



OTO YIKAMA İSTASYONLARINDAKİ ÇALIŞMA DURUŞLARININ REBA VE JSI YÖNTEMİ İLE ERGONOMİK ANALİZİ

Caner ÇİL^{1*}, Hatice ESEN¹

¹ Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye

Anahtar Kelimeler	Öz
<i>Çalışma Duruşu Analizi, Ergonomi, JSI, REBA, Oto Yıkama.</i>	İnsanların faaliyet gösterdiği alanlardaki uygunsuz çalışma duruşları uzun vadede kas- iskelet sistemi rahatsızlıklarına (KİSR) sebep olmaktadır. Uygun olmayan çalışma durumlarının analizi için ergonomik risk değerlendirme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler ile elde edilen çalışma duruşuna ait risk skorları değerlendirilerek gerekli iyileştirilmelerin planlaması yapılabilmektedir. Bu çalışmada, bir akaryakıt istasyonunun oto yıkama ünitesinde gerçekleşen çalışma duruşlarının ergonomik risk düzeyleri REBA (Rapid Entire Body Analysis) ve JSI (Job Strain Index) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Oto yıkama işlemi köpükleme, fırçalama ve yıkama olmak üzere 3 bölüme ayrılmıştır. Elde edilen sonuçlarda köpükleme işlemi için REBA skoru 2; JSI skoru 0,5, fırçalama için REBA skoru 9; JSI skoru 12 ve yıkama işlemi için REBA skoru 9; JSI skoru 12 olarak bulunmuştur. Yıkama ve fırçalama işlemleri için ergonomik iyileştirmenin gerekmesinden dolayı iyileştirme önerilmiştir. Yapılacak iyileştirme ile birlikte ergonomik risk düzeyi kabul edilebilir seviyeye getirilmesi ve oluşabilecek kas-iskelet sistemi hastalıklarının önüne geçilmesi hedeflenmiştir.

ERGONOMIC ANALYSIS OF WORKING POSTURES IN CAR WASH STATIONS WITH REBA AND JSI METHODS

Keywords	Abstract
<i>Working Posture Analysis, Ergonomics, JSI, REBA, Car Wash.</i>	Inappropriate working postures in areas where people operate cause losses for employees by causing musculoskeletal disorders (MSDs) in the long term. Ergonomic risk assessment methods are used for the analysis of inappropriate working situations. The risk scores of working postures obtained with these methods can be evaluated and necessary improvements can be planned. In this study, ergonomic risk levels of working postures in a gas station car wash unit were determined using REBA (Rapid Entire Body Analysis) and JSI (Job Strain Index) methods. The car wash process was divided into 3 parts as foaming, brushing and washing. In the obtained results, REBA score was found as 2 for foaming process; JSI score as 0.5, REBA score as 9 for brushing; JSI score as 12 and REBA score as 9 for washing process; JSI score as 12. Improvement was suggested due to the need for ergonomic improvement for washing and brushing processes. The aim of the improvement is to bring the ergonomic risk level to an acceptable level and to prevent possible musculoskeletal diseases.

Alıntı / Cite

Çil, C., Esen, H., (2025). Oto Yıkama İstasyonlarındaki Çalışma Duruşlarının REBA ve JSI Yöntemi ile Ergonomik Analizi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 13(2), 382-396.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

C. Çil, 0000-0003-4929-2297
H. Esen, 0000-0003-3641-4611

Makale Süreci / Article Process

Başvuru Tarihi / Submission Date	01.10.2024
Revizyon Tarihi / Revision Date	14.01.2025
Kabul Tarihi / Accepted Date	20.01.2025
Yayın Tarihi / Published Date	27.06.2025

* İlgili yazar / Corresponding author: canercil.fb@gmail.com, +90-531-702-9669

ERGONOMIC ANALYSIS OF WORKING POSTURES IN CAR WASH STATIONS WITH REBA AND JSI METHODS

Caner ÇİL^{1†}, Hatice ESEN¹

¹ Kocaeli University, Institute of Science, Department of Industrial Engineering, Kocaeli, Türkiye

Highlights

- In this study, the ergonomic risk levels of working postures in the car wash unit of a gas station were determined using the REBA and JSI methods.
 - The car wash process is divided into three parts: foaming, brushing and washing.
 - The results obtained were as follows: REBA score for foaming process was 2; JSI score was 0.5, REBA score for brushing was 9; JSI score was 12 and REBA score for washing process was 9; JSI score was 12.
 - Since ergonomic improvement is required for the washing and brushing process, improvements have been suggested to reduce bending and twisting that occur during washing and to reduce lifting the load on the shoulder.
-

Purpose and Scope

This study aimed to conduct an ergonomic risk analysis of the posture disorders that occur during foaming, brushing and washing operations of employees working in car wash units at a gas station.

Design/methodology/approach

Ergonomic risk levels of working postures were determined using REBA (Rapid Entire Body Analysis) and JSI (Job Strain Index) methods. The car wash process is divided into 3 parts: foaming, brushing and washing. The posture positions of the employees were analyzed with free software.

Findings

The results obtained were as follows: REBA score for foaming process was 2; JSI score was 0.5, REBA score for brushing was 9; JSI score was 12 and REBA score for washing process was 9; JSI score was 12. Since ergonomic improvement is required for the washing and brushing process, improvements have been suggested to reduce bending and twisting that occur during washing and to reduce lifting the load on the shoulder.

Originality

This study is important because it explains the postures of employees in car wash units at gas stations by using the REBA and JSI methods in an integrated manner.

[†] Corresponding author: canercil.fb@gmail.com, +90-531-702-9669

1. Giriş (Introduction)

Gelişen teknoloji ile birlikte sanayi alanında insan gücüne olan talep azalmış olmasına karşın bazı sektörlerde halen daha insan gücüne dayalı bir çalışma bulunmaktadır. İnsan gücüne yoğun olarak ihtiyaç duyan iş yerlerinde, çalışma duruşlarının uygun olmaması kas- iskelet sistemi üzerinde hastalıklar meydana getirmektedir. Kullanılan fiziksel yük miktarı arttıkça çalışanlarda oluşabilecek kas- iskelet sistemi hastalıkları (KISR) da artmaktadır (Kahya vd., 2019). İş istasyonlarının ergonomik açıdan uygun hale getirilmemesi, yetersiz aydınlatma, nem, yüksek sıcaklık, gürültü, iş sağlığı bakımından yetersiz ortamlar çalışanlar üzerinde fiziksel ve psikolojik rahatsızlıklara neden olabilmektedir.

İnsanların verimlilikleri fiziksel ve psikolojik etmenlerden etkilendiği gibi ergonomik faktörlerden de etkilenmektedir. Bu nedenle çalışma duruşlarının ve sistemlerinin ergonomik risk analizlerine göre değerlendirilmesi gerekmektedir. Ergonomi, insanın, anatomik, fizyolojik, psikolojik vb. özelliklerine göre çalışma ortamlarında insan- makine- ortam uyumunun oluşmasını sağlayan disiplinler arası bir yöntemdir. Ergonominin nihai amacı, çalışanların sağlığını koruyarak yapılan işin verimini arttırmaktır (Sabancı, 2015). Yapılan araştırmalara göre çalışanların yaklaşık %34'ü, kaldırma, indirme, taşıma, tutma vb. faaliyetlerden dolayı bel rahatsızlıkları çekmektedir (Akay, 2009).

