



FARKLI BÖLÜMLERDE ÇALIŞANLARIN FİZİKSEL ZORLANMALARINA BAĞLI KAS İSKELET SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Emin KAHYA^{1*}

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Meşelik Yerleşkesi

Endüstri Mühendisliği Bölümü, ESKİŞEHİR

ORCID No : <http://orcid.org/0000-0001-9763-2714>

Anahtar Kelimeler

Öz

Fiziksel zorlanma

Kas iskelet sistemi

rahatsızlıkları

Cornell anketi

Uygunsuz çalışma duruşları sırt, kol, boyun, bilek vb. kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olmaktadır. Bu rahatsızlıklar, yapılan işin zorlayıcı özelliklerinin farklı olması nedeniyle bölümler arasında farklılıklar göstermektedir. Bu çalışmada, otomotiv sektörüne parça üreten büyük ölçekli bir işletmede, parçaların kaldırılması, işlenmesi, montajı, kontrolü, taşınması gibi faaliyetler nedeniyle işçilerin vücut bölgelerine farklı fiziksel zorlanmalar sonucu kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına değişiminin tespiti amaçlanmıştır. Rahatsızlıkların analizi için bir anket tasarlanmıştır. Anket iş ve işçi hakkında genel bilgiler, yük kaldırma ile işlem esnasında 6 vücut bölgesinde zorlanmaların düzeyleri ile kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının tespiti için Cornell anketinde oluşmaktadır. Anket, üretim ile destek bölümlerinde çalışan 413 işçiye uygulanmıştır. Çalışanların %56,66'sı ayakta ve %17,68'i ise zaman zaman veya çoğunlukla yürüyerek, %11,38'i 10 kg üstü ve %30,75'i her 1 dk.da bir ağırlık kaldırarak çalışmaktadırlar. Cornell anketi sonuçlarına göre, 20 vücut bölgesinden, son bir hafta içinde ağrı, sızı ve rahatsızlık hissedilen bölgeler; bel (%57,25), ayak (%54,11) sırt (%52,42) ve boyun (%51,93) elde edilmiştir. En yoğun ağrı hissedilen bel bölgesi ağırları; Üretim bölümünde %57,61, Kalite bölümünde %62,26 , Kalıphane bölümünde %55,32,

*Sorumlu yazar; e-posta : ekahya@ogu.edu.tr

doi : <https://doi.org/10.46465/endustrimuhendisligi.1292384>

Bakım bölümünde %45,00 ve Malzeme Planlama ve Lojistik bölümünde %56,86 elde edilmiştir.

EVALUATION OF MUSCULOSKELETAL DISORDERS DUE TO THE PHYSICAL STRAIN OF THE WORKERS IN DIFFERENT DEPARTMENTS

Keywords	Abstract
Physical strain Musculoskeletal disorders Cornell questionnaire	<i>Inappropriate working postures cause musculoskeletal disorders on body parts such as back, arms, neck, wrists, etc. These disorders vary between departments due to the different challenging characteristics of each job. In this study, it is aimed to determine the change in musculoskeletal disorders as a result of different physical strain on the body parts of the workers due to activities such as lifting, processing, assembly, control and transportation of the parts in a large-scale enterprise producing parts for the automotive industry. A questionnaire is designed to analyse the musculoskeletal disorders. The questionnaire consists of general information about the job, worker and lifting, the levels of strain in 6 body regions during the operation and Cornell questionnaire for the determination of musculoskeletal disorders. The questionnaire is applied to 413 workers working in the production and support departments. 56.66% of the employees work standing up, 17.68% work from time to time or mostly on foot, 11.38% of them work by lifting over 10 kg and 30.75% of them every 1 minute. According to the results of the Cornell, the areas where pain, aches and discomfort have been felt in the last week; waist (57.25%), feet (54.11%), back (52.42%) and neck (51.93%) is obtained. The lumbar region pains felt the most intense pain are 57.61% in the Production, 62.26% in the Quality, 55.32% in the Molding, 45.00% in the Maintenance and 56.86% in the Materials Planning and Logistics Departments.</i>
Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi : 04.05.2023	Submission Date : 04.05.2023
Kabul Tarihi : 17.07.2023	Accepted Date : 17.07.2023

1. Giriş

Teknolojik gelişmeler sayesinde işler kolay hale gelse de insanların fiziksel gücüne duyulan ihtiyaç hala birçok alanda devam etmektedir. İşgücü yoğun sektörlerde uygun olmayan çalışma duruşları kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının (KİSR) neden olmaktadır. Fiziksel güç kullanımı yükseldikçe rahatsızlıkların düzeyi yükselmektedir.

KİSR, kaslarda, sinirlerde, tendonlarda, kıkırdakta, bağlarda, birleşme noktalarında ve disklerde (omurga) meydana gelen rahatsızlıklardır (Akay,

Dağdeviren ve Kurt, 2003). Rahatsızlıklar; eğilme, doğrulma, tutma, kavrama, bükme ve uzanma gibi vücut hareketlerinden meydana gelir. Bu hareketler günlük yaşam içerisinde yapıldıklarında zararlı olmamakla birlikte, iş yaşamındaki sürekli tekrar edildiklerinde, güç gerektirdiklerinde ve hızlı yapıldıklarında zararlı hale gelmektedirler (Özel ve Çetik, 2010).

KİSR, dünyada yaygın bir sağlık sorunu olup; sinirleri, tendonları, kasları ve vücudun destekleyici yapılarını kapsamaktadır (Esen ve Fığlalı, 2013). Tekrarlı hareketler, kesintisiz uzun süre çalışma, hız çalışma, uygunsuz çalışma koşulları (sıcaklık, titreşim vb), yüksek iş talebi, gibi faktörler KİSRna sebep olmaktadır. Bu sebeple uygunsuz çalışma duruşlarının olabildiğince iyileştirilmesi ve çalışanın rahatsızlıklarının en aza indirilmesi, hem çalışanın sağlığı hem de işgücü verimliliği açısından oldukça önemlidir.

Metal sanayi içinde yer otomotiv parça üretimi yapan işletmelerde, çalışma esnasında oldukça farklı ağırlıkta parçaları kaldırma, işleme, montaj, kontrol, taşınma gibi faaliyetler esnasında farklı düzeylerde uygunsuz çalışma pozisyonları nedeniyle çalışanların vücut bölgelerine farklı fiziksel zorlanmalar oluşmakta, çalışanlarda işe bağlı KİSR ile iş kazaları (yaralanma ve sakatlanma) olabilmektedir. Ayrıca işgücünde verimsizlik hatta kayıplar ortaya çıkmakta, bu da maliyet ve süre kaybı yaratmaktadır. Bu nedenle, son zamanlarda KİSR minimum düzeye indirebilmek için ergonomik düzenlemeler oldukça önem kazanmıştır.

Literatürde, çalışanların KİSR belirlemede kullanılan ve ölçek olarak kabul görmüş anketler bulunmaktadır. Yaygın olarak kullanılan bu anketler; Cornell KİSR Anketi ve Nordic KİSR Anketi'dir (Gönen, Oral, Ocaktan, Karaoğlan, ve Cicibaş, 2017). Cornell Anketi'nde 20 farklı vücut bölümlerinin rahatsızlıkları haftalık bazda frekans, şiddet ve işin yapımına etkisi açısından ele alınmakta ve her birinin ağırlık skorları ile çarpılmasıyla vücut bölümlerinin riskleri elde edilmektedir.

