinin ülkeden ülkeye farklılık göstermesi, meslek hastalıklarının tam olarak teşhis konulup raporlanamaması, ülkelerin hassasiyetlerinin farklılık göstermesi, her ülkenin International Labour Organisation (ILO) ya da daha farklı istatistik kurumları ile verilerini paylaşmaması ya da eksik paylaşması meslek hastalıkları ve iş kazaları hakkında kesin bilgilere ulaşmayı ve yıl bazlı istatistikler oluşturmayı çok zor ve hatta imkansız hale getirmektedir (Lloyd ve Mitchinson, 2008).

Avrupa Birliği İstatistik Ofisi (Statistical Office of the European Communities-Eurostats) tarafından 2010 yılında yayımlanan “Avrupa’da İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) İstatistikleri Kitabı (1999-2007)”nda, İşle İlgili Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıklarının (İKİSR) en sık karşılaşılan rahatsızlıklardan olduğu ve işlerle ilgili tüm rahatsızlıkların %60’ını oluşturduğu belirlenmiştir. Yine aynı kitapta KİSR’yi stres, depresyon ve endişe %14 ile takip etmektedir. Bu sonuçlar, çalışanlar tarafından sırt ağrısı, kas ağrısı ve stresin bildirildiğinin belirtildiği 2010 yılında yayımlanan 5. Avrupa Çalışma Koşulları Anketi (5th. European Working Condition Survey-5. EWCS)’nde de desteklenmiştir.

Yeni ve Gelişmekte Olan Riskler için Avrupa Anketi (European Survey on New and Emerging Risks-ESENER) 2009, işletmelerde İSG sorumlularının neredeyse %80'inin endişelerinin en büyüğünün kas iskelet sistemi rahatsızlıkları ve iş kaynaklı stres olduğunu göstermiştir (International Ergonomic Association, 2009).

Türkiye'deki durum ise Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK) tarafından ilki 2007 yılında ikincisi ise 2013 yılının Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında yapılan "İş Kazaları ve İşe Bağlı Sağlık Problemleri" konulu araştırma anketleri ile ortaya konulmuştur (Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni, 2013).

İş Kazaları ve İşe Bağlı Sağlık Problemleri konulu modüler anket, hane halkı işgücü anketinin uygulandığı kentsel yerlerden 30.600 ve kırsal yerlerden 11.760 olmak üzere, Türkiye genelinde toplam 42.360 örnek hane halkı ile yapılmıştır. Bu hane halklarından 36.681'i ile anket yapılmış, 5.679 hane halkına ise çeşitli nedenlerle cevaplamama formu doldurulmuştur. Bu dönemde, örnek hane halklarında yaşayan 15 ve daha yukarı yaştaki toplam 95.361 fert ile görüşülmüştür (Tablo 1) (TUIK İş Kazaları ve İşe Bağlı Sağlık Problemleri Raporu 28-2013).

Tablo 1: İstihdam Edilen ya da Geçmişte Çalışmış Olanlardan İşe Bağlı Sağlık Problemi Yaşayanlar 2007-2013

	İstihdam Edilen ya da geçmişte çalışmış olanlar		Son 12 Ayda işe bağlı Sağlık Sorunu Yaşayanlar			
	Kişi Sayısı(*1000)		Kişi Sayısı(*1000)		Oran (%)	
	2007	2013	2007	2013	2007	2013
Toplam	33.014	43.655	1.217	895	3,7	2,1
Erkek	21.541	25.014	896	603	4,2	2,4
Kadın	11.474	18.642	321	292	2,8	1,6

Mesleklere göre en yüksek işe bağlı sağlık sorunu yaşayanların oranı %3,2 ile "sanatkârlar ve ilgili işlerde çalışanlar" grubunda gerçekleşmiştir. Bunu %2,8 ile "tesis ve makine operatörleri ve montajcılar" grubu izlemiştir. İşe bağlı sağlık sorununa

maruz kalanların en düşük gözleendiği grup ise %1,7 ile “büro ve müşteri hizmetleri” olmuştur (TUIK İş Kazaları ve İşe Bağlı Sağlık Problemleri Raporu 28-2013).

TUIK tarafından yapılan 5510 Sayılı Kanunun 4-1/a Maddesi Kapsamındaki Sigortalılardan Meslek Hastalığına Tutulanların Tanılarına göre dağılımı, 2016 yılı istatistiklerine göre ise Tablo 2’ de verilmiştir (TUIK İş Kazaları ve Meslek Hastalıkları Raporu). Bu tabloda tanımlanamayan hastalıklar ve işten ayrıldıktan sonra oluşan hastalıklar liste dışı bırakılmıştır.

Tablo 2: Meslek Hastalıklarının 2016 Yılındaki Dağılımı (TUIK)

Rahatsızlık Sebebi	Kişi , %
Solunum Sistemi	216, %76.86
Sinir Sistemi	22, %7.83
Kas İskelet Sistemi	21, %7.47
KBB	6, %2.13
Diğer	16, %7.71
Toplam	281, %100

Tez çalışmasının yapıldığı fabrikada ise 2017 yılında İnsan Kaynakları Departmanı tarafından yapılan bir istatistiğe göre en fazla rapor alınma sebebi %47 oranla doğum olmuştur. İkinci sırada ise %12 ile Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları gelmektedir. Doğum sebepli raporlar göz ardı edildiğinde ilk sırayı %23 ile Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları almaktadır (Tablo 3).

Tablo 3: Tez Çalışması Yapılan Fabrikada Raporlu Gün Sayısı Dağılımları 2016-2017

Rahatsızlık Sebebi	Yıl	
	2016	2017
	Gün Sayısı, %	Gün Sayısı, %
Kas İskelet Sistemi	676, %15.6	319, %12.07
KBB	376, %8.7	284, %10.74
Dahiliye	118, %2.72	124, %4.69
Diğer	3158, %72.98	1917, %72.5
Toplam	4328, %100	2644, %100

Kas İskelet sistemi rahatsızlıklarının sebeplerine bakacak olursak, İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesinde sağlık personelleri üzerine yapılan araştırmada, ağrıyı arttıran nedenlerin başında uzun süreli ayakta kalma, ikinci neden olarak ağır kaldırmalar ve üçüncü neden olarak da uzun süreli yürüyüş sonuçlarına ulaşılmıştır. Halsizliğin ayrı bir bulgu olarak ağrıya eşlik ettiği belirlenmiştir. Aynı çalışmada yine sonuçlara etki eden bir etmen olarak çalışanların spor yapma alışkanlıkları incelenmiş ve rahatsızlık yaşayanların büyük bir çoğunluğunun spor yapmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Dıraçoğlu, 2005).

Literatüre bakıldığında kas iskelet sistemi ağrılarının oluşması ve artmasına sebep olarak yoğun ve ağır fiziksel çalışma, sık öne eğilme, itme ve çekme hareketleri, statik iş pozisyonları, ağırlık kaldırma, tekrarlı hareketler ve vibrasyon olduğu bilgisi verilmektedir (Özcan, 2002).

1.2 Amaç

Çalışma ortamlarında insanların anatomik, fizyolojik ve psikolojik farklılıklarını dikkate alarak yapılan ergonomik iyileştirme çalışmaları çalışanın çalışma verimini ve iş kalitesini arttırmaktadır. Ayrıca iş kazaları, meslek hastalıkları ve işgücü kayıplarının önlenmesinde ergonomi önemli bir rol oynamaktadır. İş stresinin düşürülüp çalışma motivasyonunun arttırılmasına da pozitif etkisi vardır (Sağocak, 2005; Ergonomi Nedir, 2018)

Çalışmanın amacı, otomobil motoru yağ pompası üretim tesisinde çalışan montaj operatörlerinin en çok zorlandığı istasyonları belirlemek, bu istasyonlarda oluşan ergonomik risk faktörlerinin kişisel postüral alışkanlıklara göre fark gösterip göstermediğini bulmak ve montaj hattı operatörlerinin en çok yakındıkları kas iskelet sistemi rahatsızlıklarını tespit etmektir. Çalışmada yapılacak anket sonucuna göre KİSR olan ve olmayan iki grup belirlenecektir. Grupların postüral alışkanlıkları montaj hattındaki zor istasyonda literatürde yaygın kullanım ve geçerliliğe sahip Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemlerinden (ERDY) biri olan Rapid Entire Body Assessment (REBA) metodu ile değerlendirilecektir. Postüral alışkanlıklar ve kas iskelet sistemi ağrısı arasındaki ilişki incelenirken etki edebilecek iş yükü, Beden Kitle İndeksi (BKİ), boy, cinsiyet, yaş, eğitim durumu gibi diğer faktörler de kontrol edilecektir.

Çalışanlara ve firmaya elde edeceğimiz sonuçlar doğrultusunda çeşitli öneriler sunularak ergonomik açıdan çalışanı ve firmayı daha verimli hale getirmek amaçlanmaktadır. Ayrıca bu çalışmanın örnek bir çalışma olarak benzer uygulama yapmak isteyen işyerlerine rehber olması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Ergonominin Tanımı

Ergonomi, çalışan insanların anatomik, fizyolojik ve psikolojik farklılıklarını göz önünde bulundurarak çalışanın sağlık ve güvenlik sınırları içerisinde verimli bir şekilde çalışabilmesi için gerekli çalışma koşullarını tasarlayan, multidisipliner bir bilim dalıdır (Bridger, 1995). Yunanca “ergon = iş, çalışma” ve “nomos = yasa” anlamına gelen sözcüklerin birleştirilmesiyle “Ergonomi” sözcüğü elde edilmiştir. Günümüzde ise iş bilimi olarak bilinmektedir (Ergonominin Tanımı, İTÜ Ergonomi Grubu Erişim Adresi: < [http:// www.ergonomi.itu.edu.tr/ergonomi.html](http://www.ergonomi.itu.edu.tr/ergonomi.html) > , 2018)

Ergonomi, insan faktörünü ön planda tutmak suretiyle insanın kapasite ve limitleriyle, insan makine ve insan çevre ilişkisini değerlendirerek, çalışma ortamı tasarımında insan faktörüne göre düzenlemeyi öngörür. Pascaud 'a göre ise ergonomi; insan-çevre arasındaki ilişkilerin incelenmesidir ve paralelinde çalışanın işe değil, işin çalışana uyarlanmasıdır. Özet olarak çalışanın işini kolay, rahat, güvenli ve verimli yapabilmesini sağlamayı hedefler (Neşeli, 2016).

2.2 Ergonominin Çeşitleri

Ergonominin bilişsel, fiziksel ve örgütsel olmak üzere 3 çeşidi bulunmaktadır. Bu çalışmada sadece bilişsel ve fiziksel ergonomi konularına değinilecektir.

2.2.1 Bilişsel Ergonomi

Bilişimle bağlantılı olan özellikle de çalışanın bilgi, araç ve ortam ile doğru, hızlı ve kolay etkileşimini amaçlayan basit, karmaşık ya da ileri teknoloji gerektirebilen sistemlerin tasarlanması bilişsel ergonomi faaliyet alanına girmektedir (Özkan ve Ulutaş, 2011).

İşyerlerindeki kontrol düğmeleri, uyarı işaretleri vs. kolayca anlaşılabilir özellikte ve ayırt edilebilecek renklerde olması bilişsel ergonomi uygulamasına örnek verilebilir (Koruca, vd., 2015).

2.2.2 Fiziksel Ergonomi

Fiziksel Ergonomi, fiziksel olarak çevre birimlerini kolay ve etkili kullanabilme amacıyla insanlara uygun bir şekilde tasarım yapılması ile ilgilenmektedir (Çivril, vd., 2013). Fiziksel etkinliklerle ilişkili olarak insanların anatomik, antropometrik, fizyolojik ve biyomekanik karakteristikleri de fiziksel ergonominin çalışma alanına girmektedir (Neşeli, 2016).

Çalışanların duruş özellikleri, çalışma yöntemiyle ilgili işlemler, tekrarlı hareketler, kas iskelet sistemleri, sağlık ve güvenlik fiziksel ergonominin ana ilgi alanlarını oluşturmaktadır. İşyerlerindeki çalışma istasyonlarının tasarımı çalışanların rahatça ve kolay bir şekilde donanım ve malzemelere erişimi fiziksel ergonomiye örnek olarak verilebilir.

2.3 İş Sağlığı ve Güvenliği ile Ergonomi Arasındaki İlişki

Ergonomi çoğu işletmelerde iş kazası ve meslek hastalıklarının önlenmesi amacıyla, olası risk faktörlerinin tamamen ortadan kaldırılmasına ya da azaltılmasına odaklanan İş Sağlığı ve Güvenliği kavramının önemli bir bileşeni olarak dikkate alınmaktadır. Ergonomi, işletmelerde İş Sağlığı ve Güvenliği politikalarının vazgeçilmez bir parçası olarak yerini almalı ve çalışma şartlarının iyileştirilip geliştirilmesi için bu politikaların işletmelerin stratejik hedefleri ile de entegre edilmesi gerekmektedir (Hermans ve Peteghem, 2006).

2.4 İşyerinde Ergonomi Uygulamalarının Amaçları

Gün geçtikçe rekabetin de korunabilmesi amacıyla üretim rakamlarında ve teknolojiye ilerlemelerin olması kaçınılmaz bir sonuç olarak karşımıza gelmektedir. Bu duruma ayak uydurabilmek için işyerlerinde birtakım olumsuz çalışma koşulları oluşabilmektedir. Sıkça tekrar eden ağır yük kaldırma, bir yere taşıma, çekme ve itme işlemleri direkt çalışan tarafından yapılabilmektedir. Ek olarak sık tekrar eden, günlük 8 saatten ve haftalık 6 günden fazla çalışma süresi olan veya çok hızlı çalışma gereksinimi olan işler karşımıza çıkabilmektedir.

Bu saydıklarımızın yanına bir de uygun olmayan makine, alet ve işyeri tasarımı, çalışanların uygun olmayan postüral alışkanlıkları ve spor yapma davranışlarındaki eksiklik gibi farklı faktörlerin bir araya gelmesi, çalışanlarda meslek hastalığı ve iş kazaları ile sonuçlanabilecek stres ve baskıya sebep olabilmektedir. İşyerlerinde çalışılan iş istasyonlarının ve kullanılan ekipmanların ergonomi düşünülmeden tasarlanması ve birtakım kişisel alışkanlıklar ana problemler arasında gösterilebilir. Ergonomi çalışmaları ile birlikte bu sayılan olumsuzluklar giderilebilmektedir (Kahraman, 2012).

2.5 Risk Değerlendirmesi Kavramı

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu vasıtasıyla risk değerlendirmesi, “işyerlerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmalar” olarak tanımlanmıştır (6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu).

Risk değerlendirmesi mevzuatın gerekliliklerini karşılamak için yapılmakla beraber, işyerlerinde iş kazası ya da meslek hastalıklarına sebep olabilecek öncelik seviyesi yüksek risk gruplarına odaklanılabilmesi için çok önem taşımaktadır (Atasoy, 2014).

2.6 Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemleri

Uygun olmayan postür ve çalışma pozisyonları, önemli olmayan sırt-bel-boyun ağrıları ile başlayıp ağır engellilik boyutlarına kadar ulaşabilecek işle ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıkları (İKİSR) için önemli risk gruplarından bir tanesini oluşturmaktadır. Problemlerin değerlendirilip daha düşük seviyelere indirgenmesi için proaktif yaklaşımın benimsenmesi önemlidir. İKİSR ve KİSR'na sebep olan faktörlerin önceden bilinip belirlenmesi önemlidir. Yapılacak proaktif uygulamalar kas iskelet sistemi üzerinde olumlu etkiler yapmakla beraber, çalışma performansının arttırılmasına, iş kazası ve meslek hastalıklarının önlenmesine olumlu etkiler yapmaktadır (Karwowski ve Marras, 1999).