Kas iskelet sistemi hastalıklarının etiyolojisinde genel olarak çalışma ortamında sıklıkla karşılaşılan tekrarlayıcı hareketlerin art arda yapılması, vücudun uygun olmayan pozisyonlarda uzun süre kalması ve vibrasyon maruziyeti ile ortaya çıkan birikimli travmaların etkisi söz konusudur (Bilir, 2011). Literatür incelendiğinde çalışanların ergonomik duruşlarının incelendiği birçok yöntem bulunmaktadır. İşyerlerindeki çalışma ortamlarında ergonomik risk değerlendirme yöntemleri kullanılarak elde edilen analizlere göre iyileştirmeler yapılmalıdır. OWAS (Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi), NEPRA (Yeni Ergonomik Duruş Değerlendirme Yöntemi), QEC (Hızlı Risk Değerlendirme) vb. risk değerlendirme faktörlerinden bazılarıdır. Bu yöntemlerden birisi de REBA (Rapid Entire Body Assessment – Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi)'dir. REBA ile hem dinamik hareketler hem de statik duruşların, çalışanların tüm vücudu üzerinde oluşturacağı yük binişleri analiz edilmektedir.

Bu çalışmada, bir akaryakıt istasyonundaki oto yıkama ünitelerinde görevli çalışanların çalışma duruşları REBA ve JSI (Job Strain Index – İş Zorlanma Endeksi) yöntemleri ile analiz edilmiştir. REBA herhangi bir çalışma duruşu sırasında çalışanın tüm vücudunun değerlendirilmesini sağladığından dolayı ve JSI ise üst uzuvları değerlendirme yöntemi olduğundan dolayı kullanılmıştır. Kullanılan ekipmanların ve duruşların farklı olmasından dolayı oto yıkama işlemi köpükleme, fırçalama ve yıkama olmak üzere üç bölüme ayrılmıştır.

2. Kaynak Araştırması (Literature Survey)

Literatür incelendiğinde hem ulusal hem de uluslararası alanda REBA ve JSI yöntemlerinin kullanıldığı birçok çalışma bulunmaktadır. Kocabaş (2009), metal eşya sektöründe çalışanların duruşlarını OWAS ve REBA yöntemleriyle incelemiştir. Paulsen (2013), bir peynir üretim tesisinde ergonomik risk analizi için OCRA-JSI yöntemlerini kullanmıştır. Ansari vd., (2014), Hindistan'da 15 işçi üzerinde REBA ve RULA yöntemlerini kullanmışlardır. Elde edilen RULA sonuçlarında çalışanların çoğunluğunun yüksek risk seviyeleri altında olduğu ve acil değişiklik gerektiği belirlenirken REBA sonuçlarında çalışanların çoğunluğunun yüksek risk seviyesinde duruş pozisyonunda çalıştığını görmüşlerdir. Meyers vd., (2014), bir imalat sektöründe JSI yöntemini kullanarak çalışanlar üzerinde ergonomik risk analizleri gerçekleştirmişlerdir. Sağiroğlu vd., (2015), yaptıkları çalışmada seçtikleri bir kompresör fabrikasında 10 adet iş istasyonunda çalışanların duruş analizlerini REBA yöntemini kullanarak incelemişlerdir. Ünver ve Kaya (2015), Trabzon'da orman fidanlığında çalışan 70 kadın işçinin çalışma duruşlarını REBA yöntemiyle analiz ederek REBA skoru elde etmişlerdir. REBA skoru 7 olarak bulunmuş ve çalışanların orta düzeyde risk altında oldukları görülmüştür. Polat vd., (2017), Denizli'deki bir mobilya işletmesinde REBA yöntemini kullanarak çalışanların duruşlarını analiz etmişler ve önerilerde bulunmuşlardır. Deros vd., (2017), elle malzeme taşıma gerçekleştiren çalışanların tekrarlı taşıma, itme, çekme vb. faaliyetlerindeki duruşları ile ilgili toplam 11 kişi üzerinde REBA ile ergonomik risk değerlendirmesi yapmışlardır. REBA skorunu 9 olarak hesaplamışlar ve çözüm önerileri sunmuşlardır. Ulutaş vd., (2017), kablo imalatı yapılan bir işletmede 2 iş istasyonunda REBA yöntemini uygulamışlardır. Aygün vd., (2018), mandalina hasadında çalışanların fiziksel yüklenmelerini REBA ve RULA yöntemlerini kullanarak 30 çalışan üzerinde analiz etmişlerdir. Yadi vd., (2018), kimya endüstrisinde REBA ve RULA yöntemlerini kullanarak ergonomik risk değerlendirme çalışması yapmışlardır. CATIA yazılımını kullanarak benzetim çalışmaları yapmışlar ve önerilerde bulunmuşlardır. Özay ve Doğanbatır (2018), bir süpermarketin kasap, depo ve manav reyonlarında ve temizlik işlerinde çalışanların çalışma duruşlarını REBA yöntemiyle analiz etmişlerdir. Ayrıca el ile yük kaldırma işleri için de NIOSH yöntemini kullanmışlardır. Restuputri vd., (2020), OCRA ve JSI yöntemleri kullanılarak operatörlerin vücut duruşlarının ergonomik analizi yapılmıştır. Buna göre OCRA değerleri sağ el için 3,35 ve sol el için 1,13 olarak bulunmuştur. JSI değerleri ise sağ el için 9 ve sol el için 4,5 olarak hesaplanmıştır. Widodo vd., (2020), REBA ve JSI yöntemleri

kullanılarak mevcut çalışanların ergonomik duruşlarının analizi yapılmıştır. Sonuçlarda REBA skorunun 11 ve JSI skorunun 39 olduğu görülmüştür.