Bu anketler kullanılarak, son yıllarda; üretim (yaygın olarak metal) (Gönen ve diğ., 2017; Singh, 2017; Boz Bayar, 2019; Özmehmet Tasan ve Felekoğlu, 2019; Yusof ve Shalahim, 2020; Kahya, 2020; Rathore, Pundir ve Iqbal, 2020; Hong, Lee ve Zhou, 2022), sağlık (Chanchai ve diğ., 2016; Wang ve diğ., 2017; Cheung, Szeto, Lai ve Ching, 2018; Ülgüdür ve Dedeli Caydam, 2020; Coskun Beyan, Dilek ve Demiral, 2020; Eyi ve Büyükkakıncı, 2022), eğitim (Apaydın, Erol, Koçyiğit ve Elbasan, 2016; Kurt, İbiş, Aktuğ ve Aka, 2021; İde ve Gündüz, 2021), ofis (Özkan ve Kahya; 2016; Akıncı, Zenginler, Kara Kaya, Kurt ve Yeldan, 2018; Küçük, Düzenli Öztürk, Şenol, Özkeskin, 2018; Singh ve Singh, 2019; Alizadeh ve diğ., 2020; Ekin, Özçelik, ve Avşar Özcan, 2021; Kahya ve Erkaplan, 2022) gibi hizmet sektörlerinde çok sayıda ulusal ve uluslararası yayın bulunmaktadır. Otomotiv yardımcı sanayi işletmelerinde, işlemler esnasında, işin özelliğine bağlı olarak farklı fiziksel zorlanmalar yaşanmaktadır. KİSR işletme düzeyinde araştıran ulusal ve uluslararası çok sayıda çalışma mevcut olmasına rağmen, bilindiği kadarıyla, farklı bölümlerde çalışanlar arasında KİSR değişimini araştıran

çalışma bulunmamaktadır. Bu fark, bu çalışmanın literatüre en önemli kazanımıdır. Diğer bir üstünlüğü de, işletme yönetiminin tüm çalışanlara uygulama talebi nedeniyle, ankete katılım sayısının çok yüksek (413) olmasıdır.

2. Yöntem

Çalışmanın gerçekleştirildiği işletme, Eskişehir Organize Sanayi Bölgesinde, otomotiv parçaları üretmekte olup 1975 yılında kurulmuştur. Mekanik araç kaldırma krikoları ile oluşturmaya başladığı ürün yelpazesini yıllar içinde kaput kilitleri, arka kapı kilitleri ve menteşeler gibi mekanizma parçaları eklenmiş, global pazarda lider bir tasarımcı ve üretici haline gelmiştir. İşletmede, 113 adeti beyaz ve 551 adeti mavi yakalı olmak üzere 664 personel görev yapmaktadır.

Bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Çalışma öncesinde işletme yöneticisi ile temas kurularak çalışmanın amacı, yürütüm şekli hakkında detaylı bilgi verilmiş, çalışma ve makale için 17 Nisan 2023 tarihli izin alınmıştır. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri İnsan Araştırmaları Etik Kurulu Başkanlığı'nın 27 Nisan 2023 tarih ve 2023-11/1 nolu kararı ile araştırmanın etik ve bilimsel açıdan uygunluğu onaylanmıştır.

Sac rulodan veya plakadan kesilen sac parçalar, preslerde şekillendirme, delik delme, punto kaynak, taşlama işlemlerinden geçtikten sonra boyanarak otomatik veya manuel montaj hattında montajlanıp paketlenmektedir. Bu işlemler ve destek faaliyetleri 5 bölümde yapılmaktadır. Bunlar; Üretim ve montaj, Kalite Kontrol, Kalıphane, Bakım ile Malzeme Planlama ve Lojistik Bölümleridir. Bölümlerdeki işlemler esnasında, işçiler, farklı ağırlıkta parçaları kaldırma, işleme, montaj, kontrol, taşıma gibi faaliyetleri gerçekleştirme esnasında bazı vücut bölgelerinde uygunsuz çalışma pozisyonları nedeniyle ağrılar oluşmaktadır.

Çalışma için hazırlanan anket 3 bölümden oluşmaktadır. Anketin ilk bölümü işçi (adı ve soyadı, cinsiyet, doğum yılı, eğitim durumu, deneyim) ile iş (bölüm, atölye, hat, tezgah ve işlem adı) hakkında genel bilgiler yer almaktadır. İkinci bölümde; çalışma şekli (ayakta veya oturarak), kaldırılan ağırlık ve kaldırma sıklığı ile 6 vücut bölgesi için zorlanma düzeyleri yer almaktadır. Üçüncü bölümde ise kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının tesbiti için Cornell anketi mevcuttur.

Cornell anketi, Cornell üniversitesi İnsan Faktörleri ve Ergonomi Laboratuvarı'nda geliştirilmiştir (<http://ergo.human.cornell.edu/ahmsquest.html>; Hedge, Morimoto ve Mccrobie, 1999). Anket, 20 ayrı vücut bölgesinin son 1 hafta içinde rahatsızlıklarını frekans, şiddet ve işle ilgisi açısından değerlendirmekte ve bir rahatsızlık skoru hesaplanmaktadır.

Rahatsızlık skorunu hesaplamada;

- **Sıklık skorları** ; Hiç olmadı = 0, Haftada 1-2 defa = 1,5, Haftada 3-4 defa = 3,5 , Günde 1 defa = 5, Günde birkaç defa = 10
- **Şiddet skorları**; Az = 1 , Orta = 2 , Fazla = 3
- **Rahatsızlığın işe engelliği**; Az = 1 , Orta = 2 , Fazla = 3

şeklinde ağırlıklandırılmaktadır. İlgili vücut bölgesi için risk skoru; sıklık, şiddet ve rahatsızlığın işle ilgisi puanlarının çarpımıyla hesaplanmaktadır (<http://ergo.human.cornell.edu/ahmsquest.html>).

$$\text{Risk Skoru} = \text{Sıklık puanı} * \text{Şiddet puanı} * \text{Engel puanı} \quad (1)$$

Örneğin, bir çalışanın **boyun bölgesi** için;

- Ağrı sızı, rahatsızlık hissetme : Hafta boyunca 1-2 kez hissettim : 1,5 puan
- Şiddet : Orta : 2 puan
- İşe engellilik : Çok : 3 puan

ise, boyun risk skoru = 9 (1,5*2*3) elde edilir.

Ankette değerlendirilen 20 vücut bölümlerinin her biri için ortalama en yüksek skora sahip vücut bölümleri, en çok zorlanmanın yaşandığı bölümler olup iyileştirme çalışmalarının odağını oluşturmaktadır.

İşletme yönetiminin onayı ile, anketin bölümlerde çalışan tüm mavi yakalılara uygulanması amaçlanmıştır. Bölüm müdürlerine ve takım liderlerine anketin nasıl doldurulacağı hakkında bilgi verilmiş ve 3-4 gün içinde tamamlanması talep edilmiştir. Belirtilen sürede 413 anket teslim edilmiştir.

%95 güven düzeyi için Yamane Formülü (Yamane, 1973) kullanılarak, katılımcı (örnek) sayısı;

N : Ana kütle sayısı

n : Örnek sayısı

e : Hata payı

olmak üzere

$$n = \frac{N}{1 + N * e^2} \quad (2)$$

formülü ile hesaplanır. N=551 olup, n=413 katılımcı için hata payı, e= %2,46 elde edilmiş olup kabul edilebilir bir hatadır.

Her gözleme ilişkin veriler için, tümüyle veya kategoriler halinde, istatistiki sonuçların alınabilmesi için, excel ortamında veritabanı hazırlanmıştır.

İstatistiksel analizler için SPSS 24.0 (Statistical Package for Social Science) for Windows paket programı kullanılmıştır. Değişkenlere uygulanan tüm testler için anlamlılık değeri $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir. Sonuçların kategorileri arasında, %95 güven düzeyi ile, anlamlı fark olup olmadığının tespiti amacıyla, SPSS 24 "One Way ANOVA" Scheffe test analizi yapılmıştır.

3. Bulgular

Ankete katılan işçilere ait bilgiler Tablo-1'de verilmiştir. Katılanların %41,16'sı kadın olup yaş ortalaması 36,19 (std.sapma 9,91) yıldır. İşletmede deneyimleri ortalaması 4,96 (std.sapma 5,16) yıl, yaptığı işte deneyim ortalaması 4,44 (std.sapma 4,61) yıldır, %64,89'u 1-4 yıl deneyimlidir. Yaklaşık %67'si ilköğretim ve lise mezunudur.