2.6.1 Öznel Değerlendirmeler (Kişisel Bakış Açısı/Anketler)

Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıklarının değerlendirilmesinde kullanılan birçok öznel değerlendirme metodu bulunmaktadır. Bu tip değerlendirmelerde kontrol listesi ve anketler sıklıkla kullanılmaktadır (Özel ve Çetik, 2010). Literatürde çok kullanılan ve adından bahsettirenlerden bazıları; İskandinav Kas-İskelet Sistemi Anketi (Nordic Musculoskeletal Questionnaire) (Kuorinka, vd., 1987), Alman Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlık Anketi (Dutch Musculoskeletal Discomfort Questionnaire) (Hildebrandt, vd., 2001), NASA-TLX İş Yükü Anketi (Task Load Index) olarak örnek verilebilir. Bu değerlendirmelerin avantajlarından en önemlileri etkin olma, düşük kaynak ile kullanım ve geniş örneklem büyüklüğü sağlayabilme olarak özetlenebilir (Hart ve Lowell, 1988).

2.6.2 Sistematik Gözlemlere Dayalı Yöntemler

Değerlendirmelerin sistematik olarak kaydedilmesi ve nicel değerlendirmeler yapabilmek amacıyla gözlemsel teknikler oluşturulmuştur. Gözlemsel tekniklerde basit ve gelişmiş olmak üzere iki farklı teknik uygulanmaktadır (Özel ve Çetik, 2010).

2.6.2.1 Basit Gözlemsel Teknikler

Basit gözlemsel tekniklere örnek olarak Hızlı Tüm Vücut Analizi (Rapid Entire Body Assessment, REBA), Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi (Rapid Upper Limb Assessment, RULA), Amerika Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü Yük Kaldırma Endeksi (NIOSH Lifting Equation), ManTRA vb. verilebilir.

2.6.2.2 Gelişmiş Gözlemsel Teknikler

Gelişmiş gözlemsel teknikler ise fazla dinamik aktivite içeren çalışmalar için uygulama alanı bulabilmektedir. Postür değişimlerinin değerlendirilebilmesi için bir takım video kaydı tabanlı gelişmiş gözlemsel metotlar geliştirilmiştir. Bu teknikte, video kaydına alınan veriler özel birtakım yazılımlar vasıtasıyla objektif biçimde analiz edilmektedir. Literatürde 3D Match, TRAC, Ergo-Man, 3DSSPP, Jack, Sammie Cad gibi programların kullanılmış olduğu çalışmalar bulunmaktadır (Özel ve Çetlik, 2010).

2.6.3 Direkt Ölçüm Teknikleri

Çalışanın hareket ve duruşlarının analizinde kullanılan direkt ölçüm metotları geliştirilmiştir. Direkt ölçümlerin uygulanmasında sırasıyla kas aktiviteleri, açı değişimleri, kuvvet ve vücut hareketleri hakkında detaylı gerçek nicel bilgiler veren elektromiyografi, açıölçer, biyomekanik analiz araçları ve optik araçlar kullanılır (Özel ve Çetlik, 2010).

Bu kısaca açıklanmış olan üç ergonomik risk değerlendirme yöntemi birbiri ile geçerlilik ve güvenilirlik açısından kıyaslandığında, direkt ölçümlerin gözlemsel tekniklerden, gözlemsel tekniklerin ise öznel değerlendirme yöntemlerinden daha iyi ve geçerli olduğu görülmektedir (Özel ve Çetlik, 2010). Fakat uygulama maliyeti, uzun zamana ve teknik bilgiye ihtiyacı da daha fazla artmaktadır.

2.7 Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemi Seçimi

İşyerlerinde Ergonomik Risk Değerlendirilmesi (ERD) yapılmak istendiğinde yukarıda anlatılan çeşitli tekniklerden hangisinin seçileceğine karar verilmesi gerekir ve bu karar verilirken dikkat edilmesi gereken birtakım ilkeler vardır (Occupational Health and Safety Council of Ontario, 2018).

Öncelikle derinlemesine bir ERD ihtiyacı olup olmadığını belirlemek gerekir. İKİSR oluşma riski belirgin değilse ya da risk sebebi üzerine hemfikir olunamamışsa derinlemesine bir ERD ihtiyacı var diyebiliriz (Occupational Health and Safety Council of Ontario, 2018). Hedef çalışma grubunun tüm görevleri ve alt görevlerinin incelenip, gözlemlenerek yazılı hale getirilmiş olması gereklidir.

Kullanılabilecek Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemleri (ERDY) belirlenmelidir. Alternatifler belirlenirken uzman kişilerden yardım alınması gereklidir. Bu uzman kişiler işletme içi ya da dışından olabilir. Benzer sektör ve görevlerde yapılan uygulamalardan ERDY uygulamaları incelenebilir. Bu aşamadan sonra farklı ERDY alternatifleri karşımıza gelmiş olabilir. Yapılan çalışmaların sonucunda önümüze gelen ERDY' den hangisinin kullanılacağına karar verilirken de dikkat edilecek birtakım hususlar vardır.

İş Sağlığı ve Güvenliği uzmanı ya da işyeri hekimi yada ERD üzerine çalışan personelin ERDY alternatiflerinden herhangi biri üzerine eğitimi, tecrübesi ve yorumlama kabiliyeti olup olmadığı, risk değerlendirmesi yapılacak bölgenin ERDY tarafından kapsanması, seçilecek yöntem sonucunda harcanacak uygulama zamanı ve diğer maliyetler (ekipman, işçilik, sistem yatırımı, üretim kaybı vb.), ERD toplam uygulama ve sonuç alma zamanı uygulanması düşünülen ERDY seçiminde belirleyici rol oynamaktadır (Occupational Health and Safety Council of Ontario, 2018).

Yapılan bir tez çalışması sonucuna göre hassas olarak el ve el bileklerini kullanan çalışanların çalışma duruş analizinde REBA yöntemi kullanılması tavsiye edilmiştir (Kocabaş, 2009).

2.8 Meslek Hastalıkları ve Sınıflandırılması

Ülkemizde 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununa göre bir hastalığın tıbbi ve yasal olarak mesleki maruziyet sebebiyle oluştuğu kesin olarak ispat edildiğinde bu hastalık meslek hastalığı olarak tanımlanmaktadır (SSGSSK, Madde 14).

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Kurumu (ÇSGB) Meslek Hastalıkları Rehberi'nde ise meslek hastalığı, sigortalının yaptığı veya çalıştığı işin gereksinimlerinden dolayı tekrarlamalar sebebiyle veya işin yürütülme anındaki şartlarından dolayı maruz kaldığı geçici veya sürekli hastalık, ruhsal ya da bedensel olabilen engellilik hallerinin tamamını kapsayacak şekilde tanımlanmaktadır (ÇSGB Meslek Hastalıkları El Kitabı, 2013). Fakat aradaki bu bağlantıyı kurmak her zaman çok kolay olmadığı için birçok meslek hastalığına da meslek hastalığı tanısı konulamamaktadır.

2002 yılında Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından meslek hastalıkları listesi güncellenmiş ve 70 adet meslek hastalığı tanımlanmak suretiyle 194 sayılı Meslek Hastalıkları Listesi Tavsiye Kararını yayınlamıştır.

2.9 İşle İlgili Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları

Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları “kaslar, lifler, bağlar, sinirler, diskler ve kan damarlarını etkileyen yaralanma ve rahatsızlıklardır. İşle İlgili Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları ise bu yaralanma ve rahatsızlıkların işyerlerindeki tehlikeler nedeniyle oluşması ya da daha da ağırlaşması durumudur” (Atasoy, 2014: s8).

İşe bağlı kas iskelet sistemi rahatsızlıkları tendonları, tendon kılıflarını, kasları, sinirleri, bursaları ve damarları etkiler ve işe bağlı rahatsızlıklar arasında doktora gitme sıklığı bakımından ilk sıradadır (Reiso, vd., 2000; Weevers, vd., 2005). Bir ankete göre ABD’de yılda bir milyondan fazla kişi kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına bağlı olarak rapor almaktadır ve bu durum yaklaşık 50 milyar dolara mal olmaktadır (National Academy of Sciences, 1999).

Tayland'da el sanatları işçileriyle yapılan bir çalışma işçilerin %72'sinin son 12 ayda (üst uzuvlar %57, sırt bölgesi %51 alt uzuvlar %44) en az bir bölgede kas iskelet sistemi rahatsızlıkları yaşadıklarını belirtmiştir (Tangkittipaporn, 2017).

2.10 Risk Faktörleri

İncelenen çalışmalarda uzun çalışma saatlerinin ve nötral olmayan çalışma postürünün kas iskelet sistemi rahatsızlığı için risk faktörü olduğu görülmüştür (Das, 2018). Diğer bir ergonomik risk faktörü "tekrarlı aktiviteler" olarak gösterilmiştir. Buna ek olarak üzerinde zaman baskısı hisseden işçilerin boyun, omuz ve bel yaralanmaları açısından yüksek risk içinde oldukları tespit edilmiştir (Dianat, 2016). Başka bir çalışmada, tekrarlayıcı aktiviteler ve rahatsızlık seviyesi arasında anlamlı bir ilişki gözlenmiştir (Gangopadhyay, 2003).

Literatürde cinsiyetin kas iskelet sistemi rahatsızlığı bakımından önemli bir faktör olduğu ortaya konmuştur (Das, 2018). Kadın işçilerin boyun bölgesinde kas iskelet sistemi rahatsızlığı geçirme riskinin erkek işçilerden yüksek olduğu gösterilmiştir (Choobineh, 2004). Benzer şekilde, başka bir makale de kadın işçilerin daha fazla omuz ve boyun rahatsızlığı yaşadığını göstermektedir (Dianat, 2016).

İş tecrübesi ve işçinin yaşı da potansiyel risk faktörleri arasında sayılabilir (Das, 2018). Yapılan çalışmalarda iş tecrübesi ve yaş tüm vücut bölgelerinde, kas iskelet sistemi rahatsızlıklarıyla anlamlı düzeyde ilişkili gösterilmiştir (Veisi, 2016). Bir yandan bir çalışmada yaş omuz hariç diğer bütün bölgelerde risk faktörü olarak gösterilirken (Choobineh, 2004), iş tecrübesi sadece bel ağrısıyla ilişkilendirilebilmiştir (Nazari, 2012).

Psikososyal stres faktörleri de kas iskelet sistemi rahatsızlıkları risk faktörleri arasında değerlendirilmektedir (Lacey, 2007; Simon, 2008). Örneğin, iş memnuniyetsizliği, sosyal hakların azlığı ve iş yükünün fazlalığı çalışanların kas iskelet sistemi rahatsızlığı riskini arttırmaktadır (NIOSH, 1997 ; Sobeih, 2006). Benzer şekilde yüksek zihinsel talep ya da performans baskısı az ücretle birleştiğinde kas iskelet sistemi rahatsızlıkları riski artmaktadır (Smith, 2004; Simon, 2008). Bununla birlikte,

işçilerin eğitim d¼zeyi arttıķça, kas iskelet sistemi rahatsızlığı riskinin azaldığı gösterilmiştir (Veisi, vd., 2016).



3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Firmanın Tanıtımı

Çalışmanın yapıldığı firma 1900'lü yılların hemen başında Kanada'da kurulmuştur. Dünya genelinde 9 fabrika, 5 ARGE Merkezi ve 2000'in üzerinde çalışanı ile önde gelen motor yağ pompası üreticilerinden birisi olan firma 2011 yılında Türkiye'de ki ilk yatırımını yapmıştır. İzmir Gaziemir'de bulunan Ege Serbest Bölge'de 450 çalışan ile faaliyet göstermektedir.

Firmanın İzmir Fabrikası yaklaşık 30.000 m2 yerleşim alanında faaliyet göstermektedir. 39 adet işleme tezgâhı, 10 adet montaj hattı, 10 adet hassas ölçüm cihazı (CMM), 8 adet hidrolik test cihazı, bilgisayar destekli tasarım ve üretim imkânları ve üretilen ürünlerin %100 test edilmesinden dolayı hataya imkân bırakmayan üretim yapısıyla, uzun süreler dayanacak ve aracın faydalı ömrünü tamamlayana kadar arıza yapmayacak kalitedeki ürünlerini müşterilerine sunmaktadır.

Firmanın Almanya ve İzmir de bulunan Ar-Ge ekip çalışmalarına yaptığı yatırımlar, teknolojinin en üst seviyelerde kullanımı ve bunun yanında Tier 1 grubu olarak tanımlanan direkt araç üreticileri ile tasarım çalışmaları yürüterek ürün gamını sürekli olarak artırmış, sürekli değişime ve gelişime ayak uydurmuş, üretmiş olduğu üstün kaliteli ve müşteri taleplerini tam olarak karşılayan ürünler ile pazardaki konumunu güçlendirmiştir. Firma ISO 9001, ISO 14001, ISO18001, IATF16949, Ford Q1 gibi uluslararası sertifikaların sahibidir.

Firmanın uluslararası kurumsallaşmış yapısı iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarında da yüksek standart uygulamaları ile öne çıkmaktadır. İşletmede ulusal ve uluslararası mevzuatlara uygun olarak çalışan iş sağlığı ve güvenliği birimi fabrikadaki sağlık ve güvenlik uygulamalarını yürütmekte bunun yanında risk değerlendirmeleri sonuçlarına göre gerekli tedbirlerin alınmasında önderlik yaparak

önleyici faaliyetler sürdürmektedir. İşyerinde ayrıca yarı zamanlı işyeri hekimi ve hemşiresinin de bulunduğu sağlık ünitesince ve dış firmalardan alınan desteklerle sağlık hizmetleri yürütülmektedir. Tesisin yürürlükte olan iş sağlığı güvenliği politikasına göre çalışanların bulunduğu ofis ve üretim sahasının her noktasında ergonomik risk faktörleri de ön planda tutularak risk değerlendirme çalışmaları düzenli olarak yapılmaktadır. Risk değerlendirme sonuçlarına göre gerekli tedbirler alınmakta ve sonrasında yapılan faaliyetlerin etkinliğini ölçmek için risk değerlendirmesi tekrarlanmaktadır.

Firmanın Kanada'da bulunan merkezinde tüm üretim ve Ar-ge merkezlerini denetleyen ve dünya çapında standartların uygulamasını kontrol eden ayrıca tüm yerel iş sağlığı ve güvenliği sorumlularının da bağlı olduğu iş sağlığı ve güvenliği direktörü bulunmaktadır.

2015 yılında firma çok daha büyük bir grup çatısı altına girmiştir. Sonrasında ise teknolojik gereksinimler dolayısıyla yeni nesil elektrikli ve hybrid araçlar için elektrikli pompa üretimine başlanmıştır. Hâlihazırda 2 üretim fabrikasında elektrikli pompa üretimi devam etmektedir.

Grup merkez şirketi 1959 yılında Hong Kong da mikro motor üreterek üretim faaliyetlerine başlamıştır. Asya, Avrupa ve Amerika kıtasında toplam 23 ülkede ve 40.000 den fazla çalışanı ile faaliyet göstermektedir. Dünyanın önde gelen elektrik motor üreticilerindedir. 15 noktada ar-ge merkezi bulunmaktadır.