Bundan dolayı yeni bir tasarım önerilmiş ve bu tasarım sonucunda REBA skorunun 7 ve JSI skorunun ise 6,8'de düştüğü hesaplanmıştır. Kee (2021), granit ve mermer ünitelerinde çalışan işçiler üzerinde REBA yöntemi ile ergonomik risk değerlendirmesi yapmıştır. Ayvaz vd., (2023), hemşirelerin çalışma duruşlarını REBA ve RULA yöntemleri ile analiz etmişlerdir. Araştırma sonuçlarında hemşirelerin çalıştıkları bölümlerdeki risklerin genel olarak orta seviye risk olduğunu belirlenmiştir. Kibria, (2023), inşaat işçilerinin çalışma duruşları REBA ve RULA yöntemleri kullanılarak ergonomik olarak analiz edilmiştir. Sonuçlar, giriş ve kolon dökümü ve duvar işçilerinin iş sırasında uygun çalışma duruşlarını sürdürmemeleri nedeniyle yüksek yaralanma riski altında olduğunu ortaya koyulmuştur. Muhacir vd., (2023), bir tekstil işletmesindeki bakım onarım bölümünde çalışan operatörlerde oluşan kas- iskelet sistemi bozuklukları REBA- RULA ile analiz edilmiştir. Sonuçlarda acil müdahale gerektiren sıkıştırma, frezeleme ve tornalama işlemleri için iyileştirme önerileri olarak mekanik parçaların risk seviyelerini en aza indirecek şekilde yerinde uygulanmasına karar verilmiştir. Kodle vd., (2023), Hindistan'daki madencilik sektöründe çalışanların kas- iskelet sistemleri üzerinde maruz kaldığı baskıların REBA yöntemi ile ergonomik risk analizini yapmışlardır. Araştırma sonuçlarında yeni bir ergonomik iş istasyonu önerilmiştir. Kurniaty'nin çalışmasında (2024), MOST (Maynard Operation Sequence Technique) ve REBA yöntemleri kullanılarak operatörlerin ergonomisi ve iş verimliliği analiz edilmiştir. REBA sonuçlarında mevcut çalışma koşullarının ve duruşların optimum standartları sağlamadığı görülmüştür. MOST sonuçlarında ise tüm operasyonların tamamlanması gereken sürenin yaklaşık 0,0702 dakika olduğu hesaplanmıştır. Pundhir vd., (2024), Hindistan'daki tarım sektöründeki çalışanlarda ergonomik risk analiz yöntemlerinden REBA ve RULA yöntemlerini kullanarak çalışanların duruşlarını analiz etmişlerdir. Sonuç olarak RULA ve REBA puanlarının arazi hazırlama, dikim, ot ayıklama, sulama ve hasat faaliyetlerinde yüksek olduğu görülmüştür. Bera vd., (2024), kuyumcular üzerinde RULA ve REBA yöntemlerini kullanarak ergonomik risk analizi yapmışlardır.

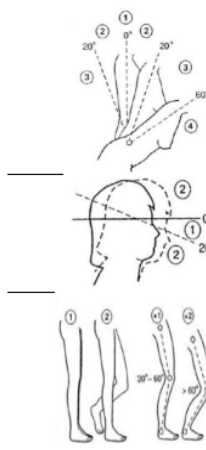
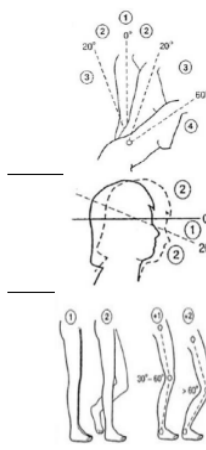
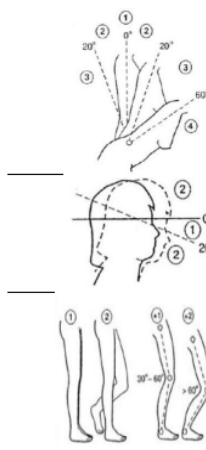
Literatürde oto yıkama istasyonlarında REBA ve JSI yöntemlerinin bütünlük olarak kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışma ile literatürdeki bu açığın kapatılması hedeflenmiştir.

3. Materyal ve Yöntem (Material and Method)

Bu çalışmanın materyali bir akaryakıt istasyonundaki oto yıkama ünitesinde görevli çalışanların görsel olarak kayıt altına alınan vücut duruş pozisyonlarından oluşmaktadır.

3.1. REBA Yöntemi (REBA Method)

REBA yöntemi çalışanların hem dinamik hem de statik hareketlerini analiz edebilmektedir. Böylece çalışanın kas-iskelet sistemini zorlayan noktaları tespit ederek ergonomik iyileştirmeler önerilmesini hedeflemektedir. REBA yönteminde çalışma duruşu sırasında boyunda, gövdede, bacakta, üst kolları, alt kolları ve bileklerde ortaya çıkan bükülme, esneme ve bu çalışma sırasında çalışanın maruz kaldığı yüklere göre 1- 15 arasında bir skor belirlenmektedir. REBA skoru belirlenirken vücut A ve B olarak iki gruba ayrılmaktadır. A grubunu gövde, boyun ve bacak oluştururken B grubunu ise üst kol, alt kol ve bilek oluşturmaktadır. REBA yönteminde ilk olarak gövde, boyun ve bacak duruşları analiz edilerek A skoru belirlenir. Eğer duruş sırasında uygulanan bir yük var ise bu yük A skoruna eklenir. Şekil 1'de A grubu puanlaması yer almaktadır (Kara vd., 2014). Tablo 1'de A grubu vücut bölümleri puanlaması yer alırken Tablo 2'de ise yük/ kuvvet puanlaması bulunmaktadır (Stanton vd., 2005).

	Gövde	Hareket	Skor	Skor değişimi
		Dik duruş	1	
		0° - 20° bükülme	2	Eğer bükme ya da yana doğru dönme hareketi de varsa skora +1 ekle
		20° - 60° bükülme	3	
		>20° uzanma	4	
		>60° bükülme	4	
	Boyun	Hareket	Skor	Skor değişimi
		0° - 20° bükülme	1	Eğer bükme ya da yana doğru dönme hareketi de varsa skora +1 ekle
		> 20° bükülme ve uzanma	2	
	Bacak	Hareket	Skor	Skor değişimi
		Ağır iki bacak üstünde, yürüme ya da oturma durumunda	1	Eğer dizlerde 30°-60° arası bükülme varsa skora +1
		Ağır tek bacak üstünde, dengesiz durumda	2	Eğer >60° bükülme varsa skora +2 ekle (ayakta durma durumunda)

Şekil 1. REBA yönteminde A grubu puanlaması (Group A scoring in REBA method)

Tablo 1. REBA Yönteminde A grubu vücut bölümleri puanlaması (Group A body parts scoring in REBA method)

BACAKLAR	BOYUN											
	1				2				3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
GÖVDE												
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

Tablo 2. REBA yönteminde A grubu için yük/kuvvet puanlaması (Load/strength scoring for group A in REBA method)

	1	2	3
<5kg	5-10 kg	>10 kg	Ani ve hızla artan güç kullanımı gerektiğinde

Daha sonra üst kol, alt kol ve bilek duruşları analiz edilerek B skoru belirlenir. Eğer bu duruş esnasında bir kavrama var ise bu da B skoruna eklenir. Şekil 2’de B grubu puanlaması yer almaktadır (Kara vd., 2014). Tablo 3’te B grubu vücut bölümleri puanlaması yer alırken Tablo 4’te ise yük kavrama puanlaması bulunmaktadır (Stanton vd., 2005).