Tablo 1
Ankete katılanların bilgileri (n=413)

Kategori	Özellik	Frekans
Cinsiyet	Kadın	170
	Erkek	243
Yaş (yıl)	<24	52
	25 - 29	83
	30 - 34	58
	35 - 39	57
	40 - 44	71
	45 - 49	54
	50 -	37
	Cevap yok	1
	Eğitim	İlköğretim
Lise		145
Meslek Lisesi		77
Önlisans		34
Meslek Yüksekokulu		26
Cevap yok		1
Deneyim (İşletme)	< 1 yıl	3
	1-4 yıl	263
	5-9 yıl	95
	10-14 yıl	20
	15-19 yıl	18
	20 -	13
	Cevap yok	1
Deneyim (İş)	< 1 yıl	11
	1-4 yıl	268
	5-9 yıl	90
	10-14 yıl	20
	15-19 yıl	14
	20 -	9
	Cevap yok	1

Çalışanların çalışma şekilleri ve kaldırdıkları ağırlıklar ile frekansları Tablo-2’de verilmiştir. %56,66’sı ayakta ve %17,68’i ise zaman zaman veya çoğunlukla yürüyerek çalışmaktadırlar. İşletmede taşınan kasaları için sınır değer 10 kg belirlenmiştir. Ancak işçilerin %11,38’i 10 kg üstü kaldırmaktadır ki bunlar kalıphane, bakım gibi üretim destek bölümlerinde çalışanlardır. Çalışanların %30,75’i her 1 dk.da bir ağırlık kaldırma yapmaktadır.

Tablo 2

Fiziksel zorlanmalar (n=413)

Kategori	Özellik	Frekans
Çalışma Şekli	Devamlı ayakta	234
	Çoğunlukla ayakta	33
	Devamlı oturarak	20
	Çoğunlukla oturarak	45
	Zaman zaman yürüyerek	24
	Çoğunlukla yürüyerek	49
	Cevap yok	8
	1 kg’dan az	52
Kaldırılan Ağırlık	1-2,5 kg	72
	2,5-5 kg	79
	5-7,5 kg	71
	7,5-10 kg	78
	10 kg’ dan fazla	47
	Cevap yok	14
	1 dk’ dan az	127
Yük Kaldırma Sıklığı	1-5 dk.	85
	5-15 dk	45
	15 dak-1 saat	72
	1-2 saat	21
	2-4 saat	20
	4 saatten fazla	23
	Cevap yok	20

İşletmenin üretim ve montaj işlemleri ile destek faaliyetlerinin yapıldığı 5 bölümde, işçilerin yaptıkları 107 işlem tespit edilmiş, REBA ergonomik risk değerlendirme yöntemi ile analiz edilebilir 72 işlem belirlenmiştir. Bu işlemleri yapan işçilerden 318’i anketi doldurmuştur. REBA yönteminde 6 vücut bölgesi analiz edilmekte olup, her bir vücut bölgesi için 1-4 arasında risk skorlaması mevcuttur. Her bir işçinin yaptığı işlemin REBA formundaki 6 vücut bölgesi için belirlenmiş risk skorları alınarak Tablo 3 oluşturulmuştur.

Tablo 3

İşin Yapımı Esnasında Vücut Bölgelerinde Risk Düzeyleri Frekansları (n=318)

Vücut bölgesi	Düşük (1)	Orta (2)	Yüksek (3)	Çok Yüksek (4)
Boyun (öne ve yana eğme)	105	176	37	
Gövde (Sırt) eğmesi	168	71	78	1
Bacak (ve dizde eğilme)	166	148		4
Üst kolda uzanma / sabit duruş	76	163	59	20
Alt kolda uzanma / sabit duruş	145	173		
Bilekte yukarı/aşağıya/yana eğme	76	83	159	

Bacak (dizde eğilme) ile alt kolda uzanma veya sabit duruş hareketleri için zorlanma kabul edilebilir (orta risk) düzeydedir. Üretim bölümündeki montaj işlemleri esnasında, çalışanların yarısı bilekte yukarı veya aşağıya ve yana eğmeler nedeniyle yüksek riske maruz kalmaktadır.

Çok yüksek risk, diğerleri ile karşılaştırıldığında, üst kolda görülmektedir. Özellikle, boyahane işlemlerinde olduğu gibi, parçayı alma ve asma faaliyetleri nedeniyle yüksek ve çok yüksek risk (~%25) oluşmaktadır. Çalışanların yaklaşık yarısı orta düzey risk ile karşı karşıyadır.

Çalışanların %53'ü;

- İşlenecek parçanın kasadan/paletten alınması ve/veya işlenmiş parçayı kasaya/palete yerleştirme Kasadan parça alması / parça bırakması
- Tezgaha (kalıba) parça yerleştirilmesi

esnasında sırtını 60°'den fazla eğmek zorunda kalmaktadırlar.

Cornell anketi sonuçları; frekansları Tablo 4.a'da, risk skorları ise Tablo 4.b'de verilmiştir. Çalışanların, son bir hafta içinde en az bir kez ağrı hissettikleri vücut bölgeleri (en yüksek ilk 4) sırasıyla; Bel : 237 (%57,25), Ayak : 224 (%54,11), Sırt : 217 (%52,42), Boyun : 215 (%51,93) elde edilmiştir. Risk skorları da bu sonuçları desteklemektedir.

Çalışanların %57,25'i son bir hafta içinde, **bel bölgesinde**, en az bir kez ağrı hissettiklerini belirtmektedirler. Risk skoru ise 7,36'dır. Üretim bölümlerinde yapılan pek çok çalışmada en çok ağrı da bel bölgesinde çıkmıştır. Bel bölgesinde ağrılar, genellikle ürünlerin uygun olmayan şekilde taşımının sonucu olarak meydana gelmektedir.

İşletmedeki her bir bölüm için, son bir hafta içinde en az bir kez ağrı hissetme oranları (%) ile Denklem (1) kullanılarak elde edilmiş risk skorları (ortalama) Tablo-5'de verilmiştir.

Tablo 4
Cornell Anketi Sonuçları
a. Frekanslar

Vücut Bölümü		Geçtiğimiz hafta çalıştığımız süre boyunca, vücudunuzda ne sıklıkla ağrı, sızı, rahatsızlık hissettiniz?					Eğer ağrı, sızı, rahatsızlık hissettiyseniz, ne kadar şiddetliydi?			Eğer ağrı, sızı, rahatsızlık hissettiyseniz, bu işinizi yapmanıza engel oldu mu?		
		Hiç	Hafta boyunca 1-2	Hafta boyunca 3-4	Her gün 1 kez	Her gün bir çok kez	Hafif	Orta	Çok	Hiç	Biraz	Çok
Boyun		198	113	48	14	40	102	101	12	127	80	8
Omuz	Sağ	254	80	33	17	29	72	79	8	97	56	6
	Sol	283	67	26	15	22	64	61	5	79	48	3
Sırt	Sağ	196	102	54	25	36	109	92	16	131	76	10
	Sol	285	62	32	11	23	66	54	8	85	38	5
Bel	Sağ	303	60	21	7	22	57	43	10	75	30	5
	Sol	174	117	55	25	40	115	97	25	137	79	21
Ön kol	Sağ	329	42	19	7	16	44	35	5	45	36	3
	Sol	342	34	18	7	12	36	31	4	34	35	2
El Bileği	Sağ	263	68	40	16	26	71	64	15	89	56	5
	Sol	310	53	19	11	20	51	39	13	63	37	3
Kalça	Sağ	368	29	8	2	6	24	16	5	29	15	1
	Sol	326	58	16	4	9	54	24	9	61	21	5
Üst bacak	Sağ	330	55	17	4	7	52	23	8	55	23	5
	Sol	300	61	24	10	18	50	51	12	61	45	7
Diz	Sağ	301	56	27	12	17	52	45	15	64	40	8
	Sol	303	64	20	7	19	63	34	13	72	32	6
Al bacak	Sağ	309	59	17	9	19	57	33	14	66	31	7
	Sol	189	81	50	32	61	81	105	38	119	90	15

b. Risk skorları

Vücut Bölümü		Hafta boyunca en az 1 kez ağrı hissetme		Risk Skoru* (Ortalama)
		Frekans	%	
Boyun		215	%51,93	6,01
Omuz	Sağ	159	%38,41	4,63
	Sol	130	%31,40	3,46
Sırt	Sağ	217	%52,42	6,35
	Sol	128	%30,92	3,49
Bel	Sağ	110	%26,57	3,20
	Sol	237	%57,25	7,36
Ön kol	Sağ	84	%20,29	2,55
	Sol	71	%17,15	2,10
El Bileği	Sağ	150	%36,23	4,44
	Sol	103	%24,88	3,10
Kalça	Sağ	45	%10,87	1,21
	Sol	87	%21,01	1,69
Üst bacak	Sağ	83	%20,05	1,73
	Sol	113	%27,29	3,30
Diz	Sağ	112	%27,05	3,51
	Sol	110	%26,57	2,91
Al bacak	Sağ	104	%25,12	3,13
	Sol	224	%54,11	17,45

(*) Denklem (1) ile, bir işçinin bir vücut bölgesi için risk skoru hesaplanmış olup, tüm işçilerin ortalamasıdır.