3.2 Metot

Bu tez çalışması kesitsel vaka-kontrol çalışması olarak tasarlandı. Katılımcılar, verinin toplanması, uygulanan anketler ve değerlendirmelere ilişkin bilgiler aşağıda açıklanmıştır.

3.2.1 Katılımcılar

Çalışma yapılan firmanın İzmir Fabrikası Üretim Departmanında yaklaşık 150 montaj operatörü çalışmaktadır. 14 montaj operatörü çeşitli nedenlerden dolayı

(izinli, raporlu olma durumu veya gönüllü olmama) veri toplama aşamasına katılamadı. Geriye kalan 136 montaj operatörü (%91) test ve anketlere katıldı. Katılımcılar haftada 6 gün ve günde 7.5 saat olmak üzere haftalık 45 saat çalışmaktadırlar.

136 montaj operatörü İskandinav Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Anketi (Nordic- IKISRA) anketine verdikleri cevaba göre 2 gruba ayrıldı. Son 12 ay içinde ağrı sebebiyle günlük işlerini yerine getirmekte zorlanan katılımcılar Çalışma Grubuna ve son 12 ay içinde ağrı şikâyeti olmayan veya ağrısı sebebiyle günlük işlerini yerine getirmekte zorlanmayan katılımcılar da Kontrol Grubuna dâhil edildi.

3.2.2 Yöntem

Çalışmalara başlamadan önce işyeri üst yönetimine bilgi verildi, çalışmanın hedefleri anlatıldı ve gerekli onaylar alındı. Benzer şekilde İzmir Ekonomi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Etik Kurulu tarafından çalışma onaylandı. Sonrasında ise çalışmaya katılacak tüm montaj operatörlerine yapılacak olan çalışma ile ilgili bilgi verildi, yapılacak test ve anketler anlatıldı. Çalışmaya katılan tüm montaj operatörleri Gönüllü Onam Formunu doldurup imzaladı.

Katılımcıların cinsiyet, boy, kilo, eğitim düzeyi ve kıdem yıllarına (fabrikadaki çalışma süresi) ait veriler toplandı. Boy ve kilo kullanılarak beden kitle indeksi (BKİ) hesaplandı. Dünya Sağlık Örgütü tarafından yayınlanan kriterler doğrultusunda BKİ'ne göre katılımcılar zayıf, normal, kilolu ve obez olarak sınıflandırıldı.

Tüm katılımcı montaj operatörlerine çalışırken en çok zorlandıkları istasyon soruldu. Sonucunda en sık rapor edilen istasyon 'en zor istasyon' olarak seçildi. Ayrıca REBA metodu kullanılarak fiziksel ergonomi açısından en düşük riske sahip veya hiç risk taşımayan istasyon belirlendi ve 'en kolay istasyon' olarak seçildi. Her iki istasyonda (en zor ve en kolay) tüm montaj operatörlerine REBA değerlendirmesi yapıp video kaydı alındı.

Çalışmaya katılan montaj operatörleri İskandinav Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Anketi ve 6 faktörlü (Zihinsel, Fiziksel, Zamansal, Performans, Efor ve Rahatsızlık) NASA İş Yükü Değerlendirme Anketi (NASA-TLX)' ni cevapladı.

İskandinav Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Anketindeki bölümlerden birinde montaj operatörlerine son 12 ay içinde fonksiyon kaybına sebep olacak bir ağrı şikâyeti geçirip geçirmediği soruldu. Ayrıca fonksiyon kaybı yaşamış olan operatörlere ağrı şikâyetinin olduğu vücut bölgesi veya birden fazla olduğu durumlarda vücut bölgelerini (Boyun, Omuzlar, Dirsekler, Bilekler/Eller, Sırt, Bel, Kalça/Uyluk, Diz, Ayak ve Ayak Bileği) Nordic anketindeki insan vücudu figürü üzerinden işaretlemeleri istendi. Bu anket sonuçlarına göre son 12 ay içinde ağrı sebebi ile fonksiyon kaybı yaşamış olan operatörler Çalışma Grubu ve son 12 ayda fonksiyon kaybı yaşamamış olan montaj operatörleri de Kontrol Grubu olarak seçildi.

Çalışmada uygulanan İskandinav Kas İskelet sistemi Rahatsızlıkları Anketi ve NASA-TLX İzmir Ekonomi Üniversitesi Araştırma Görevlisi Fizyoterapist tarafından fabrikada uygulandı. Gerektiğinde genel sağlık bilgileri etik kurallar çerçevesinde işyeri hemşiresinden temin edildi. Montaj istasyonlarında yapılan REBA değerlendirmeleri ise tez yazarı tarafından gerçekleştirildi. İlk birkaç REBA değerlendirmesi video kayıtları üzerinden ekip olarak değerlendirildi. REBA değerlendirmesi yapılırken herhangi bir yanlılık olmaması için tez yazarı operatörlerin hangi grupta olduğu bilgisine sahip değildi.

Toplanan veriler SPSS V.22 yazılımı ile analiz edildi. Tanımlayıcı istatistikler, frekans analizi ve ki-kare testi kullanılarak her iki grup hakkında temel bilgiler raporlandı. Normal dağılım görülen durumlarda parametrik testler (t-test), diğer durumlarda ise parametrik olmayan testler (Mann Whitney-U test, Kruskal-Wallis testi) uygulandı.

3.2.3 Testler

Bu uygulamada firmanın İzmir Fabrikası Üretim Departmanı bünyesinde bulunan montaj hatları incelendi. Bu incelemeler fabrikanın iş sağlığı ve güvenliği uzmanı, işyeri hekimi, işyeri hemşiresi, operasyon müdürü, bakım müdürü, proses müdürü ile gerçekleştirildi. Montaj operatörlerine İskandinav Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Anketi uygulanarak kontrol ve çalışma grupları belirlendi. Montaj operatörlerinin postüral alışkanlıkları ve montaj istasyonlarının ergonomik risk değerlendirmeleri uluslararası alanda kabul görmüş REBA risk değerlendirme metodu kullanılarak yapıldı. Yine montaj operatörlerinin algıladıkları iş yükü NASA-TLX anketi ile değerlendirildi. Aşağıda bu yöntemlere ilişkin detaylı açıklamalar bulunmaktadır.

3.2.3.1 İskandinav Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Anketi (The Nordic Musculoskeletal Questionnaire-NMQ)

İskandinav Kas-İskelet Sistemi Anketi uluslararası alanda yapılan birçok çalışmada kullanılan ve Türkiye’de kullanılmak üzere standardize edilmiş ankettir. İskandinav Kas İskelet Sistemi Anketinde vücudun boyun, omuzlar, sırt, dirsekler, bel, eller/el bilekleri, kalça/uyluk, dizler ve ayak/ayak bileği olmak üzere dokuz bölgeye ayrılmış haritası kullanılmaktadır.

Bu bölgelerde son 12 ayda ve 7 günde rahatsızlık yaşanma durumu ile yine son 12 ayda bu rahatsızlığın fonksiyon kaybı olarak adlandırılan evdeki veya ev dışındaki işlerin yapımına engel bir rahatsızlık olup olmama durumu sorgulanmaktadır (Crawford, 2007).

3.2.3.2 Rapid Entire Body Assessment (REBA) Metodu

Sue Hignett ve Lynn McAtamney tarafından 2000 yılında geliştirilmiştir. Diğer önde gelen değerlendirme metotlarından farkı tüm vücut analizinin hızlıca yapılabilmesidir. Metot biliniyor ise bir kalem ve değerlendirme sayfası ile kolayca uygulanabilir. Farklı iş tiplerine rahatlıkla uygulanabilen ve kas iskelet sistemi değerlendirilmesinde kullanılan tüm vücut analiz yöntemidir. Değerlendirme öncesi fotoğraf ve video çekiminin faydalı olduğu belirtilmiştir (Hignett ve McAtamney, 2000).

Elde edilen görüntülerden sık tekrarlanan, daha fazla fiziksel güç gerektiren, çalışanı daha fazla zorlayan, daha çok zaman harcanan hareket seçilerek postür analizi yapılır. Tüm vücut bölümlere ayrılır ve her vücut hareketi, ilgili bölümün referans noktası ile karşılaştırılır. REBA yönteminde analiz edilecek duruş pozisyonlarında boyun, gövde, bacaklar, üst kol, el bileği ve alt kolun anlık duruşu dikkate alınır. Duruş ve hareket pozisyonlarına göre bir puanlama sistemi vardır. Bu puanlama sistemine göre çalışılan noktalarda REBA değerlendirmesi yapılır. İlgili çalışma noktasında alınan puana göre alınacak aksiyonun zamanlaması belirlenir. Yük taşımalarda yükün eller ile kavranması ve ağırlığı ile yapılan hareketin tekrar sayısı da puanlamayı etkiler.

REBA yönteminde analiz edilecek duruş esnasında boynun, gövdenin, bacakların, üst kol ve alt kolun anlık duruşu dikkate alınarak duruşlara puanlar vermek yoluyla risk skoru belirlenir. REBA yönteminde uygulama kolaylığı sağlamak adına "REBA Çalışan Değerlendirme Formu" kullanılmaktadır (EK 5) (Hignett ve McAtamney, 2000).

REBA yönteminin puanlaması Tablo A, Tablo B ve Tablo C isimli 3 farklı tablo ile yapılmaktadır. Tablo A puan hesaplaması, incelenen duruş pozisyonuna göre boyun, gövde ve bacak analizleri ile ortaya koyulur. Vücudun duruş pozisyonunda aldığı açıl pozisyonlara ve duruş pozisyonuna göre puanlama yapılır. Tablo B puan hesaplamasında üst kol, el bileği ve alt kol dikkate alınır. Tablo C puan hesaplamasında ise Tablo A ve Tablo B puanları kullanılır.

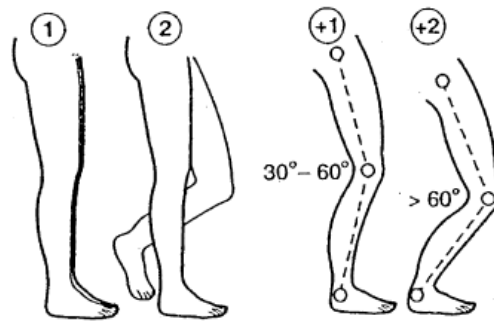
REBA değerlendirmesine başlanıldığında öncelikle boyun, bacak ve gövde pozisyonlarına göre Tablo A puanı bulunur. Tablo A puanı hesaplanırken açıl hareketlere göre hesaplanan puanlara boyun ve gövde için kendi eksenleri etrafında dönmesi ve yana eğilmesi durumları da göz önünde bulundurularak puan eklenir. Tablo A puanına ayrıca, vücuda etki eden kuvvet de belli bir oranda eklenerek Puan A bulunur (Hignett ve McAtamney, 2000).

Şekil 1 : REBA Boyun Hareketi Açı Ölçümü



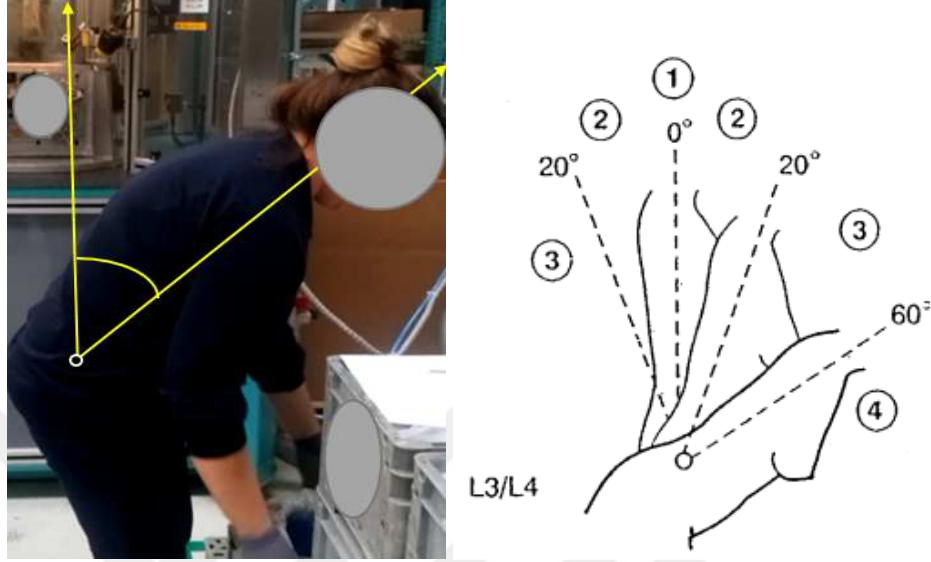
Şekil 1'de boyun açısı hesaplama yöntemi görülmektedir. Boyun normal pozisyonundan 0-20° arası açı ile 20° üzeri açı hareketine bakılır. Açılar ölçülürken açıölçerlerden faydalanılır. Ayrıca boynun sağa ya da sola eğiliyor olması ya da eksenini etrafında dönmesi sonucu etkilemektedir.

Şekil 2 : REBA Bacak Kırılma Açısı Ölçümü



Şekil 2'de bacak açısı hesaplama yöntemi görülmektedir. Kırılma açısı 60° altında ya da üzerinde olması ile tek ayak üzerine yüklenilme durumu sonucu etkilemektedir.

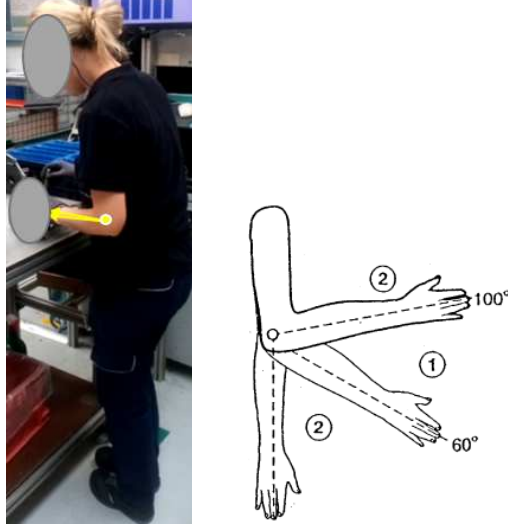
Şekil 3 : REBA Gövde Eğilme Açısı Ölçümü



Şekil 3 ise gövde eğilme açısı ölçülmesini göstermektedir. 0-20° derece olma durumu, 20-60° arası olma durumu ve 60° ve üzeri olması sonucu etkilemektedir. Ayrıca gövdenin kendi eksenini etrafında dönmesi ya da yanlara eğilme de puanlama sonucunu arttırmaktadır.