Üst kol	
Hareket	Skor
20° kadar olan uzanma veya bükülme	1
>20° uzanma	2
20° - 45° arası bükülme	3
45° - 90° bükülme	4
>90° bükülme	4
Skor değişimi	
Eğer bükme ya da yana doğru dönme hareketi de varsa skora +1 ekle	
Omuz yükseltilmiş durumdaysa +1	
Eğer hareket yer çekimi desteği ile yapılıyorsa: -1	
Alt kol	
Hareket	Skor
60°-100° bükülme	1
< 60° bükülme veya > 100° bükülme	2
Bilek	
Hareket	Skor
0° - 15° arası uzama veya bükülme	1
> 15° bükülme veya uzama	2
Skor değişimi	
Bilek dönmüş durumdaysa: +1	

Şekil 2. REBA yönteminde B grubu puanlaması (Group B scoring in REBA method)**Tablo 3.** REBA yönteminde B grubu vücut bölümleri puanlaması (Group B body parts scoring in REBA method)

BİLEK	ALT KOL					
	1			2		
	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

Tablo 4. REBA yönteminde B grubu için yük/kuvvet puanlaması (Load/strength scoring for group B in REBA method)

0 (İYİ)	1 (ORTA)	2 (ZAYIF)	3 (KABUL EDİLEMEZ)
Elle iyi kavrama ve orta vade güçlü kavrama	Elle kavrama kabul edilebilir, ancak ideal değil ya da kavrama vücudun başka bir bölümüyle kabul edilebilir	Mümkün olmasına rağmen elle kavrama kabul edilemez	Elle kavrama uygunsuz ve güvensiz, tutacak yok ya da kavrama vücudun diğer bölümlerinin kullanılmasıyla kabul edilemez

Elde edilen A ve B skorları ile C skoru hesaplanmaktadır. C skoruna faaliyet skoru da eklenerek REBA skoru elde edilmektedir. Tablo 5’de faaliyet puanlaması yer almaktadır (Kara vd., 2014). Tablo 6’da C grubu puanlaması yer alırken Tablo 7’de REBA risk dereceleri bulunmaktadır (Stanton vd., 2005). Şekil 3’te REBA puanlama şablonu verilmiştir bulunmaktadır (Kara vd., 2014).

Tablo 5. REBA yönteminde faaliyet puanlaması (Activity scoring in REBA method)

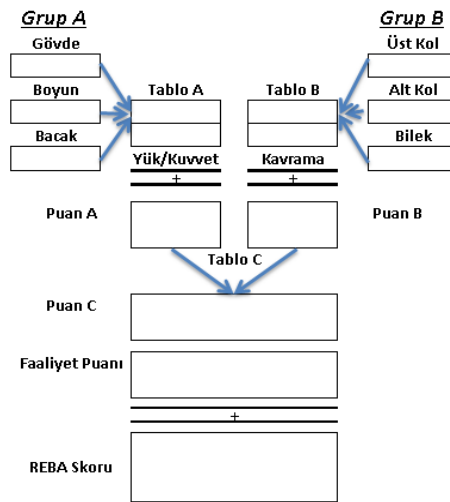
SKOR	TANIM
+1	Bir ya da daha fazla vücut bölümü statikse, örneğin 1 dakikadan daha uzun süre tutma
+1	Tekrarlanan kısa aralıklı eylemler varsa, örneğin dakikada 4 kereden fazla tekrarlama (yürüme hariç)
+1	Eylem, duruşta hızlı büyük değişikliklere neden oluyorsa ya da dengesiz duruş

Tablo 6. REBA yönteminde C grubu puanlaması (Group C scoring in REBA method)

TABLO C													
		B SKORU											
A SKORU		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

Tablo 7. REBA yönteminde risk düzeyleri (Risk levels in REBA method)

DERECE	REBA SKORU	RİSK SEVİYESİ	ÖNLEM DÜZEYİ
0	1	İhmal edilebilir	Gerekli değil
1	2-3	Düşük	Gerekli olabilir
2	4-7	Orta	Gerekli
3	8-10	Yüksek	Kısa zaman için gerekli
4	11-15	Çok yüksek	Hemen gerekli



Şekil 3. REBA yöntemi puanlama şeması (REBA method scoring scheme)

3.2. İş Zorlanma İndeksi (Job Strain Index)

Çalışanlar üzerinde DUE (Distal Üst Estremite) bozuklukları ortaya çıkma ihtimalinin olup olmadığını tahmin etmek için kas- iskelet maruz kalma durumlarını değerlendirmede kullanılan yöntemlerden birisi SI yöntemi (Stevens vd., 2004). Bu yöntem çalışanların duruş pozisyonlarını, hareket frekanslarını değerlendirirken el, bilek ve dirsek duruşlarını göz önüne almakta fakat titreşim ve yük faktörlerini göz ardı etmektedir (Moore ve Garg, 1995). JSI yöntemi eforun şiddeti, eforun süresi, dakika başına çaba, el- bilek duruşu, işin hızı ve görevin günlük süresi değişkenlerinin ölçümlerini gerektirir. Bu değişkenlerin hesaplanması ile elde edilen çarpanlar sonucunda SI skoru hesaplanır. SI skoru ilk olarak 5 ve 5'ten büyük işler tehlikeli, 5'ten küçük işler güvenli olarak yorumlanmıştır. Alternatif olarak ise 3'ten küçük işler güvenli, 3-7 arası muhtemel güvensiz ve incelenmeli, 7'den büyük olan işler ise tehlikeli olarak yorumlanmaktadır (Moore ve Garg, 1995). Moore ve Garg (1995), tarafından ortaya çıkartılan JSI yönteminin hesaplanması için gerekli olan değişkenlere karşılık gelen değerler Tablo 8 ve Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 8. SI değerleri (SI values)

DERECE	1	2	3	4	5
Efor Şiddeti	Hafif	Biraz zor	Zor	Çok zor	Maksimuma yakın
Efor Süresi	<10	10-29	30-49	50-79	≥80
Dakika Başına Çaba	<4	4-8	9-14	15-19	≥20
El/Bilek Duruşu	Çok iyi	İyi	Uygun	Kötü	Çok kötü
İşin Hızı	Çok yavaş	Yavaş	Uygun	Hızlı	Çok hızlı
Görevin Günlük Süresi	<1	1-2	2-4	4-8	>8

Tablo 9. SI çarpanları (SI factors)

DERECE	1	2	3	4	5
Efor Şiddeti	1	3	6	9	13
Efor Süresi	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
Dakika Başına Çaba	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
El/Bilek Duruşu	1,0	1,0	1,5	2,0	3,0
İşin Hızı	1,0	1,0	1,0	1,5	2,0
Görevin Günlük Süresi	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5

4. Deneysel Sonuçlar (Experimental Results)

Bu çalışmada, bir akaryakıt istasyonundaki oto yıkama ünitelerinde görevli çalışanların çalışma duruşları REBA ve JSI yöntemi ile analiz edilmiştir. REBA herhangi bir çalışma duruşu sırasında çalışanın tüm vücudunun, JSI ise üst uzuvların değerlendirmesini sağladığından dolayı kullanılmıştır. Kullanılan ekipmanların ve duruşların farklı olmasından ötürü oto yıkama işlemi köpükleme, fırçalama ve yıkama olmak üzere üç bölüme ayrılmıştır. Bu üç bölüm için de ayrı ayrı REBA ve JSI skorları elde edilmiştir. Oto yıkama işlemi için ekipman olarak fırça, su tabancası ve köpük kullanılmıştır. Çalışan erkek olup 40-45 yaş aralığına sahiptir ve sektörde deneyim sahibidir. Elde edilen analizlerde skorların yüksek çıktığı bölümler ile ilgili iyileştirme önerileri verilmiştir.

4.1. Köpükleme İçin REBA ve JSI Analizi (REBA and JSI Analysis for Foaming)

Köpükleme işleminde çalışan, köpük tabancasını kullanarak araçlara köpük püskürtmektedir. Bu işlemi dik bir şekilde, bacaklarını bükmeden veya eğilmeden yalnızca araç etrafında dönerek gerçekleştirmektedir. Şekil 4'te ve Şekil 5'te çalışanın köpükleme işlemi görselleri yer almaktadır.