Tablo 5.

Bölümler Bazında Ağrı Hissetme Oranları (%) ve Risk Skorları

Vücut Bölümü		Üretim (n=242)		Kalite Kontrol (n=53)		Kalıphane (n=47)		Bakım (n=20)		Mal. Plan. ve Lojistik (n=51)	
		Ağrı Hissetme (%)	Risk Skoru	Ağrı Hissetme (%)	Risk Skoru	Ağrı Hissetme (%)	Risk Skoru	Ağrı Hissetme (%)	Risk Skoru	Ağrı Hissetme (%)	Risk Skoru
Boyun		52,67	6,49	64,15	7,35	46,81	4,45	55,00	3,35	39,22	3,85
Omuz	Sağ	43,21	5,65	45,28	5,03	29,79	3,04	20,00	4,15	23,53	1,03
	Sol	36,63	3,94	28,30	4,98	25,53	1,95	10,00	0,65	23,53	2,08
Sırt		51,85	6,36	64,15	11,26	46,81	2,69	50,00	6,78	49,02	4,40
Üst kol	Sağ	35,80	3,90	41,51	6,52	17,02	0,80	10,00	4,00	17,65	0,67
	Sol	31,28	3,21	32,08	8,07	10,64	0,57	0,00	0,00	23,53	1,78
Bel		57,61	7,16	62,26	10,67	55,32	7,12	45,00	2,93	56,86	6,84
Ön kol	Sağ	24,69	3,54	20,75	3,05	14,89	0,32	5,00	0,35	9,80	0,28
	Sol	21,40	2,30	15,09	4,79	10,64	0,49	5,00	0,35	9,80	0,51
El Bileği	Sağ	41,15	4,86	43,40	8,14	29,79	2,79	20,00	0,60	17,65	1,60
	Sol	29,22	3,26	30,19	7,15	21,28	1,26	10,00	0,48	7,84	0,87
Kalça		12,76	1,44	5,66	0,12	6,38	1,18	5,00	0,70	13,73	1,49
Üst bacak	Sağ	23,05	1,75	18,87	1,52	25,53	3,43	5,00	0,15	15,69	0,58
	Sol	22,63	2,06	13,21	0,46	23,40	3,31	5,00	0,15	17,65	0,65
Diz	Sağ	28,81	4,35	32,08	2,81	29,79	1,31	15,00	0,50	17,65	1,76
	Sol	27,16	4,26	32,08	1,73	29,79	5,26	25,00	0,88	19,61	1,25
Al bacak	Sağ	27,16	2,94	39,62	3,94	29,79	3,90	20,00	1,30	9,80	1,38
	Sol	27,16	3,84	32,08	3,41	27,66	3,24	15,00	0,40	9,80	0,54
Ayak		57,20	19,98	71,70	16,01	51,06	15,31	35,00	7,90	31,37	12,65

Üretim bölümünde, ayak haricinde, boyun, sırt ve bel ağrıları birbirine yakın düzeydedir. Diğer bölümler ile karşılaştırıldığında, **el bileğinde** daha fazla ağrı Kalite Kontrol bölümünde görülmektedir. Kalıphane bölümünde, çok ağır parçalar vinç ile kaldırılmakla birlikte, ağır parçaların elle tezgaha taşınması nedeniyle **bel bölgesinde** daha fazla ağrılar görülmektedir. Bakım bölümü çalışanları en fazla **sırt ağrılarını** beyan etmişlerdir. Tahmin edildiği gibi, Malzeme Planlama ve Lojistik Bölümü'nde çalışanlarda, yük kaldırma daha fazla etkili olduğundan, en fazla **bel bölgesinde** ağrılar görülmektedir.

En yoğun ağrı hissedilen **bel bölgesi** için, son bir hafta boyunca en az bir kez ağrı hissetme oranları (%), tüm işletme için %57,25 iken; Üretim bölümünde %57,61, Kalite bölümünde %62,26 , Kalıphane bölümünde %55,32, Bakım bölümünde %45,00 ve Malzeme ve Lojistik bölümünde %56,86 elde edilmiştir.

En yüksek riskin olduğu boyun, sırt, bel ve ayak vücut bölgeleri için yaşa, deneyime ve kaldırılan ağırlığa bağlı olarak son bir hafta boyunca en az bir kez ağrı hissetme oranları (%) Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo-6.a'dan görüldüğü üzere, boyun ağrıları 45 yaşa kadar artmakta, bundan sonra azalmaktadır. Bu sonuçta, muhtemelen işçilerin boyunu eğerek çalışmanın ağrılara neden olduğunu öğrenmeleri olabilir. Sırt ağrıları, 50- hariç, tüm yaşlarda %50 civarındadır. En yüksek frekans 30-34 yaş aralığındadır. Şaşırtıcı bir şekilde, bel ağrıları en yüksek değeri 25 yaş altı çalışanlarda görülmektedir. 35 yaşa kadar yüksek seyretmektedir. En büyük etkenin genç işçilerin en uygun yük kaldırma ve taşıma yöntemini bilmemeleri olduğu tahmin edilmektedir. Hemen hemen tüm yaş dilimleri için ayak ağrıları birbirine yakındır. Ayak ağrıları büyük ölçüde ayakta çalışmadan kaynaklanmaktadır.

Deneyime bağlı olarak ağrı düzeylerinin değişimi Tablo-6.b'de verilmiştir. Sonuçlar, kısmen, çalışanın yaşı ile benzerlik göstermektedir. 20- yıl hariç, bir yıldan itibaren oranlar %50-65 arasında değişmektedir. Boyun ve sırt ağrıları en çok 10-14 yıllarda, bel ağrısı ise daha ilk yıllarda (1-4 yıl) en büyük orana (%63,88) yükselmektedir. Bu önemli sonuç yaş<24 ile örtüşmektedir. En büyük etkenin genç işçilerin işe girdiği yıllarda yük kaldırma ve taşıma yöntemi konusunda yeterli bilgiye sahip olmamaları olduğu tahmin edilmektedir.20- yıl ise tüm vücut bölgeleri için %50 altındadır.

Kaldırılan ağırlık arttıkça boyun ve sırt ağrılarında fazla değişim görülmemektedir (Tablo-6.c). Ancak bel ağrıları, beklendiği gibi, 2,5 kg üzerinde yüksek (~%65) seyretmektedir. Açıkça görülmektedir ki, yük kaldırmada sınır değerinin altında olmasına rağmen, düşük ağırlıklarda bile bel ağrıları şikayeti bulunmaktadır. Kaldırılan ağırlık düşük de olsa, yük kaldırmada bazı kritik kurallar (kaldırılacak yükün vücut eksenine yakın tutulması gibi) bilinmedikçe ağrılar oluşmaktadır.

Tablo 6

Dört Vücut Bölgesi İçin Ağrı Hissetme Oranları (%)

a) Yaş

Yaş	Frekans	Boyun	Sırt	Bel	Ayak
<24	52	50,00	51,92	71,15	51,92
25 - 29	83	43,37	57,83	63,86	56,63
30 - 34	58	56,90	63,79	60,34	53,45
35 - 39	57	59,65	56,14	56,14	52,63
40 - 44	71	60,56	47,89	54,93	59,15
45 - 49	54	51,85	46,30	53,70	51,85
50 -	37	40,54	37,84	37,84	48,65

b) Deneyim

Deneyim	Frekans	Boyun	Sırt	Bel	Ayak
< 1 yıl	3	-	-	-	-
1-4 yıl	263	55,51	54,37	63,88	51,71
5-9 yıl	95	46,32	53,68	50,53	62,10
10-14 yıl	20	65,00	60,00	50,00	55,00
15-19 yıl	18	55,56	38,89	50,00	66,67
20 -	14	35,71	42,86	21,43	42,86

c) Kaldırılan Ağırlık

Kaldırılan Ağırlık	Frekans	Boyun	Sırt	Bel	Ayak
1 kg'dan az	52	55,77	44,23	44,23	55,77
1-2,5 kg	72	51,39	51,39	52,78	55,56
2,5-5 kg	79	56,96	49,37	65,82	65,82
5-7,5 kg	71	52,11	59,15	52,11	54,93
7,5-10 kg	78	44,87	56,41	64,10	47,44
10 kg' dan fazla	47	53,19	53,19	65,96	44,68
Cevap yok	14	-	-	-	-
Genel	413	51,93	52,42	57,25	54,11

En yüksek riskin oluştuğu boyun, sırt, bel ve ayak vücut bölgeleri için cinsiyete bağlı olarak risk skorları (ortalama) arasında anlamlı fark olup olmadığının tespiti için "Independent-Samples T Test" analizi yapılmış olup sonuçlar Tablo 7'de verilmiştir. Boyun, sırt ve ayak vücut bölgeleri için, kadınların risk skorları erkeklerinkinden daha yüksektir ve ortalamalar arasında anlamlı fark vardır. Kadınlardaki ağrı düzeyi (frekansları) erkeklerden daha fazladır.