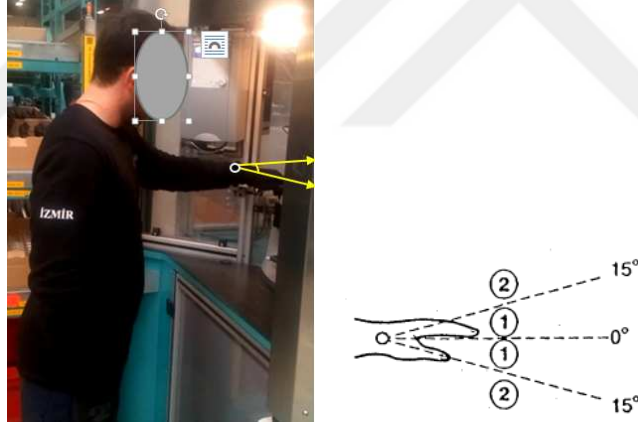
Boyun, bacak ve gövde değerlendirilip Tablo A puanı bulunduktan sonra üst kol, el bileği ve alt kol hareketleri değerlendirilerek Tablo B puanı bulunur. Tablo B puanı hesaplanırken açısal hareketlerin dışında omuzların yükselmesi, kolların dışa açılması ya da bir noktaya dayanarak destek alması puanlamayı etkiler. El bileği için ise bileğin yana eğilmesi puana etki eden başka bir etkidir. Çalışılan işte iş parçasının eller ile kavrama durumu da Tablo B puanını direkt olarak değiştirebilir ve sonucunda Puan B bulunur (Hignett ve McAtamney, 2000).

Şekil 4 : REBA Alt Kol Hareketi Açı Ölçümü



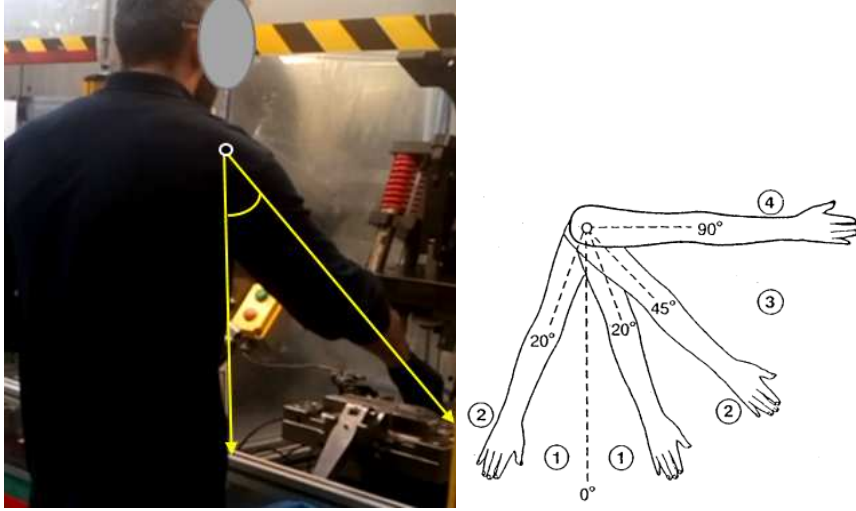
Şekil 4’de alt kol açısı ölçümü gösterilmektedir. Şekildeki açı 90° olarak düşünülürse alt kol pozisyonunun 60-100° arasında olması ya da bu açı değerinin dışında olması puanlamayı etkiler.

Şekil 5 : REBA El Bileği Hareketi Açı Ölçümü



Şekil 5’de ise el bileği hareketi için açı ölçümü gösterilmektedir. Bilek açısının aşağı ya da yukarı yöne doğru 15°’nin üzerinde olup olmama durumu gözlemlenir. Bileğin yanlara eğilmesi sonucu etkiler.

Şekil 6 : REBA Üst Kol Hareket Açısı Ölçümü



Şekil 6'da üst kol hareketi için açı ölçümü gösterilmiştir. Kol pozisyonu zemine dik pozisyonda iken 0° olarak kabul edilir. Öne ya da arkaya doğru ilk 20° hareket normal çalışma durumu olarak tanımlanır. Geriye doğru 20° üzeri ya da öne doğru $20-45^\circ$ arası, $45-90^\circ$ arası ve 90° üzeri açı durumu puanlama da etki noktalarıdır. Ayrıca omuzların yükselmesi, üst kolun dışa açılması puanlamayı yükseltecek yönde, kolun bir yerden destek alması ise puanlamayı düşürecek yönde etki yapar.

Puan A ve Puan B bulunduktan sonra bu iki puan kullanılarak Tablo C üzerinden Tablo C puanı bulunur. Çalışanın bir veya daha fazla vücut parçasının 1 dakika ve fazlası süreyle hareketsiz olması, kısa aralıklarla iş tekrarı (dakikada 4 ve fazlası) ve çalışılan zeminin durumu da göz önünde bulundurularak Tablo C puanına faaliyet puanı ekleme yapılabilir.

Elde edilen REBA puanına çalışılan alanın ve yapılan işin risk seviyesi ve planlanacak aksiyonun zamanlamasına karar verilir. REBA Tablo D bu amaçla kullanılmaktadır (EK 4).

Sonuç olarak REBA puanına ulaşılmış olunur. Örnek bir REBA değerlendirme tablosu ekte sunulmuştur (EK 5).

3.2.3.3 NASA – TLX Anketi

Çalışan tarafından belirli bir kalite ve performans düzeyinde olmak kaydıyla belirli bir zaman dilimi içerisinde tamamlanması gereken iş miktarı “İş Yüğü” olarak tanımlanmıştır. İş yüğü, işin gereksinimlerinden (fiziksel ve zihinsel gereklilik, zaman baskısı, çalışma hızı vb.), çalışma şartlarından, insanın yeteneklerinden, alışkanlık ve algı düzeyinden etkilenmektedir (Gawron, 2008).

NASA-TLX iş yüğü değerlendirme metodu, Hart ve Lowell (1988) tarafından yaklaşık üç yıl süren ve kırktan fazla laboratuvar ortamında yapılmış simülasyon denemeleri sonrasında geliştirilmiştir. Yapılan farklı araştırmaların sonucunda, NASA-TLX yönteminin diğer iş yüğü hesaplama yöntemlerinden daha güvenilir ve gerçekçi olduğu ortaya konmuştur (Hoonakker, 2011).

NASA-TLX metodu; 2006 yılına kadar yaklaşık 550 çalışmada kullanılmış ve bu çalışmalar vasıtasıyla gözden geçirilme imkanı olmuştur. Bu metot, ilk zamanlarda havacılık sektöründe kullanılmış olsa da, sonrasında askeri alanda, otomobil sürücüleri üzerinde, sağlık personelleri üzerinde, bilgisayar kullanıcıları üzerinde ve taşınabilir teknolojiler kullanımı gibi çok çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır (Hart, 2006). NASA-TLX bilgilendirme tablosu EK 6’da ve NASA-TLX puanlama tablosu EK 7’de verilmiştir.

4. Sonuçlar

4.1 Grupların Cinsiyet, Yaş, Boy, BKİ ve Kıdem Yılı Açısından Karşılaştırılması

Nordic anketine göre belirlenen çalışma grubunda 61 kadın (%68) ve 29 erkek (%32) olmak üzere toplamda 90 montaj operatörü, kontrol grubunda ise 26 kadın (%57) ve 20 erkek (%43) olmak üzere toplamda 46 montaj operatörü bulunmaktadır (Tablo 4).

Çalışma ve kontrol gruplarının cinsiyet, yaş, BKİ ve boy açısından dağılımı Tablo 4' de verilmiştir. Çalışma ve kontrol gruplarında cinsiyet dağılımı açısından ki-kare testi sonuçlarına göre anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). Dolayısıyla ağrıya bağlı fonksiyon kaybı şikâyeti olanlar cinsiyetler arasında fark göstermedi ($p>0,05$).

Çalışma ve kontrol grubunda bireylerin beden kitle indeksleri (BKİ) ve boy dağılımlarına bakıldığında BKİ'ne göre çalışma grubu %63, kontrol grubu %65 olmak üzere en çok birey normal BKİ sınırları içinde bulundu. Ancak obez bireyler sadece çalışma grubunda görüldü (%4).

Yaş ortalamalarına bakıldığında iki grup arasında fark görülmedi (Tablo 4). Ortalama yaş çalışma grubunda 30,9 yıl, kontrol grubunda ise 30,4 yıl olarak bulundu. Boy ortalaması da benzer bir şekilde çalışma grubunda 167.5 cm ve kontrol grubunda da 169,4 cm olarak birbirine yakın şekilde bulunmuştur.

Tablo 4: Çalışma ve Kontrol Gruplarının Cinsiyet, Yaş, BKİ ve Boy Açısından Karşılaştırılması

		Çalışma	Kontrol
Cinsiyet	K(n, %)	61 , %67,77	26, %56,52
	E(n, %)	29, %32,23	20, %43,48
Yaş	M	30,88	30,35
	SD	5,58	5,89
BKİ	Zayıf (n, %)	4, %4,45	2, %4,34
	Normal (n, %)	57, %63,33	30, %65,23
	Kilolu (n, %)	25, %27,77	14, %30,43
	Obez (n, %)	4, %4,45	0, %0
Boy	M	167,51	169,44
	SD	9,4	8,78

n:Örnekleme Sayısı, M: Ortalama, SD: Standart Sapma

Eğitim durumlarına bakıldığı zaman çalışma grubunda ve kontrol grubunda lise mezunlarının çoğunlukta olduğu, çalışma grubunun %80'i ve kontrol grubunun %74'ünün lise mezunlarından oluştuğu görüldü (Tablo 5).

Tablo 5: Tez alışması Yapılan Fabrikada Eğitim Durumu Dağılımı

	Eğitim Durumu			Toplam
	İlköğretim (n, %)	Lise(n, %)	niversite(n, %)	
Çalışma	2, %2,22	72, %80,00	16, %17,78	90, %100
Kontrol	1, %2,17	34, %73,92	11, %23,91	46, %100
Toplam	3	106	27	136

Kıdem yılları karşılaştırılması yapıldığında çalışma grubunda ilk sırada %26 oranla yedi yıllık kıdeme sahip montaj operatörleri olduğu gözlemlenmektedir. Yedi yıl kıdemli çalışanları, %17'lik eşit oranlarlar ile bir, iki ve üç yıllık kıdemli çalışanlar takip etmektedir. Kontrol grubundaki durum incelendiğinde %40 oranında bir yıl kıdemli çalışanların çoğunlukta olduğu görüldü. Bu alışanları %20 oranı ile iki yıl kıdemli çalışanlar takip etmekteydi (Tablo 6).

Tablo 6: Tez alışması Yapılan Fabrikada alışan Montaj Operatörlerinin Kıdem Yılları Dağılımı

		alışma Grubu	Kontrol Grubu	Toplam
Kıdem Yılı	Bir (n, %)	18, %39,10	15, %16,67	33
	İki (n, %)	5, %10,86	15, %16,67	20
	üç (n, %)	9, %19,57	15, %16,67	24
	Dört (n, %)	1, %2,18	6, %6,66	7
	Beş (n, %)	1, %2,18	3, %3,33	4
	Altı (n, %)	3, %6,54	9, %9,99	12
	Yedi (n, %)	5, %10,85	23, %25,57	28
	Sekiz (n, %)	3, %6,54	3, %3,33	6
	Dokuz (n, %)	1, %2,18	0	1
	On (n, %)	0	1, %1,11	1
Toplam		46, %100	90, %100	136

Yaş, boy, BKİ verileri kıyaslandığında çalışma ve kontrol gruplarındaki kadın ve erkekler arasında anlamlı farklar bulundu (Kruskal-Wallis testi, $p<0.05$). Post-hoc test ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucuna göre boy ve BKİ açısından hem çalışma hem de kontrol grubundaki kadınların erkeklerden daha düşük değerleri olduğu görüldü ($p<0.05$). Çalışma grubundaki kadınlar kıdem yılı açısından en uzun süredir çalışan grup olarak tespit edildi ($p<0.05$).

4.2 Montaj Hattında Zor İstasyonun Tespit Edilmesi

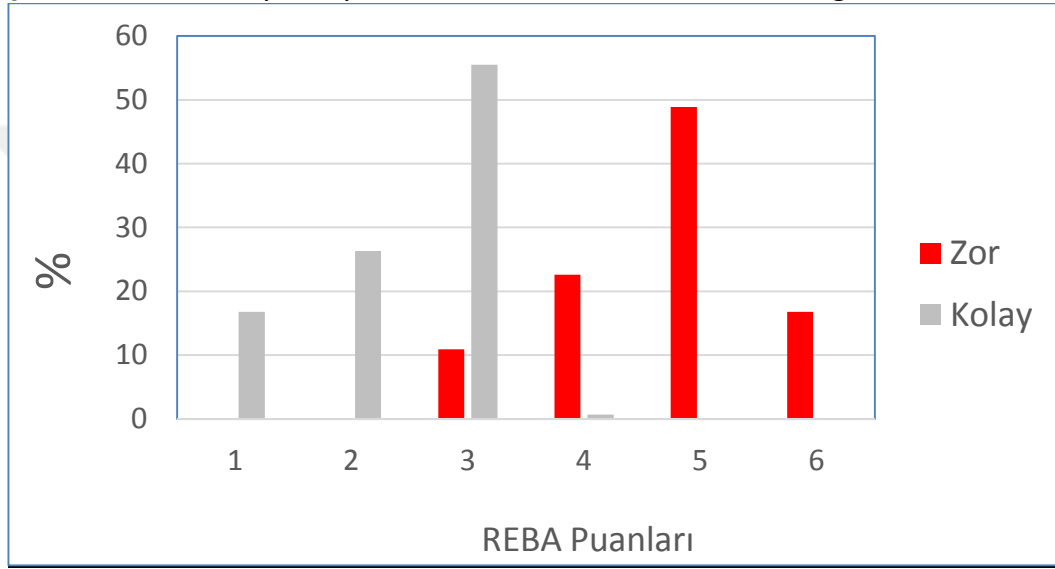
Katılımcılara en çok zorlandıkları istasyon soruldu. Alınan cevaplar doğrultusunda Çalışma grubunda %35,55 ve kontrol grubunda da %30,42 oranıyla 'vane' montaj istasyonu en çok zorlanılan istasyon olarak belirlendi (Tablo 7). Tüm grup içinde ise %33,84 oran ile en zorlanılan istasyonlar içinde ilk sırada idi. Çalışma grubunda en çok zorlanılan istasyonlar sıralamasında 'vane' montaj istasyonunu %20 ile 'airtest', %3,33 ile 'istasyon 5' takip etmektedir. Kontrol grubunda en çok zorlanılan istasyonlar sıralamasında 'vane' montaj istasyonunu %21,79 ile 'airtest', %8,68 ile 'istasyon 5' takip etmektedir. Dolayısıyla hem Çalışma hem de kontrol grubunda en çok zorlanılan ilk üç istasyon aynı olduğu rapor edildi.

Tablo 7. Montaj hattı operatörleri tarafından rapor edilen zor istasyonların dağılımı

	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu	
İstasyonlar	n, %	n, %	Toplam (n)
Vane Montaj	32, %35.55	14, %30.42	46
Airtest	18, %20	10, %21.79	28
İlk İstasyon	3, %3.33	4, %8.68	7
Civata Montaj	1, %1.11	2, %4.34	3
Diğer	16, %17.76	9, %19.56	25
Görüş Yok	20, %22.25	7, %15.21	27
Toplam	90, %100	46, %100	136

Rapor edilen zor istasyonda ve kolay istasyonda çalışanların REBA skorları karşılaştırıldı. Yapılan Mann Whitney-U test sonucuna göre zor ve kolay istasyon REBA puanları arasında anlamlı derecede fark bulundu (Şekil 7, $p<0,001$). Sonuç olarak istasyonun zorluğu ergonomik olarak çalışanın postür alışkanlığını negatif yönde etkilemektedir. Bu durum ağrısı olan Çalışma grubunda veya ağrısı olmayan kontrol grubundan bağımsız bir bulgudur.