Köpükleme işlemi için REBA analizinde ilk olarak 1 numaralı köpükleme görseline ait A skoru hesaplanmıştır. A grubu gövde, boyun ve bacaklardan oluşmaktadır. Köpükleme işleminde çalışan dik pozisyonda olduğundan dolayı gövde puanı "1", boyun puanı 0°- 20° arasında bükülme olduğundan dolayı "2" ve ağırlık iki bacak üzerinde olup dizlerde 30°- 60° arasında bükülme olduğundan dolayı bacak puanı "2" alınmıştır. Yük/ kuvvet puanı ise köpükleme tabancasının 5 kg'dan daha düşük olduğu için "0" olarak kabul edilmiştir. Böylece A skoru "2" olarak bulunmuştur.

B grubu ise üst kol, alt kol ve bileklerden oluşmaktadır. Köpükleme işleminde çalışanın üst kolu 20°'den fazla bir açıya sahip olduğundan dolayı "2", alt kolu 60°-100° arasında bükülmeye sahip olduğundan dolayı "1" ve bilekleri ise 0°-15° arasında bir uzamaya sahip olduğundan dolayı "1" olarak alınmıştır. Kavrama puanı ise elle olan

kavramanın iyi ve uzun vadede güçlü olmasından dolayı “0” olarak kabul edilmiştir. Böylece B skoru “1” olarak bulunmuştur.

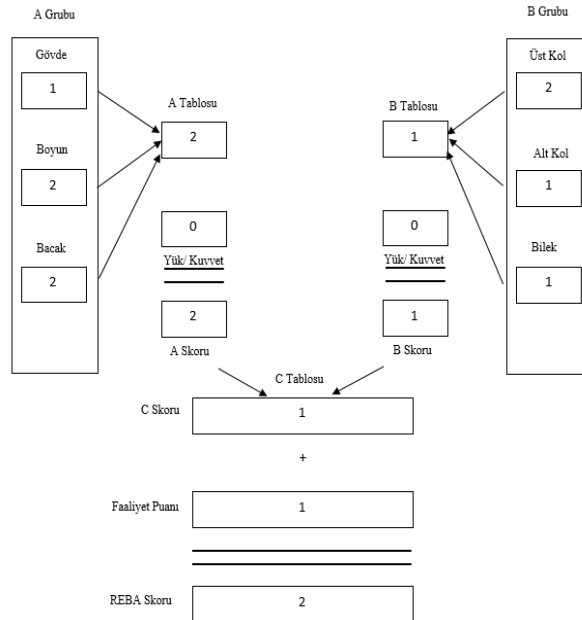


Şekil 4. 1 numaralı köpükleme işlemine ait çalışma duruşu (Working posture of foaming process No. 1)



Şekil 5. 2 numaralı köpükleme işlemine ait çalışma duruşu (Working posture of foaming process No. 2)

Elde edilen A ve B skorları ile C skoru hesaplanmış ve “1” olarak bulunmuştur. C skoruna eklenmek üzere faaliyet puanı “1” olarak değerlendirilmiş ve sonuçta köpükleme işlemi için REBA skoru “2” olarak hesaplanmıştır. Bu REBA skoru, risk düzeylerine göre değerlendirildiğinde risk seviyesinin “düşük” ve önlem olarak “gerekli olabilir” olduğu görülmüştür. Risk seviyesinin düşük olmasından dolayı köpükleme işlemi için bir iyileştirme çalışması önerilmemiştir. Şekil 6’da köpükleme işlemine ilişkin REBA şablonu yer almaktadır.



Şekil 6. Köpükleme işlemi için REBA analizi (REBA analysis for foaming process)

Köpükleme işlemi için yapılan JSI analizine göre çalışanlar 8 saat boyunca iş yerinde bulunmaktadır. Buna göre köpükleme işlemi için el, bilek ve dirsek pozisyonları JSI yöntemi ile değerlendirilmiş ve sonuçta SI skoru 0,50 olarak bulunmuştur. Bu skor pozisyonların güvenli olduğunu göstermektedir. Köpükleme işlemine ilişkin JSI sonuçları Tablo 10'da verilmiştir. 2 numaralı köpükleme işlemine ait görselde REBA ve JSI skoru değişmediğinden dolayı ayrı olarak hesaplanmamıştır.

Tablo 10. Köpükleme işlemi JSI sonuçları (Foaming process JSI results)

	MARUZ KALMA DEĞERLERİ	DERECE	ÇARPAN	SI SKORU
Efor Şiddeti	Hafif	1	1,0	0,5
Efor Süresi	%25	2	1,0	
Dakika Başına Çaba	<4	1	0,5	
El/ Bilek Duruşu	Çok İyi	1	1,0	
İşin Hızı	Uygun	3	1,0	
Görevin Günlük Süresi	6	4	1,0	

4.2. Fırçalama İçin REBA ve JSI Analizi (REBA and JSI Analysis for Brushing)

Fırçalama işleminde materyal olarak fırça kullanılmaktadır. Ayrıca araçların çamurluklarının, kapılarının, ön ve arka tamponlarının vb. fırçalanması için eğilme, aracın tavanını fırçalamak için de materyali omuz üzerinde tutma duruşları yapılmaktadır. Fırçalama işlemine ilişkin duruşlar Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Fırçalama işlemine ait çalışma duruşu (Working posture for brushing)

Fırçalama işleminde de ilk olarak A grubu hesaplanmıştır. Fırçalama işleminde çalışan 20°-60° arası bükülme ve dönme hareketi olduğundan dolayı gövde puanı "4", boyun puanı 20° 'den fazla bükülme ile dönme hareketi olduğundan dolayı "3" ve ağırlık iki bacak üzerinde olduğundan dolayı bacak puanı "1" alınmıştır. Yük/ kuvvet puanı ise fırça 5 kg'dan daha düşük olduğu için "0" olarak kabul edilmiştir. Böylece A skoru "6" olarak bulunmuştur.

B grubuna ilişkin fırçalama işleminde çalışanın üst kolu 45°-90° arasında bükülmeye ve omuz yükseltilmiş durumda olduğundan dolayı "4", alt kolu 60°-100° arasında bükülmeye sahip olduğundan dolayı "1" ve bilekleri ise dönmüş ve 0°-15° arasında bir uzamaya sahip olduğundan dolayı "2" olarak alınmıştır. Kavrama puanı ise elle olan kavramanın iyi ve uzun vadede güçlü olmasından dolayı "0" olarak kabul edilmiştir. Böylece B skoru "5" olarak bulunmuştur.