Tablo 7

Bel, Ayak, Sırt ve Boyun Vücut Bölgeleri İçin Risk Skorlarının Cinsiyete Bağlı Olarak Değişimi

Vücut Bölgesi	Kadın (N=170)	Erkek (E=243)	F	p
Boyun	9,494	3,551	40,817	0,000
Sırt	8,209	5,053	8,029	0,005
Bel	7,324	7,389	0,004	0,950
Ayak	23,109	13,488	23,452	0,000

Aynı vücut bölgeleri için "One Way ANOVA" Scheffe testi ile yapılan analizlerde; yaş, deneyim ve kaldırılan ağırlık (sınıflar) için risk skorları arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

4. Tartışma

Otomotiv yardımcı sanayi işletmelerinde, işlemler esnasında, işin özelliğine bağlı olarak farklı fiziksel zorlanmalar yaşanmaktadır. Bu çalışmada, otomotiv sektörüne parça üreten büyük ölçekli bir işletmede, parçaların kaldırılması, işlenmesi, montajı, kontrolü, taşınması gibi faaliyetler nedeniyle işçilerin vücut bölgelerine fiziksel zorlanmaların sonucu kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının bölümlere göre değişiminin tespiti amaçlanmıştır.

Cornell anketi sonuçları dikkate alındığında, çalışanların, son bir hafta içinde en az bir kez ağrı hissettikleri vücut bölgeleri (en yüksek ilk 4) sırasıyla; **Bel : 237 (%57,25), Ayak : 224 (%54,11), Sırt : 217 (%52,42) , Boyun : 215 (%51,93)** elde edilmiştir. Risk skorları da benzer sonuçlar göstermektedir.

Çalışanların %57,25'i son bir hafta içinde, **bel bölgesinde**, en az bir kez ağrı hissettiklerini belirttiktedirler. Risk skoru ise 7,34'dür. Bel bölgesinde ağrılar, genellikle ürünlerin uygun olmayan şekilde taşınmasının sonucu olarak meydana gelmektedir. İşletmede kullanılan kasalara 10 kg malzeme doldurulması standarttı konmuştur. Bu standart pek çok büyük ölçekli kurumsal işletmelerde ~ 15 kg belirlenmiştir. Daha açık ifade ile, işletmenin koyduğu standart pek çok işletmeden daha uygundur. Buna rağmen en yüksek ağrı bel bölgesinde

belirtmiş ise, bunun temel nedeni çalışanların yük kaldırma, taşıma ve indirmeyi ergonomik kurallara uygun yapmamalarıdır.

Şaşırtıcı bir şekilde, ayak en yüksek risk skoruna (17,45) sahiptir. Çalışanların %54,11'i son bir hafta içinde, ayakta, en az bir kez ağrı hissettiklerini belirtmektedirler. Bunların %36,82'si haftada 1-2 kez ama %27,73'ü ise her gün birçok kez ağrı hissettiklerini ifade etmişlerdir. Ayaktaki ağrıların yapılan işin zorlanma düzeyi ile ilişkisi yüksek değildir. Ayak ağrıları önemli ölçüde ayakta çalışmaktan kaynaklanır, çalışanın kilosuna bağlı olarak da artabilir. Son yıllarda bu ağrıların daha da artışında çelik burunlu ayakkabı giymekten kaynaklandığı düşünülmektedir. Kahya (2020) tarafından bir jant üretim işletmesinde yapılan çalışmada işçilerin %40'ı, Özmehmet Tasan ve Felekoğlu (2019) tarafından otomotiv sektöründe taşıma işleri için yaptıkları çalışmada, işçilerin %42'si ayakta ağrı bildirmişlerdir. Bu çalışmada oranın biraz daha yüksek (%54,11) çıkması, ayakkabıların, ergonomik açıdan, daha az uygun olduğu kanısına varılmaktadır.

Sırt ağrıları (%52,42), gerek parça alma ve bırakma ve gerekse işlem esnasında eğilme sonucu oluşmaktadır. İşlemlerin çoğunda bu duruş gözlemlenmiştir. Çalışanın 60°'ye kadar eğilerek işlenecek parçanın kasadan/paletten alınması, işlem süresinin 60 sn altında olması ve gün boyu 1.000'e yakın eğilme gerçekleşmesi sonucu sırt ağrılarına neden olmaktadır.

Boyun ağrıları (%51,93) çalışma esnasında boyunun uzun süre öne eğik olmasından kaynaklanmaktadır. Boyun eğmesi, çalışanın işin gerektirdiğinden daha uzun ve parçanın görsel detay gerektirmesi halinde olur. Özellikle montaj ve kalite kontrol işlemlerinde görsellik daha fazla gerektiğinde, çalışanlar boyun eğmesi yapabilmektedir.

KİSR'nin işletmedeki bölümler arasındaki farklılığının araştırılması, bu çalışmanın literatürdeki diğer çalışmalardan ayıran temel üstünlüğüdür.

Üretim ve montaj işlemlerinin yürütüldüğü **Üretim Bölümü** için, son bir hafta içinde en az bir kez ağrı hissetme oranları; bel ve ayak ~ %57 ve boyun ve sırt ~ %52'dir. Üretim bölümünde birbirinden farklı özelliklere sahip 4 alt bölüm mevcuttur. Bunlar;

- a) Presler
- b) Puntolar
- c) Montaj
- d) Boyahane

Alt bölümler için, son bir hafta içinde en az bir kez ağrı hissedilme oranları Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7
Üretim Bölümü Alt Bölümleri İçin Son Bir Hafta Boyunca En Az Bir Kez Ağrı Hissetme Oranları (%)

Vücut Bölümü		Presler (n=77)	Puntolar (n=77)	Montaj (n=77)	Boyahane (n=11)
Boyun		43,59	61,04	53,25	54,55
Omuz	Sağ	38,46	44,16	40,26	90,91
	Sol	30,77	33,77	40,26	72,73
Sırt		55,13	55,84	45,45	45,45
Üst kol	Sağ	30,77	41,56	36,36	27,27
	Sol	25,64	37,66	31,17	27,27
Bel		71,79	58,44	42,86	54,55
Ön kol	Sağ	24,36	22,08	25,97	36,36
	Sol	21,79	19,48	19,48	45,45
El Bileği	Sağ	30,77	42,86	49,35	45,45
	Sol	25,64	29,87	32,47	27,27
Kalça		14,10	9,09	12,99	27,27
Üst bacak	Sağ	26,92	20,78	19,48	36,36
	Sol	28,21	18,18	19,48	36,36
Diz	Sağ	30,77	23,38	27,27	63,64
	Sol	32,05	18,18	25,97	63,64
Al bacak	Sağ	34,62	15,58	25,97	63,64
	Sol	35,90	16,88	22,08	72,73
Ayak		61,54	41,56	66,23	72,73

Presler alt bölümünde çalışanlar, 10 kg altındaki parçaları kasadan almakta, tezgaha yerleştirmekte ve işlem sonrası kasaya koymaktadırlar. Bu üç faaliyet esnasında, özellikle kısa boylu işçiler 60°'ye kadar eğilmektedirler. Bu işlemler esnasında sürekli ayakta ve kısa mesafeli de olsa yürümektedirler. Bu nedenle, diğer alt bölümler ile karşılaştırıldığında, bel (%71,79), ayak (%61,54) ve sırt (%55,13) ağrıları daha yüksektir.