Şekil 7. Zor ve Kolay İstasyondaki REBA Puanlarının Yüzelik Dağılımı



4.3 Çalışma Grubunda Görülen Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıklarının Dağılımı

İskandinav Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Anketine göre Çalışma grubundan alınan sonuçlar Tablo 8'da verilmiştir. Veriler incelendiğinde ilk sırada 52 kişi tarafından bildirilen ve %57,8 oranı ile boyun ağrıları görüldü. Boyun ağrılarını sırasıyla 49 kişi ve %54,4 oranları ile sırt ve bel ağrıları, 46 kişi ve %51,1 oranı ile eller ve el bilekleri, 41 kişi ve %45,6 oranı ile omuzlar, 13 kişi ve %14,4 oranları ile kalça/uyruk ve diz ağrıları, 10 kişi ve %11,1 oran ile de dirsekler takip etmektedir.

Tablo 8. İskandinav Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Anketine Göre Vücut Bölgelerinin Ağrı Şikayeti Sıklığı

	Boyun	Omuzlar	Dirsekler	Eller-El Bilekleri	Sırt	Bel	Kalça/Uyluk	Diz	Ayak/Ayak Bileği
n	52	41	10	46	49	49	13	13	23
%	57,8	45,6	11,1	51,1	54,4	54,4	14,4	14,4	25,6

Yine aynı anket verilerine göre Çalışma grubundaki katılımcıların kaç farklı bölgede ağrı yaşadığı sonuçlarına ulaşıldı (Tablo 9). Buna göre tek bir bölgede ağrı yaşayanlar %22,2 oranındadır. İki yada üç bölgede ağrı yaşayanların oranı %34,4' dir (Tablo 9). En yüksek oran ise 4 ve üzeri bölgede ağrı yaşayan katılımcılardadır. Bu gruptaki oran %43,4 olarak bulunmuştur. İki ya da daha fazla bölgede ağrı şikayeti olmuş katılımcı oranı %77.8 olarak bulundu.

Tablo 9. İskandinav Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Anketine göre birden fazla sayıda ağrı bölgesi rapor etme sıklıkları

	Tek bir bölgede ağrı	2-3 bölgede ağrı	Dört ve üzeri bölgede ağrı
n	20	31	39
%	22,2	34,4	43,4

4.4 Çalışma ve Kontrol Grubunda REBA Puanlarının Karşılaştırılması

Hem Çalışma hem de kontrol gruplarında katılımcıların en zorlandıkları istasyonda REBA değerlendirmesi yapıldı. REBA puanı normalde 1-15 arası değişmektedir. Bu çalışmada zorlanılan istasyon için 3-6 arası değerler gözlemlendi (Tablo 10). Çalışma ve kontrol gruplarında REBA puanları frekans dağılımı ki-kare testi ile karşılaştırıldı. Çalışma grubunda yüksek REBA puanları anlamlı bir şekilde daha sık görüldü ($p < 0,001$).

Tablo 10. Çalışma ve Kontrol gruplarında en zorlanılan istasyonda REBA puanı dağılımının karşılaştırılması

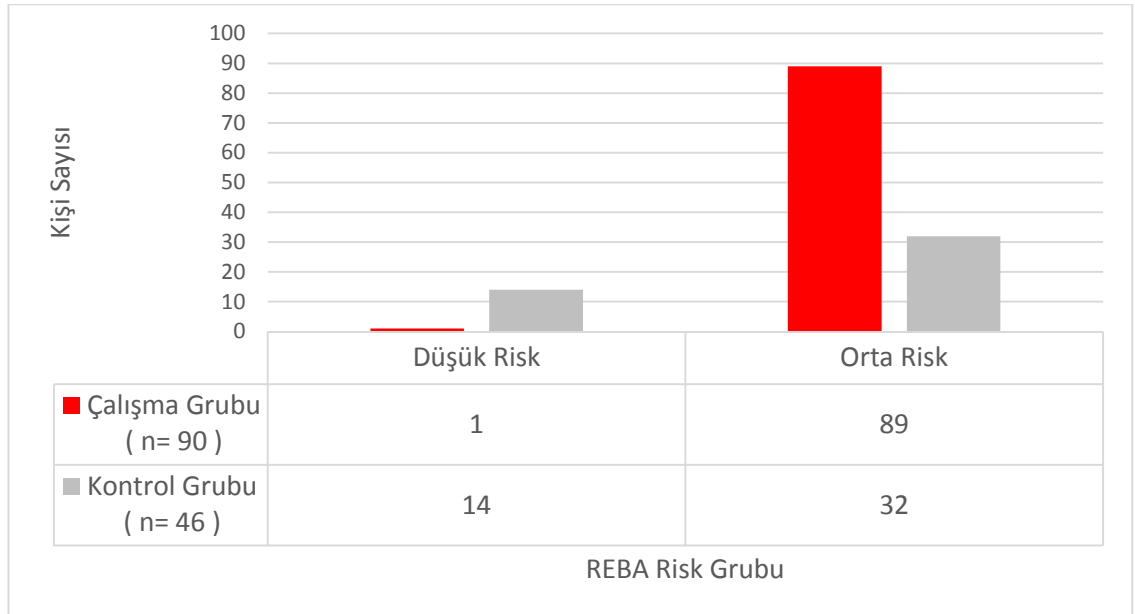
Grup	REBA Puanı				Toplam
	3 ^a (n , %)	4 ^b (n , %)	5 ^b (n , %)	6 ^b (n , %)	
Çalışma	1, %1,11	14, %15,54	54, %60	21, %23,35	90, %100
Kontrol	14, %30,43	17, %36,97	13, %28,26	2, %4,34	46, %100
Toplam	15, %11,02	31, %22,79	67, %49,28	23, %16,91	136

^a: Düşük Risk Grubu

^b: Orta Risk Grubu

REBA puanları düşük ve orta risk kategorisine göre sınıflandırıldığında Çalışma grubundaki katılımcılarının %98,9'unun, kontrol grubundaki katılımcıların ise %69,5'inin orta risk grubunda olduğu tespit edildi (ki-kare testi, $p < 0,05$). Çalışma grubundaki katılımcıların postüral alışkanlıkları sebebiyle REBA metoduna göre orta derece risk taşıdıkları tespit edildi.

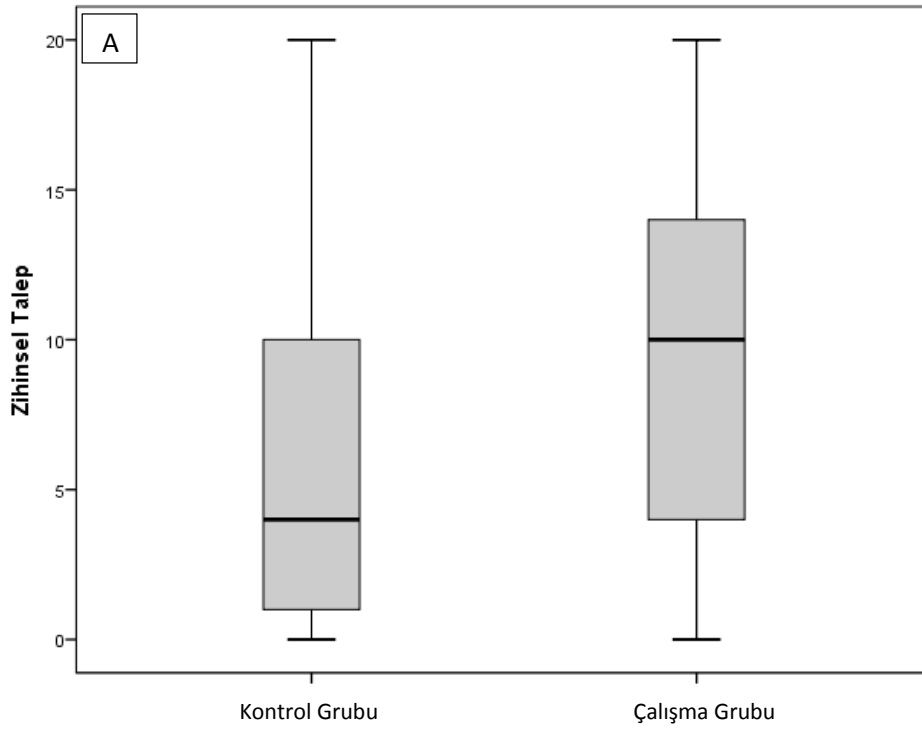
Şekil 8. REBA puanlarının Çalışma ve kontrol gruplarında düşük risk ve orta risk kategorisine göre dağılımları

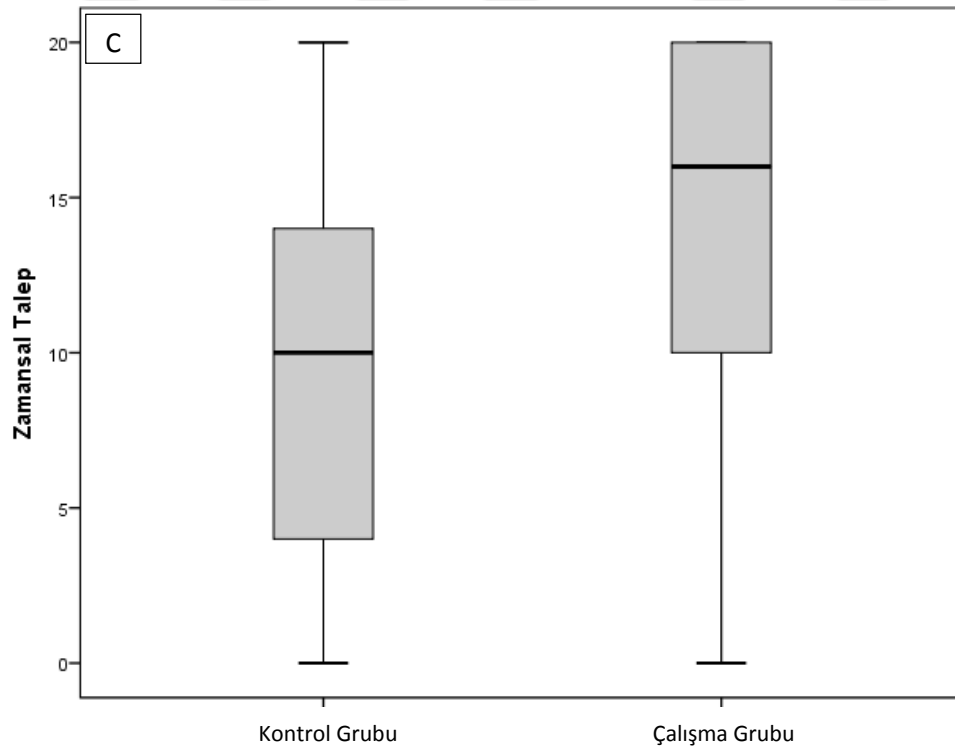
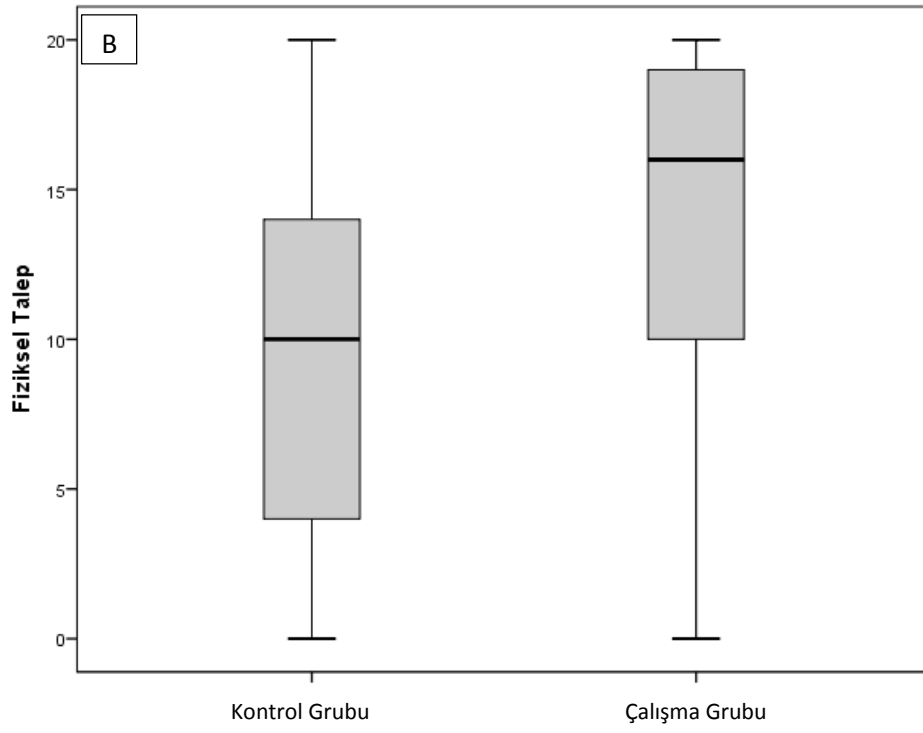


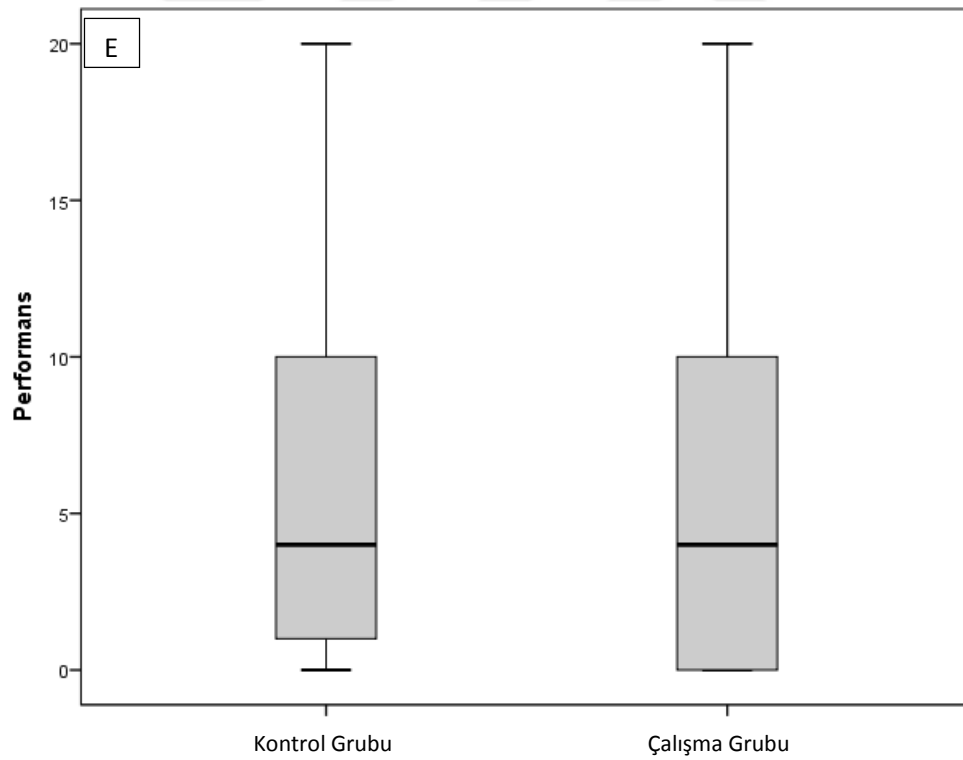
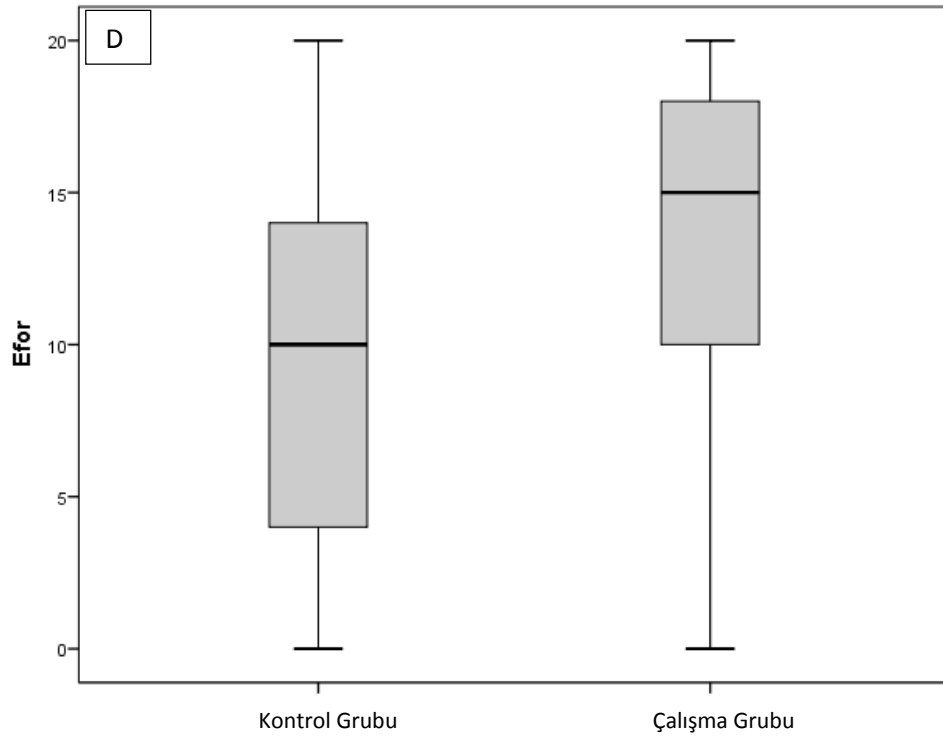
4.5 Çalışma ve Kontrol Grubunda NASA-TLX Skorlarının Karşılaştırılması