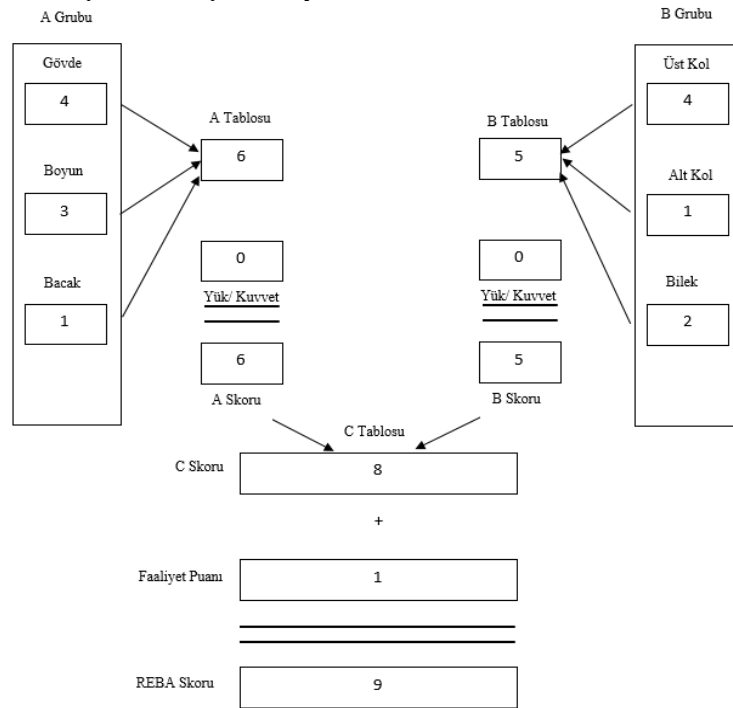
Elde edilen A ve B skorları ile C skoru hesaplanmış ve "8" olarak bulunmuştur. C skoruna eklenmek üzere faaliyet puanı "1" olarak değerlendirilmiş ve sonuçta köpükleme işlemi için REBA skoru "9" olarak bulunmuştur. Bu REBA skoru, risk düzeylerine göre değerlendirildiğinde risk seviyesinin "yüksek" ve önlem olarak "kısa zaman için gerekli" olduğu görülmüştür.

Fırçalama işlemi için yapılan JSI analizine göre çalışanlar 8 saat boyunca iş yerinde bulunmaktadır. Buna göre fırçalama işlemi için el, bilek ve dirsek pozisyonları JSI yöntemi ile değerlendirilmiş ve sonuçta SI skoru 12 olarak bulunmuştur. Bu skor pozisyonların tehlikeli olduğunu göstermektedir. Burada çalışanların dönüşümlü olarak fırçalama yapmaları efor şiddetini düşüreceği için SI skorunu da düşüreceği hedeflenmektedir. Fırçalama işlemine ilişkin JSI sonuçları Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Fırçalama işlemi JSI sonuçları (Brushing process JSI results)

	MARUZ KALMA DEĞERLERİ	DERECE	ÇARPAN	SI SKORU
Efor Şiddeti	Biraz Zor	3	3,0	12
Efor Süresi	%25	2	1,0	
Dakika Başına Çaba	<4	1	2,0	
El/ Bilek Duruşu	Kötü	4	2,0	
İşin Hızı	Uygun	3	1,0	
Görevin Günlük Süresi	6	4	1,0	

Şekil 8’de fırçalama işlemine ilişkin REBA şablonu yer almaktadır.



Şekil 8. Fırçalama işlemi için REBA analizi (REBA analysis for brushing process)

4.3. Yıkama İçin REBA ve JSI Analizi (REBA and JSI Analysis for Washing)

Bu aşamada ilgili oto yıkama istasyonunda yalnızca dış yıkama işlemi yapılmaktadır. Yıkama işleminde materyal olarak basınçlı su tabancası kullanılmaktadır. Fırçalama işleminde olduğu gibi yıkama işleminde de araçların çamurluk, ön ve arka tampon vb. bölümlerinin temizlenmesi için eğilme ve uzanma duruşları bulunmaktadır. Şekil 9 ve Şekil 10’da yıkama işlemine ilişkin görseller verilmiştir.

Yıkama işlemi için A grubunda gövde puanı 1 numaralı yıkama işlemine ait görsel de 20°-60° arası bükülme ve dönme hareketi olduğundan dolayı “4”, boyun puanı 20°’den fazla bükülme ve dönme hareketinden dolayı “3” ve bacak puanı ise ağırlık iki bacak üzerinde olduğundan dolayı “1” olarak belirlenmiştir. Yük/ kuvvet puanı ise basınçlı su tabancası 5 kg’dan daha düşük olduğu için “0” olarak kabul edilmiştir. Böylece A skoru “6” olarak hesaplanmıştır.

B grubu için gözlemlenen üst kol puanı 20°-45° arasında bükülme ve omuz yükseltilmiş durumda olduğundan “3”, alt kol 60°-100° bükülmeye sahip olduğundan dolayı “1” ve bilekler 15°’den fazla bükülmeye sahip olup aynı zamanda dönmüş olduklarından dolayı “3” olarak hesaplanmıştır. Kavrama puanında ise elle olan kavramanın iyi ve uzun vadede güçlü olmasından dolayı “0” olarak kabul edilmiştir. Böylece B grubu puanı “5” olarak bulunmuştur.



Şekil 9. 1 numaralı yıkama işlemine ait çalışma duruşu (Working posture of washing process No. 1)

Elde edilen A ve B skorları ile C skoru hesaplanmış ve “8” olarak bulunmuştur. C skoruna eklenmek üzere faaliyet puanı “1” olarak değerlendirilmiş ve sonuçta köpükleme işlemi için REBA skoru “9” olarak bulunmuştur. Bu REBA skoru, risk düzeylerine göre değerlendirildiğinde risk seviyesinin “yüksek” ve önlem olarak “kısa zaman içerisinde gerekli” olduğu görülmüştür.



Şekil 10. 2 numaralı yıkama işlemine ait çalışma duruşu (Working posture of washing process No. 2)

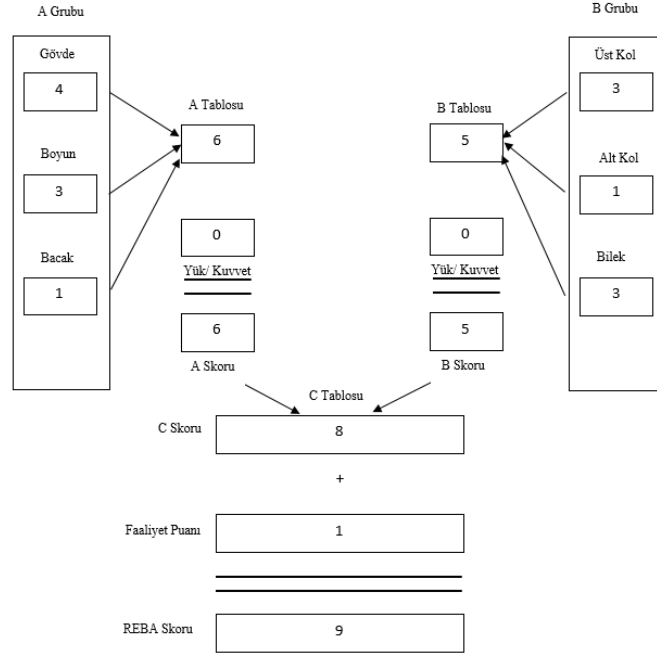
Yıkama işlemi için yapılan JSI analizine göre çalışanlar 8 saat boyunca iş yerinde bulunmaktadır. Buna göre yıkama işlemi için el, bilek ve dirsek pozisyonları JSI yöntemi ile değerlendirilmiş ve sonuçta SI skoru 12 olarak bulunmuştur. Bu skor pozisyonların tehlikeli olduğunu göstermektedir. Yıkama işlemine ilişkin JSI sonuçları Tablo 12’de verilmiştir. 2 numaralı yıkama işlemine ait görsel de duruş pozisyonuna göre skorlarda herhangi bir farklılık olmadığından dolayı ayrı olarak hesaplanmamıştır.