Puntolar alt bölümünde çalışanlar, oturarak veya ayakta, parçalara, punto yapmaktadırlar. Punto yapılma ile göz yükseklikleri arası mesafenin ~ 50 cm olması nedeniyle boyun eğmesi ve bel ağrısı daha yüksektir.

Montaj alt bölümünde çalışanlar, parçanın montajı esnasında el bileklerini daha fazla yukarı, aşağı, sağ ve sol kırarak kullanmaktadırlar. Bu nedenle, el bileği, üretim bölümü için ağrı oranı %41,15 iken montaj yapan çalışanlar için; sağ bilek %49,35 sol bilek %32,47 elde edilmiştir. Başka bir ifade ile, montaj çalışanlarında daha fazla oranda el bileği ağrısı yaşanmaktadır.

Boyahanede çalışanların büyük bölümü, parçayı büyük kasadan alma ve bırakma esnasında sırt eğilmelerine ilaveten, en büyük zorlanmaları, parçayı monoray üzerindeki kancaya asmak için kollarını omuz ve hatta baş üstü

kaldırmaları, boyama esnasında pistoleyi sürekli, farklı el pozisyonlarında, tutmalarıdır. Bu yüzden omuz (%90,91 ve %72,73) ve hatta üst kol ağırları, diğer bölümlere nazaran, daha fazladır.

Kalite Kontrol Bölümünde, hammadde, yarımamül ve mamülün, belirlenmiş standartların (ölçü veya fonksiyon) uygunluğunun kontrolü faaliyetleri yürütülmektedir. Bu faaliyetler büyük ölçüde örnek alma şeklindedir. Ayrıca, işletmede, hemen hemen tüm montaj hatlarının en sonunda %100 kontrol işlemi yapan operatörler de montaj değil kalite kontrol bölümü personeli. Bu kontroller esnasında, diğer bölümlere nazaran yakın görsel çalışma nedeniyle boyun ve sırt, yoğun el ve kol kullanımı nedeniyle el bileği ile zamanın büyük bölümünü ayakta ve daha fazla yürüyerek çalışma nedeniyle ayakta ağrılar beklenmektedir. Bu bölümde ayak %71,70, boyun %64,15, sırt %64,15 bel %62,26 oranında ağırları ile diğer bölümlerden daha fazla ağrı görülmektedir. Ayrıca el bileği (sağ ve sol) ağrı oranları (%43,49 ve %30,19) ile risk skorları (8,14 ve 7,15) en yüksek düzeydedir.

Kalıphane Bölümünde; kalıp bakım, periyodik bakım ve yeni kalıp yapılmakta olup delik delme, CNC işleme, taşlama gibi işlemler; CNC, Üniversal Torna, Tel erozyon, Sütun Matkap, Diş Çekme Taşlama tezgahlarında yapılmaktadır. Çalışanlar, bu tezgahları kullandıklarında, muhtelif vücut bölgelerinde zorlanmalar olmakla birlikte, 10 kg üzeri ve tutma kulpu olmayan kalıp parçalarını el ile kaldırarak tezgaha taşıdıklarından bel ağırları (%55,32) etkili olmaktadır. İşlemlerin süresi uzun ancak frekansı düşük olduğundan diğer vücut bölgelerinde etkili ağrılar görülmemektedir.

Bakım Bölümü, tezgahlardaki periyodik ve arıza bakımları yürütmektedir. Bu faaliyetler arasında oldukça farklı vücut bölgelerinde zorlanmalar yaşanmakla birlikte sonrasında yeterli dinlenme sağlandığından, diğer bölümlerde çalışanlar ile karşılaştırıldığında, yüksek ağrı oranları ile karşılaşılmasıdır. Sadece boyun (%55,00) ve sırt (%50,00) ağırları etkili olarak görülmüştür.

Malzeme Planlama ve Lojistik Bölümü, hammaddenin depoya alınması ve depodan atölyelere sandıklar ile dağıtımını ve atölyelerde işlemi bitmiş ürünlerin depoya getirilmesi ve müşteriye sevki ile sorumludur. Çalışanların bir kısmı 10 kg kasaları paletle yerleştirip, tezgahların başına araçlarla taşımaktadır. Bu esnada sandık kaldırma ve eğilme zorlanmaları olduğundan, ağırlıklı olarak, sırt (%49,02) ve bel (56,86) ağırları oluşmaktadır.

Risk skorlarını düşürmek için aşağıda belirtilen iyileştirmeler önerilmektedir.

a) Sırt ağırlarının azaltılması : Çalışanın, 60°'ye kadar eğilerek; kasadan parça alması / parça bırakması ile tezgaha (kalıba) parça yerleştirmesi **sırt ağırlarının** temel nedenidir.

- i. İşlenecek parçanın kasadan alınması ve/veya işlenmiş parçayı kasaya yerleştirme esnasında işçinin ~ 25° den fazla eğilme olamaması için kasaların yükseltilmesi (mümkünse açıldırılması) gerekir. Yük

kaldırma ilkeleri içinde, kasaların zeminden en az 40 cm yükseğe konulması önerilmektedir.

- ii. Uygun işlemler için; sabit veya hareketli (tekerlekli), hidrolik makaslı, manuel veya elektrikli kaldırma tablaları kullanılabilir.
- iii. Preslerde tezgah alt kalıbına malzeme yerleştirme esnasında, kısa boyu (~160 cm) işçilerin 60°'ye kadar eğilerek malzeme yerleştirdikleri tespit edilmiştir. 175 cm boylu işçilerin ise benzer tezgahlarda 0-20° gözlemlenmiştir. Her bir tezgahta, kalıp yükseklik ve derinlikleri farklı olduğundan, deneysel çalışmalar ile, tezgahlarda çalışması gereken işçilerin boyları belirlenmelidir.

b) Montaj istasyonlarında tezgah yüksekliği : Ayakta çalışılan iş yerlerinde tezgah yüksekliği; i) İşçinin dirsek yüksekliği, ii) Çalışılan parçanın yüksekliği, iii) Kuvvet kullanımı ve iv) Montajın inceliğine (hassasiyet) bağlıdır.

Kısa veya uzun boylu kadın ve erkeklerin birlikte çalıştığı iş istasyonlarında aynı tezgah yüksekliği önerilemez. İnce montaj, hassas ayar ve kontrol faaliyetlerinde uzun boylu erkekler için önerilen 135 cm masa yüksekliği %5 dilimdeki kadınlar için çok yüksektir. Böyle bir masada kısa boylular **kollarını kaldırarak** çalışır. Statik kuvvet harcar, **kol ağrıları** oluşur. Kısa boylular için 90 cm çalışma yüksekliği idealdir, böyle bir masada ise uzun boylular **eğilerek çalışabilir**.

Çalışanın hem kadın hem de erkek olabileceği, yapılan işin bazen hassas bazen de büyük kuvvet isteyen bir iş olduğu ve çok sayıda işçinin çalıştığı montaj istasyonlarında, her bir istasyonun (tezgah) yüksekliği aynı ise, dirsek yüksekliği tezgah yüksekliği ile **standart boydaki işçiler** görevlendirilmelidir.

c) Oturarak çalışma : Parçanın montajı veya kalite kontrolü işlemlerinde, görsellik arttığından işçiler **boyunu eğerek** çalışmaktadırlar. Fizyolojik açıdan oturarak çalışmak daha az enerji harcatır. Ancak hassas parça montajı ve kalite kontrol işlemlerinde oturarak çalışma daha uygundur. Çalışma masası sabit olduğunda, 160-180 cm boylardaki işçilerin çalışabilmeleri için yüksekliği 30 cm 'e kadar ayarlanabilir, tercihen tekerlekli ve bar tipi sandalye önerilir.

d) Statik Kuvvet Kullanımı : Bir ağırlığı kaldırıp, sabit bir konumda tutmak statik bir iştir, yer çekimine karşı, sabit bir pozisyonda tutmak için bir kuvvet uygulanmaktadır. Statik çalışma gerektiren işler yorucudur. Vücut bölümünde biriken laktik asitin kasta birikmesi sonucu **üst kol ve omuz ağrıları** oluşur. Parçanın omuz hatta baş üstü yüksekliği kaldırıldığı işlerde; mekanik bir sistem ile kaldırma mesafesinin en fazla omuz yüksekliğine düşürülmesi ve uzun boylu işçilerin çalıştırılması önerilir.