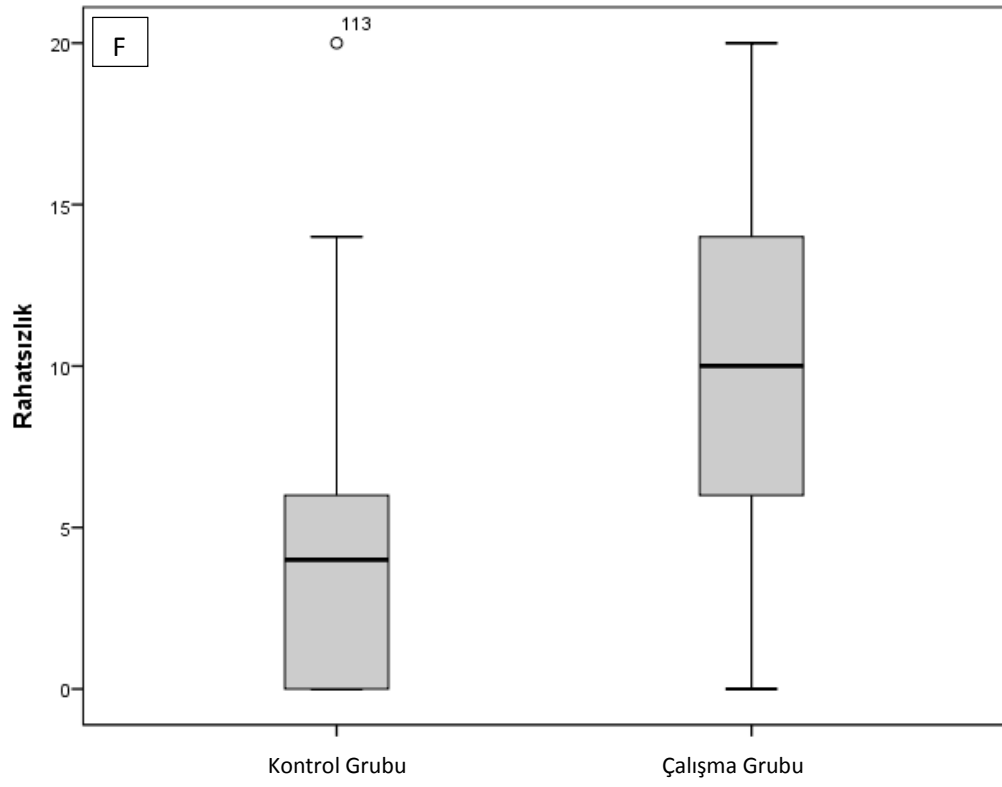
Çalışma ve Kontrol gruplarının NASA-TLX iş yükü indeksi sonuçları Şekil 9’ da verilmiştir. Gruplar karşılaştırıldığında zihinsel talep, fiziksel talep, zamansal talep, çaba/efor ve rahatsızlık iş yükü boyutlarında çalışma grubunun anlamlı düzeyde yüksek skor aldığı görüldü (t-test, $p < 0,05$). Performans skoru gruplar arasında farklılık göstermedi (t-test, $p > 0,05$). Bulgular çalışma grubundaki montaj operatörlerinin iş yükünü fazla algıladığını gösterdi.

Şekil 9. NASA-TLX iş yükü boyutlarının çalışma ve kontrol gruplarında karşılaştırılması. A) Zihinsel iş yükü, B) Fiziksel iş yükü, C) Zamansal Talep, D) Çaba/Efor, E) Performans, F) Rahatsızlık.









5. Tartışma ve Öneriler

Ergonomi konusu insan ve makine ile uğraşan tüm bilim dallarında ana ilgi alanlarından biri olmuştur. Bu sebeple de birçok çalışma yapılmış ve farklı analiz metotları geliştirilmiştir. Ergonomi çalışmalarındaki nihai amaç çalışanların fiziksel ve zihinsel sağlığını koruyarak iş memnuniyeti, iş tatmini ve iş verimini arttırmaktır.

Bu tez çalışmasında montaj hattı çalışanları tarafından rapor edilen zor istasyonların ergonomik açıdan REBA metoduna göre orta derecede risk taşıdığı bulundu. Bu durum REBA metoduyla hesaplanan ergonomik risk faktörlerinin çalışanların sübjektif değerlendirmeleri ile tutarlı olduğunu gösterdi. Zor istasyon olarak tespit edilen 'vane dizme istasyonunun' ince motor beceri, dikkat ve hız gerektiren görevler içerdiği bulundu. Bu istasyon hem ağrı şikâyeti olan grup hem de ağrı şikâyeti olmayan grup tarafından en zor istasyon olarak rapor edildi, ancak sadece ağrı şikâyeti olan grubun kötü postüral yani vücut duruşu alışkanlıkları sergilediği ortaya çıktı. Tez çalışmasının yapıldığı fabrikada montaj hattı operatörleri istasyonlar arasında iki saatlik aralıklarla rotasyon yaparak çalışmaktadır. Bu rotasyon tekrarlı hareketlerden kaynaklı oluşabilecek kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarını önlemek için alınan tedbirlerden birisidir. Dolayısıyla hiçbir montaj operatörü iki saatten fazla zor istasyonda çalışmamaktadır. Roman-Liu (2013) tarafından yapılan bir çalışmada özellikle rotasyon uygulanan işyerlerinde tüm görevler için kapsamlı ergonomik risk değerlendirmesi (ERD) yapılması gerektiği belirtilmiştir (Roman-Liu., 2013) Bu tez çalışmasının sonuçları istasyonların fiziksel ve ergonomik özelliklerinin yanı sıra kişisel postüral alışkanlıkların değerlendirilmesinin önemini gösterdi. Bulduğumuz sonuca göre ağrı şikâyeti olan çalışma grubu kontrol grubuna göre zor istasyonda daha kötü postüral alışkanlıklar sergiledi.

Yapılan literatür taramasında REBA metodunun farklı sektörlerde birçok yerli ve yabancı yayında kullanıldığı görülmüştür. 2015 yılında Okan ve Kaya tarafından Trabzon Of fidanlığında yapılan çalışmada risk skorlarını belirlemede REBA metodu kullanılmıştır (Okan ve Kaya, 2015). 2015 yılında başka bir çalışmada Atıcı vd. (2015) tarafından kablo demetlemesi yapılan konveyör hattında yapılan bir çalışmada montaj işlemleri yapılırken uzun süre ayakta kalma, uzun boylu çalışanın eğilerek, kısa boylu

çalışanın uzanarak çalışması yorulmaya ve kas-iskelet zorlanmalarına neden olduğu ortaya konmuştur. Konveyör hattındaki çalışanın çalışma şartlarını iyileştirmek, ergonomik olarak uygun olmayan çalışma pozisyonunun ve çalışmada görülebilecek meslek hastalıklarını engelleyerek, çalışan memnuniyetini, üretim verimliliğini ve üretim hızını artırma amaçlı REBA metodu ile çalışma yapılmıştır (Atıcı, vd. 2015). 2016 yılında Altıntaş vd. tarafından yapılan Matematiksel Modelleme Tabanlı Ergonomik Montaj Hattı ve İş Rotasyonu Tasarımı çalışmasında ergonomik risk değerlendirme yöntemi olarak REBA metodu kullanılmıştır (Altıntaş, vd., 2016). Kocabaş 2009 yılında yaptığı çalışmasında REBA metodunun el ve bilek hareketlerinin yoğun olduğu sektörler için daha doğru bir değerlendirme olabileceğini yaptığı analizlerle tespit etmiştir (Kocabaş, 2009). Bu tez çalışmasının yapıldığı firmada imal edilen ürünlerin küçük olması ve ince motor beceri (parmak hareketlerinin üst düzey kontrolü ve hızı) gerektirmesinden dolayı montaj hattı operatörlerinin ergonomik risk değerlendirmesi için REBA metodu uygun bulundu. Nitekim çalışmamızda da ağrı şikâyetleri omurgadan sonra en çok el ve el-bileği bölgesinde rapor edilmiştir. Diğer yandan yapılan çalışmalar fiziksel kuvvet gerektiren gemi inşaatı ve çiftçilik gibi ağır işlerde REBA metodu yerine Ovako Working Posture Analysis System (OWAS) metodunun kullanılmasını önermektedir (Kocabaş, 2009).

Çalışmamızda ağrı şikâyeti olan montaj operatörlerinin iş yerinde daha uzun süredir çalışıyor olduğu tespit edildi. Bu durum ergonomik risk faktörlerine uzun süreli maruz kalmalarından kaynaklı olabilir. Diğer taraftan çalışanların fiziksel uygunluk düzeyi yani kas kuvveti, esnekliği ve dayanıklılığını arttıran egzersiz alışkanlıklarının bu tür maruz kalmalarda koruyucu rol oynadığı bilinmektedir (Volinn, 1999 ; Kaplansky, 1998). Sadece montaj operatörü gibi tekrarlı hareketler yapan risk gruplarında değil fiziksel iş yükünün fazla olduğu ve egzersiz alışkanlığının olmadığı tüm çalışan gruplarında kas iskelet sistemi rahatsızlıkları görülme olasılığı yüksek olabilir. Diğer taraftan omurga özellikle bel bölgesindeki ağırlarda iş yeri memnuniyetsizliği ve işe bağlı psikososyal faktörlerin de etkili olduğu gösterilmiş fakat ne derece önemli olduğu tespit edilememiştir (NIOSH, 1997; Vingard ve Nachemson, 2000; Bongers, vd., 1993; Davis ve Heaney, 2000).

Diğer faktörlere bakıldığında, metal işleri sektöründe yapılan bir çalışmada yerleşim düzeni ve iş akışının düzgün olmaması sebebiyle ergonomik risklerin oluştuğu gözlemlenmiştir (Öz ve Çakmak, 2017). Bununla birlikte kişisel koruyucuların kullanılmamasının da risk seviyesinde yükselmeye neden olduğu tespit edilmiştir. Omurga söz konusu olduğunda ise bel kemeri vb. yardımcı araçların kullanımının sakatlanmaları önleme ve iş kaybını azaltmadaki etkisi olmadığı tespit edilmiştir (Lahad, vd., 1994; Van Poppel, vd., 1997 ; Van Poppel, vd., 1998).

Çalışmamızda katılımcı montaj operatörlerinin %65'inin kadın olduğu görüldü. Montaj operatörleri tarafından yapılan işler, imal edilen parçaların küçük olması sebebiyle ince motor beceri ve dikkat gerektirmektedir. Kadın operatörler bu gereksinimleri iyi karşılamalarına rağmen postüral olarak erkeklere nazaran bu işten daha olumsuz yönde etkilenmektedirler. Kadınların genel olarak kas kuvveti ve dayanıklılığı erkeklere göre daha düşük olduğu için doğru postürün sürekliliğini sağlayamama durumu olabilmektedir. Dolayısıyla yanlış postüre uzun süre maruz kalma ve kas iskelet sistemi rahatsızlıkları tetikleme riski kadın operatörlerde fazla olabilmektedir.

Atasoy vd. tarafından 2010 yılında bir hastane laboratuvarında yapılan çalışmada laboratuvar çalışanlarının % 41'inin laboratuvar teknisyeni olduğu ve son 12 ayda ağrı yakınma sıklıklarının sırt bölgesinde %71, omuzda %71, belde %65, boyunda % 65, el bileğinde %59 olduğu ortaya konmuştur. Aynı çalışmada, çalışanların gün boyu ayakta oldukları ve daha çok üst uzuvlarını kullandıkları gözlenmiştir. Çalışanlar ergonomik prensiplere uyamadıkları için vücutlarının uygun olmayan bir postüral yüklenmeye maruz kaldığı ve sonucunda ağrı yakınmalarının oluştuğu saptanmıştır.

İşyerlerinde yapılan bazı işlemler, işin doğası gereği zor ve yüksek risk grubunda olabilir. Bu gibi durumlarda ERD yapıp sonucu analiz edilmeli ve düşük risk grubuna inene kadar da bu işlem tekrarlanmalıdır. Yapılan çalışma ve uygulamalar sonucunda risk seviyesi aşağı çekilemeyip, istenilen sonuca ulaşılama durumu olabilir. Bu gibi bir durumda çalışma istasyonu tamamen otomatik hale getirilebilir. Bu tez çalışmasının yapıldığı işyerinde operatörlerin en zor olarak rapor ettiği iş tipi

robotlar kullanılarak birkaç istasyonda otomatik hale getirilmiştir ve montaj operatörlerinde oluşabilecek kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları bu şekilde en aza indirilmeye çalışılmıştır. İstasyonu otomatik hale getirme maliyeti yüksek ve her zaman uygulanabilir bir çözüm olamamaktadır. Bu sebepten dolayı iş yerinin ergonomik açıdan tekrar tasarlanması daha uygulanabilir bir çözümdür. Gönen vd. tarafından 2017 yılında bir transformatör üretim tesisinde yapılan çalışmada risk değerlendirmeleri için REBA metodu kullanılmış ve yüksek risk seviyeli işler belirlenmiştir. Risk seviyesinin düşürülmesi için yüksekliği ayarlanabilir çalışma sehpası tasarlanmış ve kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının bu ekipman vasıtasıyla engellenebileceği bildirilmiştir (Gönen vd., 2017).