Şekil 11’de yıkama işlemine ilişkin REBA şablonu yer almaktadır. Yıkama ve fırçalama işlemi için yapılan REBA analizinde özellikle eğilme ve bükülmelerden kaynaklı gövde ile boyun puanı, yükü omuz üzerinde tutmaktan kaynaklı ise üst kol puanını yüksek çıktığı görülmüştür. Bu duruş pozisyonlarının puanlarını düşürmek ve çalışanlara daha ergonomik bir duruş pozisyonu sağlamak için basınçlı su tabancasına ve fırçalara takılabilecek bir aparat FreeCAD programı ile tasarlanmıştır. Takılacak bu aparat sayesinde çalışanın araçları yıkarken ve fırçalarken eğilme ve bükülmeleri engellenebileceği gibi fırçalama ve basınçlı su tabancasını araçların tavanını

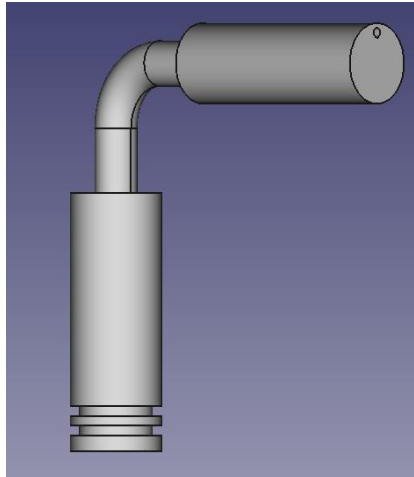
temizlemek için omuz yukarısında kaldırmasının da önüne geçilebilecektir. Şekil 12’de tasarlanan aparat yer almaktadır.

Tablo 12. Yıkama işlemi JSI sonuçları (Washing process JSI results)

	MARUZ KALMA DEĞERLERİ	DERECE	ÇARPAN	SI SKORU
Efor Şiddeti	Biraz Zor	2	3,0	12
Efor Süresi	%50,0	4	2,0	
Dakika Başına Çaba	4	2	1,0	
El/ Bilek Duruşu	Kötü	4	2,0	
İşin Hızı	Uygun	3	1,0	
Görevin Günlük Süresi	6	4	1,0	



Şekil 11. Yıkama işlemi için REBA analizi (REBA analysis for washing process)



Şekil 12. Önerilen aparat (Recommended apparatus)

Yıkama ve fırçalama işlemi için tasarlanan aparatın kullanılması ile öngörülen iyileştirme sonuçları analiz edilmiştir. Buna göre yıkama işlemi için çalışanın A skoru için gövde puanı dik duruştan dolayı “1”, boyun puanı 0°-20° arasında bükülme ile dönme hareketinden dolayı “2” ve bacak puanı ise ağırlık iki bacak üzerinde olduğundan dolayı “1” olarak alınmıştır.

B skorunda ise üst kol puanı 20°-45° arasında bükülme olduğundan dolayı “2”, alt kol 60°-100° arasında bükülme olduğundan dolayı “1” ve bilekler 15°’den fazla bükülmeye sahip olup aynı zamanda dönmüş olduklarından dolayı

“3” olarak hesaplanmıştır. Yük/ kuvvet puanı ile kavrama puanlarında bir değişiklik olmamıştır. Böylece C skoru 1 ve REBA skoru ise 2 olarak bulunmuştur. Elde edilen verilere göre REBA risk düzeyi “düşük” olarak sınıflandırılmıştır.

Fırçalama işlemi için çalışanın A skoru için gövde puanı dik duruştan dolayı “1”, boyun puanı 0°-20° arasında bükülme ile dönme hareketinden dolayı “2” ve bacak puanı ise ağırlık iki bacak üzerinde olduğundan dolayı “1” olarak alınmıştır. B skorunda ise üst kol puanı 20°-45° arasında bükülme olduğundan dolayı “2”, alt kol 60°-100° arasında bükülme olduğundan dolayı “1” ve 0°-15° arasında bir uzamaya sahip olduğundan “2” olarak hesaplanmıştır. Yük/ kuvvet puanı ile kavrama puanlarında bir değişiklik olmamıştır. Böylece C skoru 1 ve REBA skoru ise 2 olarak bulunmuştur. Elde edilen verilere göre REBA risk düzeyi “düşük” olarak sınıflandırılmıştır.

Yıkama işlemi için yapılan yeni JSI analizine göre çalışanlar 8 saat boyunca iş yerinde bulunmaktadır. Buna göre yıkama işlemi için el, bilek ve dirsek pozisyonları JSI yöntemi ile değerlendirilmiş ve sonuçta SI skoru 2 olarak bulunmuştur. Bu skor pozisyonların güvenli olduğunu göstermektedir.

Fırçalama işlemi için yapılan yeni JSI analizine göre çalışanlar 8 saat boyunca iş yerinde bulunmaktadır. Buna göre yıkama işlemi için el, bilek ve dirsek pozisyonları JSI yöntemi ile değerlendirilmiş ve sonuçta SI skoru 2 olarak bulunmuştur. Bu skor pozisyonların güvenli olduğunu göstermektedir.

5. Sonuç ve Tartışma (Result and Discussion)

Gelişen teknoloji ile birlikte endüstride insan gücüne olan talep azalmış olmasına rağmen halen daha işletmeler insan gücüne dayalı üretim yapmaktadır. Bu nedenle çalışanlara yeterli değerin verilmesi, uygun çalışma ortamlarının yaratılması vb. durumlar işletmeler açısından rekabet avantajı olarak sayılmaktadır. Çalışanlar için ergonomik ortamların tasarlanması kas- iskelet sisteminden doğan rahatsızlıkların önüne geçebilirken aynı zamanda işletmelere de verimlilik artışı sağlamaktadır.