e) Yük Kaldırma : Tüm işletme düzeyinde yarımamül ve mamüllerin taşındığı kasalar 10 kg ile standartlaştırılmıştır. Bu ağırlık, NIOH yöntemi ile olan analizde, sınır değer civarında hesaplanmıştır. Buna rağmen bel ağrısı en yüksek skorludur. **Bel ağrılarının** düşürülmesi için;

- i. Hangi bölümde olursa olsun, kaldırılacak kasa veya parçalar, zeminden en az 40 cm yükseklikte olmalıdır.
- ii. Özellikle, işçilerin uzak mesafeden kasa kaldırması, zorlanmaya neden olan en önemli etkidir. Öncelikli olarak, Malzeme Planlama ve Lojistik, Kalıphane ve Bakım bölümlerindeki işçilere olmak üzere yük kaldırma, taşıma ve indirme eğitimleri verilmelidir. Bu eğitimler, işçinin, hem meslek hastalıklarına (fitik gibi) yakalanmasını önler, hem de sırt ve bacak ağrılarını azaltır.
- iii. Kalıphane (Tel erozyon, CNC işleme vb) ve Bakım bölümlerindeki bazı işlemlerde daha ağır ve kulpsuz olan parçalar el ile kaldırılmaktadır. Yüksek ağırlıktaki parçaları için manipülâtör kullanılması önerilir.

Bu çalışmadaki sonuçların, son yıllarda metal sektöründe yapılmış çalışmaların sonuçları ile karşılaştırılması gerekmektedir.

Gönen ve diğ. (2017), bir transformatör montaj hattı çalışanların KİSRnı, Cornell anketinden esinlenilerek oluşturulan bir anket ile analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda en riskli vücut bölgeleri; sırt (%47,37), bel (%39,47), boyun (%39,47) ve ayak (sağ) (%31,58) belirlenmiştir. Risk skorları da, sırasıyla, %19,99, %13,47, %6,87 ve %10,31 elde edilmiştir. Singh (2017) taşlama tezgahlarında yaptıkları çalışmada, en yüksek rahatsızlığı bilekte (sağ %15,47, sol %14,16), alt bacakta (%14,17) ve ön kol (%9,32) belirlemişlerdir. Boz Bayar (2019), unlu mamül makinası üreten bir işletmede yaptığı çalışmada, Cornell ile yapılan değerlendirmede, en yüksek riskin boyun ve sırtta bölgesinde olduğunu belirlemiştir.

Özmehmet Tasan ve Felekoğlu (2019), otomotiv sektöründe taşıma işleri için yaptıkları çalışmada, Cornell anketi sonuçlarına göre, en yüksek riskli vücut bölgeleri, sırasıyla bel (%44,49), boyun (%41,95) ve sağ ayak (%41,95) bulunmuştur. Kahya (2020), bir jant üretim işletmesinde yaptığı çalışmada, Cornell anketi sonuçlarına göre, 20 vücut bölgesinden, son bir hafta içinde ağrı, sızı ve rahatsızlık hissedilen bölgeler; bel (%60), boyun (%46,7), üst kol (%44,4) ve sol omuz (%44,4) olup en sık ağrı hissedilen (her gün bir çok kez) bölgeler ise bel ve üst kol elde edilmiştir.

Bu sonuçlar, bu çalışmada elde edilen sonuçlarla büyük ölçüde örtüşmektedir.

5. Sonuçlar

Herhangi bir ürünün işlenmesi, paketlenmesi vb aşamalarında mutlaka bir kütleyi tutma, kaldırma, taşıma, elde tutma, indirme, bırakma vb faaliyetler ile karşılaşılır. Bir kütleyi kaldırma vb tamamen veya büyük ölçüde statik bir iş olup, çok fazla güç gerektirir. Asıl sorun, güç gereksinimi ve zorlanma değil, uygunsuz çalışma duruşları sonucu, özellikle boyun, sırt, kol, bilek, ayak gibi vücut bölgelerinde KİSR neden olmasıdır. Bu rahatsızlıklar sadece yük kaldırma,

taşıma faaliyetlerini yapanlarda değil, aynı zamanda sık frekanslarda parça alma-bırakma, montaj gibi çalışanlarda da sıklıkla görülmektedir. Çalışanlarda meydana çıkan rahatsızlıklar, aynı zamanda, üretimdeki verimliliğin düşmesine, iş kazalarının artmasına da yol açmaktadır.

Her bölümde yapılan işlemlerin özellikleri birbirinden farklıdır. Dolayısıyla, her birinin insan vücudu bölümlerindeki zorlanma ve çalışanların ağrı hissetme düzeyleri birbirinden farklı özellikte olması beklenmektedir. Beş farklı bölümde çalışan 413 işçiden alınan veriler ile bölümler arasında KİSR düzeylerinin değişimi analiz edilmiştir.

Çalışanların son bir hafta içinde en az bir kez ağrı hissetme oranları; en fazla;

- **Üretim Bölümü** için, bel (%57,61), ayak (%57,20) ve boyun (%52,67)
- **Kalite Kontrol Bölümü** için, ayak (%71,70), sırt (%64,15) ve boyun (%64,15)
- **Kalıphane** için, bel (%55,32) ve ayak (%51,06)
- **Bakım Bölümü** için, boyun (%55,32) ve sırt (%50)
- **Malzeme Planlama ve Lojistik Bölümü** için, bel (%56,86) ve sırt (%49,02)

elde edilmiştir. En yoğun ağrı hissedilen **bel bölgesi** için ise; Üretim bölümünde %57,61, Kalite bölümünde %62,26 , Kalıphane bölümünde %55,32, Bakım bölümünde %45,00 ve Malzeme Planlama ve Lojistik bölümünde %56,86 gerçekleşmiştir.

Çalışmaya katılan kişi sayısı yüksek olmakla birlikte, anketlerde subjektif yargı nedeniyle kısmi hatalar olabilir. Üretim bölümünde 242, Kalite kontrol, Kalıphane ve Mal. Plan. Ve Lojistik bölümlerinde ~50 iken Bakım bölümünde 20 katılımcı gerçekleşmiştir. Katılım sayısı düşük olan Bakım bölümünde güvenilirlik daha düşük olmasına rağmen üretim bölümü sonuçlarının güvenilirliğinin dolayısıyla genelleştirilebilirliğinin yüksek olduğu belirtilebilir.

Gelecek çalışmalar olarak; önceki başlıkta belirtilen iyileştirme önerilerinden, özellikle REBA risk skorunun yüksek olduğu işlemler için olanlarının uygulamaya alınması, altı aylık dönem içinde çalışmanın tekrarlanması ile rahatsızlıklardaki değişimin araştırılması; ayak ağrılarının tüm bölümlerde yüksek olduğu dikkate alınarak, ağrıların azaltmak amacıyla ayakkabı malzeme ve/veya tasarım çalışmalarının yapılması; fiziksel zorlanmanın yüksek olduğu mobilya, inşaat, maden gibi sektörlerde yüksek katılımlı araştırmaların gerçekleştirilmesi ve sonuçların karşılaştırılması, öğrenmenin etkisi ve ağrı hissi arasındaki ilişkilerin incelenmesi; makine öğrenmesi teknikleri ile öğrenme, ağrı hissi ve KİSR riski değerlendirmelerinin analizi önerilmektedir.

Teşekkür

Böyle kapsamlı bir çalışmanın gerçekleştirilmesine izin veren işletme Genel Md., çalışma boyunca destek veren İnsan Kaynakları Bölümü yöneticileri ve anketlerin dağıtımını, toplanması ve verilerin bilgisayara girişinde katkılarından dolayı Remziye ATAS'a teşekkür ederim.