REBA metodu gözlemsel bir metot olduğundan sonuçlar subjektif olup kişiden kişiye değişkenlik gösterebilir. Bu sebeple daha doğru ve hassas sonuçlar elde etmek istendiğinde direkt ölçüm metotları kullanılmalıdır. Bunun dışında REBA metodu, değerlendirme sayfası ve bir kalem ile uygulaması kolay, hızlı ve tüm vücudu kapsayan pratik bir yöntemdir. Ayrıca kişi sayısının fazla olduğu durumlarda REBA metodu kullanışlı bir yöntemdir. Bu çalışmada REBA metodunun kullanılmasını daha da kolay ve hızlı hale getirmek için tüm hesaplama tablolarını içeren bir Excel sayfası geliştirildi (EK 9). Böylece yapılan postüral değerlendirmenin REBA puanı herhangi bir tablo hatasına imkan vermeden otomatik olarak elde edildi. Puanlama tabloları biraz karmaşık ve hata yapmaya müsait olduğundan dolayı tabloda puanlama sonuçları hesaplanırken yapılabilecek tablo okuma hataları önlenmiş oldu.

Sonuç olarak ince motor beceriler özellikle el-göz koordinasyonu gerektiren montaj işlerini yapan montaj operatörleri kas-iskelet sistemi hastalıkları bakımından orta seviye risk altında olduğu görüldü. Kas iskelet sistemi rahatsızlıklarını azaltmaya yönelik olarak ergonomi eğitimleri düzenlenebilir (Symonds, vd., 1995) ve çalışma istasyonlarında iyileştirmeler yapılabilir (Gönen vd., 2017). Çalışma istasyonları daha tasarım aşamasındayken mümkün olduğunca ergonomik risk faktörleri göz önüne alınarak tasarım yapılabilir. Tekrarlı işler yapılıyorsa ara ara kasların dinlenmesine imkan vererek olası kas iskelet sistemi rahatsızlıkları görülme olasılığı azaltılabilir. Bu

konu için rotasyon yapılması önerilebilir. Bu durumda da rotasyon süresi önem taşımaktadır.

Çalışılan tüm istasyonlarda ergonomik risk faktörlerinin ve kişisel postüral alışkanlıkların değerlendirilmesinin yapılması önerilmektedir. Böylelikle çalışılan istasyonlarda ergonomik riskleri fark edip azaltmaya yönelik uygulamalar yapılarak bu riskler ve kas-iskelet sistemi üzerine olabilecek olumsuz etkileri tamamen ortadan kaldırılabılır ya da azaltılabilir.



REFERANSLAR

Altıntaş O, Özcan S, Doğan K, Çakmakçı M, 2016. Üretim Hatları İçin Yeni Bir Hızlı Tüm Vücut Değerlendirme Önerisi Ve Matematiksel Modelleme Tabanlı Ergonomik Montaj Hattı Ve Is Rotasyonu Tasarımı. İTÜ Uluslararası Katılımlı 16. Üretim Araştırmaları Sempozyumu: 106-111.

Atasoy A, Keskin F, Başkesen N, Tekingündüz S, 2010. Laboratuvar Çalışanlarında İşe Bağlı Kas-İskelet Sistemi Sorunları ve Ergonomik Risklerinin Değerlendirilmesi, Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi Ankara, Yıl 1, Sayı 2: 90-113.

Atasoy E, 2014. Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Çanta İmalat Atölyesinde Uygulanması, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, T.C.Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, 38-40, Ankara.

Atıcı H, Gönen D, Oral A, 2015. Çalışanlarda zorlanmaya neden olan duruşların REBA yöntemi ile ergonomik analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarımı Dergisi, 3: 239-244.

Ayan B, 2015. "Montaj Hattında Ergonomik Risk Unsurlarının İncelenmesi: Otomotiv Sektörüne Yönelik Bir Uygulama", Uzmanlık Tezi, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi Ankara.

Bongers PM, de Winter CR, Kompier MAJ, Hildebrandt VH 1993. Psychosocial factors at work and musculoskeletal disease. Scandinavian Journal of Work and Environmental Health. 1993, 19: 297-312.

Bridger RS, 1995. Introduction to Ergonomics, Mc Graw-Hill. NY, USA: s15

Choobineh A, Lahmi M, Shahnava H, vd. 2004. Musculoskeletal symptoms as related to ergonomic factors in Iranian hand-woven carpet industry and general guidelines for work station design. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 2004, 10(2): 157-168.

Crawford JO, 2007. The Nordic musculoskeletal questionnaire. Occupational Medicine 2007: 57-300.

Çivril H, Aruğaslan E, Yakut G, 2013. Uzaktan Eğitim Ders İçeriklerinde Bilişsel Ergonomi Ve Kullanılabilirlik. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2013/1: 233-245

ÇSGB Meslek Hastalıkları El Kitabı. Erişim Adresi: <<http://www3.csgb.gov.tr/csgbPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/isggm/dosyalar/Meslek-Hastalıkları-Kitab%C4%B1>> . [25 Nisan 2018]

Davis KG, Heaney CA, 2000. The relationship between psychosocial work characteristics and low back pain: underlying methodological issues. Clinical Biomechanics.

Dıraçoğlu D, 2005. Sağlık Personelinde Kas İskelet Sistemi Ağrılarını. Physical Medicine-Rehabilitation.

Dianat I, Karimi MA, 2016. Musculoskeletal symptoms among handicraft workers engaged in hand sewing tasks. Occupational Health. 2016;58(6): 644-652.

Dipayan Das, Awadhesh Kumar & Monica Sharma, 2018. A Systematic Review of Work-related Musculoskeletal Disorders among Handicraft Workers, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics.

Dünya Sağlık Örgütü Beden Kitle İndeksi Hesaplama
http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html .[30 Mart 2018]

Ergonomi Nedir. Erişim Adresi: <[https:// www.isgnedir.com/ergonomi-nedir/](https://www.isgnedir.com/ergonomi-nedir/)> [25 Nisan 2018]

Gangopadhyaya S, Chakrabarty S, Sarkar K, vd., 2014. Evaluation of low back pain among female Chikan embroidery workers of west Bengal. Journal of Industrial Engineering and Management Innovation, Vol. 1, No. 1 (October 2014), 2-12

Gawron, V.J., 2008. Human Performance, Workload, and Situational Awareness Measures Handbook, Boca Raton: CRC Press.

Gönen, D., Oral, A., Ocaktan, vd., A. 2017. Bir Transformatör İşletmesinde Montaj Ünitesinin Ergonomik Analizi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, sayı 21: 1067-1080

Hart, S.G., Lowell, E.S. 1988. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. In Human Mental Workload. Editors: Hancock, P.A. ve Meshkati N. New York: Elsevier.

Hart, S.G. 2006. "Nasa-Task Load Index (NASA-TLX); 20 Years Later", Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 50 th Annual Meeting: 904-908.

Hignett, S., McAtamney, L., 2000. Rapid Entire Body Assessment (REBA). Applied Ergonomics, 31: 201-205.

Hildebrandt, V. H., Bongers P. M., vd., 2001. "Dutch Musculoskeletal Questionnaire: Description and Basis Qualities", Ergonomics, 44: 1038-1055

Hoonakker P., Carayon, P., Gurses, R.B. , McGuire, K. Khunlertkit, A. ve Walker, J.M. (2011). "Measuring Workload Of Icu Nurses With A Questionnaire Survey: The Nasa Task Load Index (TLX)", IIE Transactions Healthcare System Engineering, 1(2): 131-143.

International Ergonomic Association. Erişim Adresi: <<http://www.iea.cc/whats>> [25 Nisan 2018]

İTÜ Ergonomi Grubu Erişim Adresi:

<<http://www.ergonomi.itu.edu.tr/ergonomi.html>> . [25 Nisan 2018]

Kahraman M.F., 2012. Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemlerinin Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri İle Önceliklendirilmesi Ve Bütünleşik Bir Model Önerisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2012.

Kaplansky BD, 1998. Prevention strategies for occupational low back pain. *Occupational Medicine*; 13: 33-45.

Karwowski W. ve Marras W.S., 1999. *The Occupational Ergonomics Handbook*. 1st. Edition, Florida: CRC Press , 1999.

Kocabaş, M., 2009. Ağır ve tehlikeli işlerde çalışan işgörenlerde zorlanmaya neden olan çalışma duruşlarının analizi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Koruca H.İ. ,Aydın L. , Demir H.B., 2015. Bir Mobilya Fabrikasında İşgörenlerin Fiziksel Ve Psikolojik İş Yükü Seviyelerinin Belirlenmesi Ve Uygun İstasyonlarda Çalıştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* 2015, sayı 3: 523-531

Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterberg H, Biering-Srensen F, Andersson G, vd, 1987. "Standardized Nordic Questionnaires for The Analysis of Musculoskeletal Sysmptoms", *Applied Ergonomics*, 18: 233-237.

Lacey, R.J., Lewis, M., Sim, J., 2007. Piecework, musculoskeletal pain and the impact of workplace psychosocial factors. *Occupational Medicine*, 57: 430-437.

Lahad A, Malter A, Berg AO, Deyo R, 1994. The effectiveness of four interventions for the prevention of low back pain. *Journal of the American Medical Association*, 272: 1286-1291.

Lloyd, J., Mitchinson, J., 2008. Cahillikler kitabı, Çev. Cihan Aslı Filiz, Emre Ergüven, 10. Baskı. İstanbul: NTV Yayınları.

National Academy of Sciences, 1999. Work related musculoskeletal disorders: report, workshop summary, and workshop papers. National Academy of Sciences, National Research Council, Institute of Medicine, Washington, D.C.: 1–240.

Nazari J, Mahmoudi N, Dianat I, vd., 2012. Working conditions in carpet weaving workshops and musculoskeletal complaints among workers in Tabriz-Iran. *Health Promotion Perspectives*. 2012;2(2): 265-273.

Neşeli C., 2016. Ergonomik Risk Analizi Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Kalıp İmalat Firmasında Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2016.

National Institute for Occupational Safety and Health, 1997. Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors: A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back. DHHS (NIOSH) Publication No. 97-141. Department of Health and Human Services, Cincinnati, US.

NIOSH 1997. Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors. A critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper-extremity, and low back. Bernard BP (ed). Cincinnati, NIOSH.

Occupational Health and Safety Council of Ontario. Erişim Adresi: <<https://www.whsc.on.ca/Files/Resources/Ergonomic-Resources/MSD-Prevention-Toolbox-Part-C-In-Depth-Risk-Assess>>. [30 Mart 2018]

Öçal M. ve Çiçek Ö. 2017. Türkiye ve Avrupa Birliği'nde İş Kazası Verilerinin Karşılaştirmalı Analizi. Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi 2017, Cilt 6, Sayı 16: 616-637.

Özcan E., 2002. İşe Bağlı Bel Ağrısı. Bel ağrısı Tanı ve Tedavi. 1. Baskı. İstanbul Nobel Kitabevi 2002: 303-304

Özel E. ve Çetik O., 2010. Mesleki Görevlerin Ergonomik Analizinde Kullanılan Araçlar ve Bir Uygulama Örneği. Dumlupınar Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2010; Ağustos(22): 41-56.

Özkan, F. Ve Ulutaş, B., 2011. Esogü Em Bölüm Web Sitesinin Ergonomik Açıdan Değerlendirilmesi, 17. Ulusal Ergonomi Kongresi 2011 : 71-81

Reiso, H., Nygard, J.F., Brage, S., vd., 2000. Work ability assessed by patients and their GPs in new episodes of sickness certification. Family Practice 17: 139–144.

Roman-Liu D., 2013. Comparison of Concepts in Easy-to-use Methods for MSD Risk Assessment. Applied Ergonomics 2013; 45(3): 420-427.

Sağocak M.D., 2005. Ergonomik Tasarımda Renk Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2005,Sayı 6: 77-83

Simon, M., Tackenberg, P., Nienhaus, A., vd., 2008. Back or neck-pain-related disability of nursing staff in hospitals, nursing homes, and home care in seven countries: results from the European NEXT-study. International Journal of Nursing Studies. 45: 24-34.

Sobeih, T.M., Salem, O., Daraiseh, N., Genaidy, A., Shell, R., 2006. Psychosocial factors and musculoskeletal disorders in the construction industry: a systematic review. Theoretical Issues in Ergonomics Science 7: 329-344.

SSGSSK.Erişim Adresi: <<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/06/20060616-1.htm>>. Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu Madde 14>. [25 Nisan 2018]

Statistical Office of the European Communities. Erişim Adresi:
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-31-09-290/EN/KS-31-09-290-EN.PDF> . [25 Mart 2018]

Symonds TL, Burton AK, Tillotson KM, Main CJ, 1995. Absence resulting from low back trouble can be reduced by psychosocial intervention at the work place. *Spine*; 20: 2738-2745.

Tangkittipaporn J, Jiangsathaporn W., 2017. Musculoskeletal pain and mental agony reacting to ergonomic risks in the Thai informal working environment. *Psychology*, 2017;7(2): 73-88.

TUIK İş Kazaları ve İşe Bağlı Sağlık Problemleri Raporu 28-2013 Erişim Adresi:
<http://www.tuik.gov.tr/jsp/duyuru/upload/yayinrapor/2013_ISKAZALARI_VE_SAGLIK_PROBLEMLERI_RAPORU.pdf>

TUIK İş Kazaları ve Meslek Hastalıkları Raporu. Erişim Adresi:
<<https://tuisag.com/.../2016-YILLIK-BÖLÜM-3-İş-Kazası-ve-Meslek-Hastalığı-İstatistikleri>> . [25 Nisan 2018]

Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni, 2013. sayı 16118.
Erişim Adresi: <<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=16118>>.
[25 Nisan 2018]

Ulutaş İ.B. ve Gündüz T., 2017. Otomotiv Kablo İmalatında Ergonomik Risk Analizi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi* 2017, Cilt 22, Sayı 2: 107-119

van Poppel MNM, Koes BW, Smid T, Bouter LM 1997. A systematic review of controlled clinical trials on the prevention of back pain in industry. *Occupational & Environmental Medicine*; 54: 841-847.

van Poppel MNM, Koes BW, van der Ploeg T, Smid T, Bouter LM 1998. Lumbar supports and education for the prevention of low back pain in industry. *Journal of the American Medical Association*, 279: 1789-1794.

Veisi H, Choobineh AR, Ghaem H. Musculoskeletal problems in Iranian hand-wovenshoe-sole making operation and developing guidelines for workstation design. *The International Journal of Occupational and Environmental Medicine* 2016;7(2): 87-97.

Vingard E, Nachemson A, 2000. Work related influences on neck and low back pain. in Nachemson A, Jonsson E (ed). *Swedish SBU report. Evidence based treatment for back pain*. Stockholm/Philadelphia, Swedish Council on Technology Assessment in Health Care (SBU)/Lippincott .

Volinn E 1999. Do workplace interventions prevent low-back disorders? If so, why?: a methodologic commentary. *Ergonomics*; 42: 258-272.

Weevers, H.-Ja, Van Der Beek, A.J., Anema Jr., vd., 2005. Work-related disease ingeneral practice: a systematic review. *Family Practice* 22: 197–204.

6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, Erişim Adresi:
<<http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6331-20120713.pdf>> . [25 Nisan 2018]



Ekler

EK 1: REBA Tablo A Gövde & Bacak & Boyun Değerlendirme

Tablo A	Boyun Duruşu												
	1				2				3				
	Bacak												
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Gövde Duruşu	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

EK 2 : REBA Tablo B Üst Kol & El Bileği & Alt Kol Değerlendirme

Tablo B	Alt Kol Pozisyonu						
		1			2		
	El bileği	1	2	3	1	2	3
Üst Kol	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

EK 3 : REBA Tablo C Puanı Hesaplama Tablosu

Tablo C	Tablo B Puanı											
Tablo A Puanı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

EK 4 : REBA Tablo D Risk ve Aksiyon Zamanlama Tablosu

REBA Puanı	Risk Seviyesi	Aksiyon
1	Önemsiz	Gerekli değil
2-3	Düşük	Gerekebilir
4-7	Orta	Gerekli
8-10	Yüksek	Yakında gerekli
11-15	Çok Yüksek	Şimdi gerekli

REBA Değerlendirme Sayfası

Düzenlendi:

Tarih:

Hes./ Stn No:

Görev:

A. Boyun, Gövde ve Bacak Duruşları

Adım 1: Boyun Duruşu



Boyun eğriliği ezrinde döndürülüyorsa: +1

Boyun yana eğriği: +1

Adım 2: Gövde Duruşu



Gövde eğriliği ezrinde döndürülüyorsa: +1

Gövde yana doğru eğiliş: +1

Adım 3: Bacaklar



Adım 4: Tablo A'dan duruş puanını bulun.

Yukarıdaki adımlardan elde edilen puanları kullanarak Tablo A puanını bulunuz.

Adım 5: Kuvvet yük puanını ekleyin

1 5-10KG

2 >10KG

+1 Elde, değişken bir kuvvet uygulanıyorsa

Adım 6:

Güncel Tablo A

Puan A'yı bulmak için Adım 4 ve Adım 5'deki değerleri ekleyin

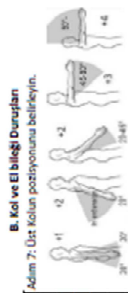
Tablo C'de puan A'yı yerine koyun

REBA Puanı	Risk Seviyesi	Aksiyon
1	Önemli	Gerekliliği
2-3	Düşük	Gerekliliği
4-7	Orta	Gerekliliği
8-10	Yüksek	Yakında gerekliliği
11-15	Çok Yüksek	İzleni gerekliliği

Tablo A	Boyun Duruşu											
	1			2			3			4		
Bacak	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Gövde	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Duruşu	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tablo B	Alt Kol Pozisyonu					
	1		2		3	
El bileği	1	2	3	1	2	3
1	1	2	3	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	6
4	4	5	6	5	6	7
5	6	7	8	7	8	9
6	7	8	9	8	9	9

Puan A	Puan B											
	1		2		3		4		5		6	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10
3	2	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11
4	3	4	4	5	6	7	8	9	10	10	11	11
5	4	4	5	6	7	8	9	10	10	11	11	12
6	6	6	7	8	9	10	10	10	10	11	11	12
7	7	7	8	9	10	10	11	11	11	12	12	12
8	8	8	9	10	10	11	11	11	12	12	12	12
9	9	9	10	10	11	11	12	12	12	12	12	12
10	10	10	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12



Adım 7: Üst Kol pozisyonunu belirleyin.

Omuzlar yükseltilmiş: +1

Üst kol eğriği: +1

Kol desteklenmiş veya bir yere dayanmış: -1

Adım 8: Alt kol pozisyonunu belirleyin



Adım 9: El bileği pozisyonunu belirleyin



El bileği yana doğru eğilirse: +1

Adım 10: Tablo B'den duruş puanını belirleyin

Yukarıdaki adımlardan elde edilen puanları kullanarak Tablo B puanını bulun

Adım 11: Kuvvet puanını ekleyin

0 kg: Çalınan parça sağdaki bir şekilde kolayca kavranabiliyorsa puan eklenmemektedir.

1 Uygun: İdeal tutuş ve kavrama mümkün ama k

abul edilebilir olarak görülüyorsa +1 puan eklenmemlidir

2 Zayıf: Elde tutmak bir şekilde mümkün ancak kabul edilebilir bir kavrama söz konusu değildir +2 puan eklenmemlidir

3 Kabul Edilemez: Kavramanın imkansız olduğu durumlarda +3 puan eklenmemlidir

Adım 12: B puanını Tablo C'de bulun

Puan B'yı bulmak için Adım 10 ve Adım 11'deki değerleri ekleyin

Tablo C'de puan B'yı yerine koyun. Adım 6'daki tablo Tablo A değeri ile karşılaştırın

Adım 13: Faaliyet Puanı

+1, 1 veya daha fazla vidu tut parçası sabitle (1 dakikadan daha fazla süre için)

+1, kısıtlı hareketlilikten önce tekrar

+1, duruşta veya dengeli olmayan tabanda hızlı büyük değişim oluyorsa

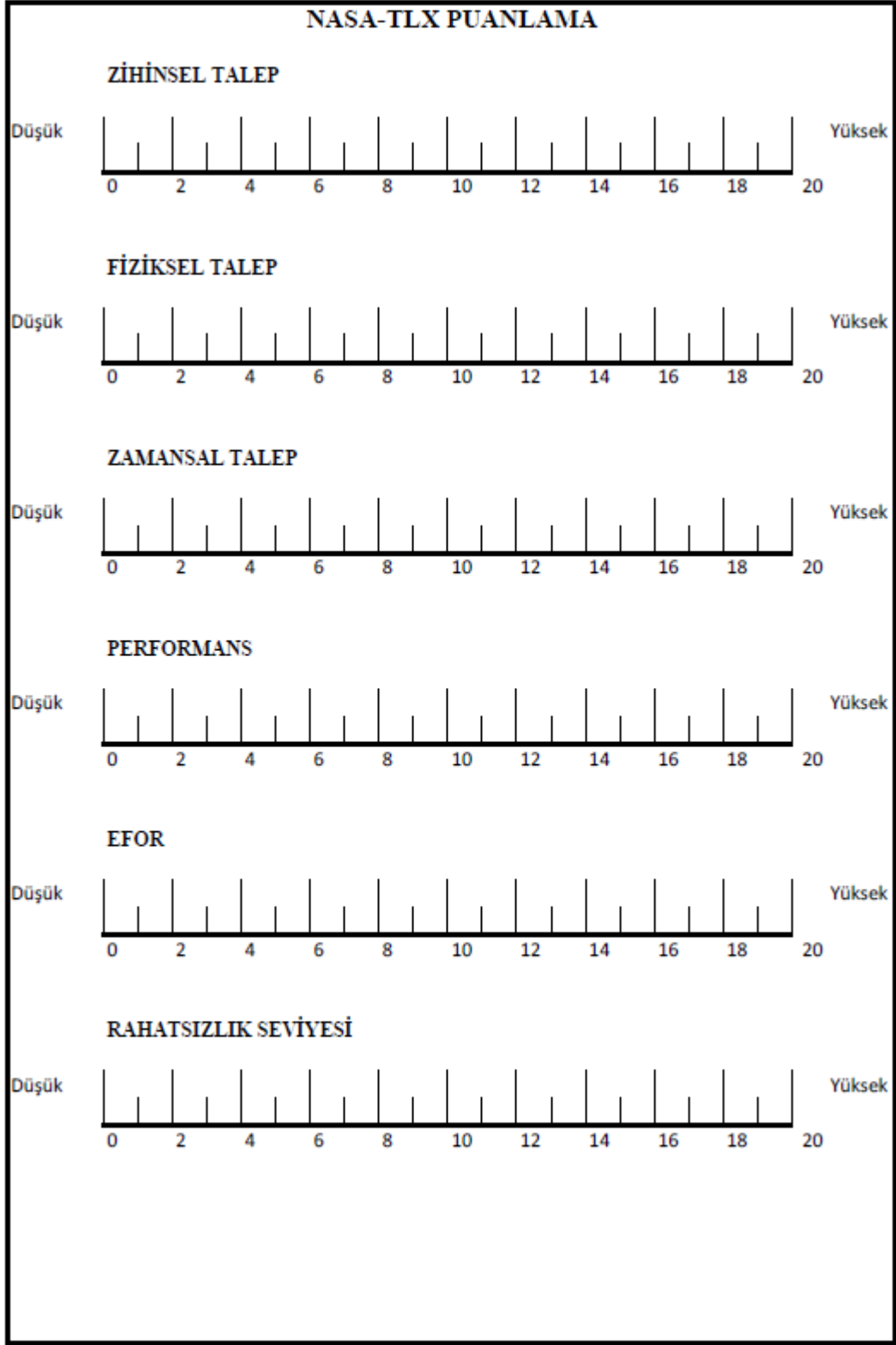
Tablo A	Tablo B	Puan B	Faaliyet Puanı

REBA Puanı

EK 6 : NASA-TLX Bilgilendirme Tablosu

İş Yüğü Boyutu	Değerlendirme Ölçeği	Açıklama
Zihinsel Talep(MD)	Düşük/Yüksek	Ne kadar zihinsel ve algılama aktivitesine ihtiyaç duyulduğı. (Düşünme, karar verme, hesaplama, hatırlatma, bakma, arama vb.) Görevin icrası hatasız ve kesin mi olmalı yoksa hata kabul edilebilir mi? Görev kolay mı zor mu? Sade mi karışık mı?
Fiziksel Talep(PD)	Düşük/Yüksek	Ne kadar fiziksel aktiviteye ihtiyaç duyulduğı. (ittirme, çekme, çevirme, kontrol etme, çalıştırma vb.) Görev basit mi yorucu mu, yavaş mı hızlı mı, gelişi güzel yapılabiliyor mu özel bir özen mi istiyor?
Zamansal Talep(TD)	Düşük/Yüksek	Belirli bir görevin bir aşamasını yerine getirirken ne kadar bir zaman baskısı, kısıtı üzerinizde hissetmektedirsiniz? Görevi yerine getirmek için atılan adımların hızlı ya da yavaş olması?
Performans(PL)	İyi/Kötü (yetersiz)	Verilen görevin hedeflerine ulaşmada size göre veya denetçilere göre ne derece başarılı olduğunuzu düşünüyorsunuz? Görevi yerine getirirken ne derece tatmin oluyorsunuz?
Caba/Efor (EL)	Düşük/Yüksek	Görevinizi yerine getirmek için ne kadarlık ağır çalışma gereklidir? (zihinsel ve fiziksel)
Rahatsızlık Seviyesi(FL)	Düşük/Yüksek	Görevinizi yerine getirirken kendinizi ne kadar güvensiz, gayri memnun, zarar görmüş, gerilmiş, sinirlenmiş, karışık, gevşek ya da karmaşık hissediyorsunuz?

EK 7 : NASA-TLX Puanlama Tablosu



Nordic Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlık Formu

Operatör No: _____

Meslek/Pozisyon: _____

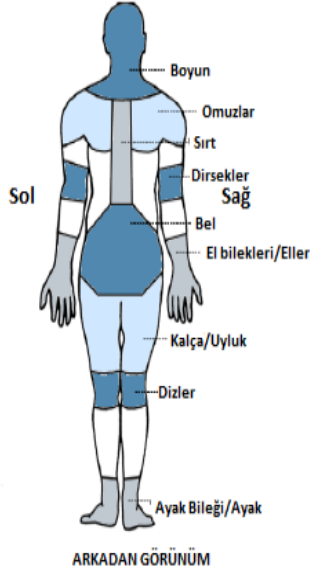
Bu mesleği ne kadar süredir yapmaktasınız? ____yıl ____ay

Haftada kaç saat çalışıyorsunuz? ____

Ankete nasıl cevap verilecek:

Resim: Tabloda bahsedilen vücut bölgelerine yakın pozisyonları bu resimde görebilirsiniz. Sınırlar keskin olarak belirlenmemiştir ve bazı bölgeler kesişebilir. Sahip olduğunuz rahatsızlığınızın var olduğu bölgeyi seçmelisiniz (eğer varsa).

Tablo: Lütfen uygun kutucuğa "X" işareti koyarak cevap veriniz- her soru için tek bir "X" işareti olacak şekilde. Nasıl cevap vereceğiniz konusunda kararsız kalabilirsiniz, fakat lütfen sizin için en doğru olan seçeneği işaretleyiniz. Vücudunuzun herhangi bir bölgesinde rahatsızlığınız olmasa bile anketin 1. Sütununa cevap veriniz, 1. sütuna evet cevabı verdiğiniz takdirde 2 ve 3. üncü sütunları da cevaplayınız.



Hepsini cevaplayınız	Rahatsızlığınız olan kısmı işaretleyiniz	
Son 12 ay boyunca herhangi bir zamanda rahatsızlık yaşadınız mı? (sancı/sızı, ağrı, rahatsızlık, uyuşma)	Son 12 ay boyunca herhangi bir zamanda rahatsızlığınız normal işinizi (evdeki veya ev dışındaki) yapmanıza engel oldu mu?	Son 7 gün boyunca herhangi bir zamanda rahatsızlık yaşadınız mı?
Boyun <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet
Omuzlar <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet, sağ omuz <input type="checkbox"/> Evet, sol omuz <input type="checkbox"/> Evet, iki omuz	<input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet
Dirsekler <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet, sağ dirsek <input type="checkbox"/> Evet, sol dirsek <input type="checkbox"/> Evet, iki dirsek	<input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet
Bilekler/Eller <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet, sağ bilek/el <input type="checkbox"/> Evet, sol bilek/el <input type="checkbox"/> Evet, iki bilek/el	<input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet
Sırt <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet
Bel <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet
Bir veya İki Kalça/Uyluk <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet
Bir veya İki Diz <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet
Bir veya İki Ayak Bileği/Ayak <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet



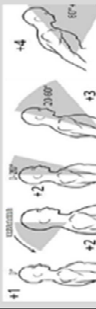


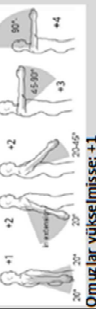
REBA DEĞERLENDİRME SAYFASI

Hat / Str. No: _____

Değerlendirici: _____

Görev: _____

Tarifi: _____

<p>Boyun</p>  <p>Boyun yana doğru eğiliyorsa: +1 Boyun eksenini etrafında döndürülüyorsa: +1</p>	<p>Bacak</p> 	<p>Gövde</p>  <p>Gövde Eksenini etrafında döndürülüyorsa: +1 Gövde yana doğru eğiliyorsa: +1</p>	<p>Güncel Tablo A</p> <p>Yük/Kavret</p> <p>+</p> <p>Tablo A</p> <p>↑↑</p> <p>Güncel Tablo A</p>
<p>Alt kol</p> 	<p>Bilek</p>  <p>El bileği yana doğru eğilirse +1</p>	<p>Üst kol</p>  <p>Ornuzlar yükselmisse: +1 Üst kol dışarı açılmışsa: +1 Kol deste klenmiş veya bir yere dayanmışsa: -1</p>	<p>Tablo B</p> <p>Kavrama</p> <p>+</p> <p>Tablo B</p> <p>↑↑</p> <p>Güncel Tablo B</p>
<p>Güncel Tablo B</p>	<p>Güncel Tablo A</p>	<p>↑↑↑</p>	<p>Tablo C</p> <p>Faaliyet Puanı</p> <p>+</p> <p>Tablo C</p> <p>↑↑</p> <p>Reba Puanı</p>