Çıkar Çatışması

Yazar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

- Akay, D., Dağdeviren, M. ve Kurt, M. (2003). Çalışma duruşlarının ergonomik analizi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 18(3),73-84.
- Alizadeh, R., Shariat, A., Hakakzadeh, A., Selk-Ghaffari, M., Damavandi, P., Honarpishe, R. ve Ingle, L. (2020). A comprehensive screening protocol to identify incidence of lower back pain in military office workers. *Journal of Pain Management*, 13(1), 35-40. Erişim adresi <https://www.proquest.com/scholarly-journals/comprehensive-screening-protocol-identify/docview/2471521599/se-2>
- Akıncı, B , Zenginler, Y , Kara Kaya, B , Kurt, A ve Yeldan, İ . (2018). Beyaz yakalı çalışanlarda işe bağlı boyun, sırt ve omuz bölgelerine ait kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının ve işe devamsızlığa etki eden faktörlerin incelenmesi. *Sakarya Tıp Dergisi* , 8 (4) , 712-719. doi: <https://doi.org/10.31832/smj.454249>
- Apaydın, U., Erol, E., Koçyiğit, M.F. ve Elbasan, B. (2016). Öğretmenlerde bel ağrısı ile ilişkili faktörlerin belirlenmesi, *Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation*, 27(2), 42-47. doi: <https://doi.org/10.21653/tfrd.272968>
- Boz Bayar, S . (2019). Unlu mamül makineleri üreten fabrika çalışanlarında el ağrısı, üst ektremite fonksiyonelliği ve kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1), 1-8 . Erişim adresi : <https://dergipark.org.tr/en/pub/cusbed/issue/45013/372713>
- Chanchai, W., Songkham, W., Ketsomporn, P., Sappakitchanchai, P., Siriwong, W. ve Robson, G.M. (2016). The impact of an ergonomics intervention on psychosocial factors and musculoskeletal symptoms among Thai hospital orderlies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(5), 464. Doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph13050464>
- Cheung, K., Szeto, G., Lai, G.K.B. ve Ching, S.S.Y. (2018). Prevalence of and factors associated with work-related musculoskeletal symptoms in nursing assistants working in nursing homes. *International Journal of Environmental*

Research and Public Health, 15(2), 265. Doi :
<https://doi.org/10.3390/ijerph15020265>

Cornell University Ergonomics. Erişim adresi:
<http://ergo.human.cornell.edu/ahmsquest.html>.

Coskun Beyan, A., Dilek, B. ve Demiral Y. (2020). The effects of multifaceted ergonomic interventions on musculoskeletal complaints in intensive care units. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17 (10), 1-16. (2020), Doi : <https://doi.org/10.3390/ijerph17103719>

Ekin, E., Özçelik, M.Ö. ve Avşar Özcan, N. (2021). Bir kamu kurumundaki ofis çalışanlarının ergonomik riskler açısından değerlendirilmesi. *Journal of Turkish Operations Management*, (5)2, 792-805. Erişim adresi :
<https://dergipark.org.tr/en/download/articlefile/1591576>

Esen, H. ve Fırlalı, N. (2013). Çalışma duruşu analiz yöntemleri ve çalışma duruşunun kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına etkileri. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 17(1), 41-51. Erişim adresi :
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/192676>

Eyi, İ. ve Büyükakıncı, B. Y. (2022). Musculoskeletal disorders of hand in healthcare workers: A cross-sectional study. *Ergonomi*, 5 (3), 144-152. Doi :
<https://doi.org/10.33439/ergonomi.1150940>

Gönen, D., Oral, A., Ocaktan, M., Karaoğlan, A.D., ve Cicibaş, A. (2017). Bir transformatör işletmesinde montaj ünitesinin ergonomik analizi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(5), 1067-1080. Erişim adresi:
<http://www.saujs.sakarya.edu.tr/en/download/article-file/340731>

Hedge, A., Morimoto, S. ve Mccrobie, D. (1999). Effects of keyboard tray geometry on upper body posture and comfort. *Ergonomics*, 42 (10), 1333-1349. doi : <https://doi.org/10.1080/001401399184983>

Hong, X., Lee, Y.C. ve Zhou, S. (2022). Musculoskeletal symptoms and associated factors among manual porcelain workers at different workstations: a cross-sectional study. *Int Arch Occup Environ Health*. 95, 1845–1857. Doi :
<https://doi.org/10.1007/s00420-022-01879-z>

İde, D. ve Gündüz, T. (2021). Koronavirüs kapanma (kısıtlama) döneminde üniversite öğrencilerinin yorgunluk düzeyi ve kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları arasındaki ilişkinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Ergonomi*, 4 (2), 107-118. Doi: <https://doi.org/10.33439/ergonomi.935728>

Kahya, E. (2020). Bir metal sanayi işletmesinde fiziksel zorlanmaların kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına etkisi. *Endüstri Mühendisliği*, 31(2), 148-158. Doi :
<https://doi.org/10.46465/endustrimuhendisligi.709339>

Kahya, E. ve Erkaplan, F. (2022). Büyük ölçekli bir üretim işletmesinin ofislerinde rosa ve cornell yöntemleri ile ergonomik risk değerlendirmesi . *Endüstri*

Mühendisliği , 33 (3) , 469-483 . doi: <https://doi.org/10.46465/endustrimuhendisligi.1161272>

Kurt, S. , İbiş, S. , Aktuğ, Z. B. ve Aka, H. (2021). Üniversite öğrencilerinin kas iskelet sistemi rahatsızlıkları ile fiziksel aktivite düzeyi ve internet bağımlılığı arasındaki ilişkinin incelenmesi . *Uluslararası Güncel Eğitim Araştırmaları Dergisi* , 7 (2) , 709-721 . Erişim adresi : <https://dergipark.org.tr/en/pub/intjces/issue/67938/996810>

Küçük, F , Düzenli Öztürk, S , Şenol, H. ve Özkeskin, M. (2018). Ofis Çalışanlarında Çalışma Postürü, Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları, Bel Ağrısına Bağlı Özürüllük Düzeyi ve Sağlıkla İlgili Yaşam Kalitesinin İncelenmesi. *Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi* , 6 (2) , 135-144 . doi: <https://doi.org/10.30720/ered.463658>.

Özel, E. ve Çetlik, O. (2010). Mesleki görevlerin ergonomik analizinde kullanılan araçlar ve bir uygulama örneği. *Dumlupınar üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22, 41-56. Erişim adresi : <https://dergipark.org.tr/en/pub/dpufbed/issue/36008/405251>

Özkan, N.F. ve Kahya, E. (2016). Assessing ergonomic risks in an university's administrative offices. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(1), 149-158.

Özmehmet Taşan, S ve Felekoğlu, B . (2019). Otomotiv sektöründe bütünlüştük ergonomik risk değerlendirme uygulaması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* , 21 (1) , 378-396 . doi: <https://doi.org/10.25092/baunfbed.548546>

Rathore, B., Pundir, A. ve Iqbal, R. (2020). Ergonomic Risk Factors in Glass Artware Industries and Prevalence of Musculoskeletal Disorder. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 80, 103043. doi: <https://doi.org/oi:10.1016/j.ergon.2020.103043> .

Singh, A. (2017). Musculoskeletal discomfort among grinders working in manufacturing industry. *Journal of Industrial Safety Engineering*, 4(1), 10-14. doi : <https://doi.org/10.3759/joise.v4i1.1925>

Singh, H. ve Singh, L. P. (2019). Musculoskeletal disorders among insurance office employees: A case study. *Work*, 64(1). 153-160. Doi : <https://doi.org/10.3233/WOR-192978>

Ülgüdür, C. ve Dedeli Caydam, O. (2020). Sağlık profesyonellerinde ergonomi ve kas iskelet sistemi sorunlarının değerlendirilmesi . *Izmir Democracy University Health Sciences Journal*, 3(1) , 8-37 . Erişim adresi : <https://dergipark.org.tr/en/pub/iduhes/issue/54656/745833>

Wang, J., Cui, Y., He, L., Xu, X., Yuan, Z., Jin, X. ve Li, Z. (2017). Work-related musculoskeletal disorders and risk factors among Chinese medical staff of

obstetrics and gynecology. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(6), 562. Doi : <https://doi.org/10.3390/ijerph14060562>

Yamane, T. (1973). *Statistics: An Introductory Analysis*. London: John Weather Hill, Inc.

Yusof, A. ve Shalahim, N. S. M. (2020). Investigation of ergonomic risk factors among male workers in a medical manufacturing company in Northern Malaysia. *Malaysian Journal of Public Health Medicine*, 20(Special1), 167-175. Doi : <https://doi.org/10.37268/mjphm/vol.20/no.Special1/art.697>