Bu çalışmada çalışanların duruş pozisyonlarını analiz etmek ve ergonomik risk yöntemleri açısından değerlendirmek amacıyla bir akaryakıt istasyonundaki oto yıkama ünitelerinde REBA ve JSI yöntemleri kullanılarak analiz yapılmıştır. Oto yıkama esnasında çalışanın eğilme, dönme, kaldırma, titreme vb. hareketlerinin bulunması çalışanın kas- iskelet sistemi üzerinde yük oluşturmaktadır. Çalışmada referans alınan görevli sektörde deneyim sahibidir fakat 40-45 yaşlarında olması duruş pozisyonlarından kaynaklanan riskleri arttırmaktadır. Oto yıkama işlemi için ekipman olarak fırça, su tabancası ve köpük kullanılmıştır. Oto yıkama işlemi farklı duruş pozisyonları ve materyalleri içermesinden dolayı köpükleme, fırçalama ve yıkama olmak üzere üç farklı bölüme ayrılmıştır. Her bölüm için ayrı ayrı hesaplanan REBA ve JSI analizlerinde köpükleme işlemi için REBA skoru 2; JSI skoru 0,5, fırçalama işlemi için REBA skoru 9; JSI skoru 12 ve yıkama işlemi için ise REBA skoru 9; JSI skoru 12 olarak bulunmuştur. Bu üç bölüm arasından REBA risk düzeyi en yüksek olan yıkama ve fırçalama işlemleri olduğundan dolayı bu bölümler için iyileştirme önerilmiştir. Yıkama ve fırçalama işlemindeki duruş pozisyonları analiz edildiğinde çalışanın eğilme ile bükülmelerden kaynaklı gövde puanı ve basınçlı su tabancasını omuz üzerine kaldırmasından dolayı üst kol puanı yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunu düzeltmek ve çalışanın daha ergonomik olarak faaliyet göstermesini sağlamak amacıyla basınçlı su tabancasına ve fırçalara takılabilecek bir aparat tasarlanmıştır. Bu aparat sayesinde çalışanın eğilme ile bükülmelerinin önüne geçilebileceği gibi yükü omuz üzerinde kaldırmasına gerek kalmayacağı düşünülmüştür. Önerilen iyileştirmenin uygulanması halinde yıkama işlemi için hesaplanan yeni REBA skoru 2; JSI skoru 2 olarak bulunmuştur. Fırçalama işlemi için hesaplanan yeni REBA skoru 2; JSI skoru 2 olarak bulunmuştur.

Gelecekte yapılabilecek çalışmalarda bu araştırma sonuçlarından yararlanılarak, akaryakıt istasyonlarındaki oto yıkama ünitelerinde ergonomik risk değerlendirme yapan ve çözüm önerilerini ortaya koyan bir ergonomik risk değerlendirme kılavuzu çalışmasının yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Buna bağlı olarak akaryakıt istasyonlarındaki oto yıkama ünitelerinde görev alan çalışanların örneklem düzeyi artırılarak farklı yaş, cinsiyet, deneyim özelliklerine göre analizler yapılabilir. Ayrıca çalışmada kas iskelet sistemi üzerinde rahatsızlıklara sebebiyet veren sektörlerin belirlenerek, farklı sektörlerdeki ergonomik risk düzeylerinin de belirlenmesine ve önlenmesine ilişkin çözüm önerilerinin geliştirilmesinde faydalı olacağı düşünülmektedir.

Teşekkür (Acknowledgement)

Bu araştırma çalışmasında bana destek olan sayın Dr. Öğr. Üyesi Hatice Esen’e ve değerli aileme çok teşekkür ederim.

Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir. No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar (References)

- Akay, D., Toksari, M. D., 2009. Ant Colony Optimization Approach for Classification of Occupational Low Back Disorder Risks. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 19 (1), 1-14.
- Ansari, N. A., & Sheikh, M. J., 2014. Evaluation of work Posture by RULA and REBA: A Case Study. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 11(4), 18-23.
- Aygün, İ., Çakmak, B. ve Alayunt, F.N., 2018. Narenciye Hasadının Ergonomik Açidan İncelenmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6(0), 312-318.
- Ayvaz, Ö., Özyıldırım, B. A., İşsever, H., Öztan, G., Atak, M., & Özel, S., 2023. Ergonomic Risk Assessment of Working Postures of Nurses Working in a Medical Faculty Hospital with REBA and RULA Methods. *Science Progress*, 106(4), 00368504231216540.
- Bera, D., Sarkar, S., Mallick, B., & Das, M. C., 2024. Assessment of Posture Related Risks among Goldsmiths Using Rapid Upper Limb Assessment (RULA) and Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Journal of The Institution of Engineers (India): Series C*, 1-8.
- Bilir, N., 2011. Meslek Hastalıkları Tanı, Tedavi ve Korunma İlkeleri. *Hacettepe Tıp Dergisi*, 42(4), 142-157.
- Deros, B. M., Daruis, D. D. I., Rosly, A. L., Abd Aziz, I., Hishamuddin, N. S., Abd Hamid, N. H., & Roslin, S. M., 2017. Ergonomic Risk Assessment of Manual Material Handling at an Automotive Manufacturing Company. *PressAcademia Procedia*, 5(1), 317-324.
- Kâhya, E., Çiçek, E., 2019. Seramik Sektöründe Taşıma İşlemlerinde Ergonomik Risk Değerlendirmesi- Bir Pilot Çalışma. *Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 7 (1), 47-58.
- Kara, Y., Atasagun, Y., Peker, A., 2014. Montaj Hatlarında Çalışma Duruşlarının REBA Yöntemi ile Analizi ve Ergonomik Risk Değerlendirmesi, 7. Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Konferansı, 5 - 7 Mayıs, İstanbul.
- Kee, D., 2021. Comparison of OWAS, RULA and REBA for assessing potential work-related musculoskeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 83, 103140.
- Kibria, M. G., 2023. Ergonomic Analysis of Working Postures at a Construction Site Using RULA and REBA Method. *Journal of Engineering Science*, 43-52.
- Kocabaş M., 2009. Ağır ve Tehlikeli İşlerde Çalışan İş Görenlerde Zorlanmaya Neden Olan Çalışma Duruşlarının Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Selçuk Üniversitesi.
- Kodle, N. R., Bhosle, S. P., & Pansare, V. B., 2023. Ergonomic Risk Assessment of Tasks Performed by Workers in Granite and Marble Units Using Ergonomics Tool's REBA. *Materials Today: Proceedings*, 72, 1903-1916.
- Kurniaty, S., 2024. The Ergonomic Analysis and Work Efficiency of Mixue Operators Using Work Factor and REBA Methods. *JleTri: Journal of Industrial Engineering Tridinant*, 2(01), 31-37.
- Meyers, A.R., Gerr, F. & Fethke, N. B., 2014. Evaluation of Alternate Category Structures for The Strain Index: An Empirical Analysis. *Human Factors*, 56(1), 131-142.
- Moore, J.S., Garg, A., 1995. The Strain Index - A Proposed Method to Analyze Jobs for Risk of Distal Upper Extremity Disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 56 (5), 443 -458.
- Muhacir, D., Aktaş, M. İ., Özceylan, E., 2023. REBA and RULA Ergonomics Risk Assessments of Operators in a Maintenance and Repair Workshop of a Textile Factory. *Acta Technica Napocensis – Series: Applied Mathematics Mechanics and Engineering*, 65 (3S).
- Özay, M.E., Doğanbatur, Ç.S., 2018. Parakende Sektöründe Bir Süpermarkette REBA, NIOSH ve SNOOK Tabloları Yöntemlerini Kullanarak Ergonomik Risk Analizi Vaka Çalışması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6(3), 448-459.
- Paulsen, J.P., 2013. Reliability of Ergonomic Exposure Assessment: Comparing The Strain Index and The OCRA Checklist. M S Thesi s, Colorado State Universty, Fort Collins, Colorado.
- Polat, O., Mutlu, Ö., Çakanel, H., Doğan, O., Özçetin, E., Şen, E., 2017. Bir Mobilya Fabrikasında Çalışan İşçilerin Çalışma Duruşlarının REBA Yöntemi ile Analizi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5, 263-268
- Pundhir, K., Singh, D., 2024. Ergonomics Evaluation of Farm Workers: Correlation of RULA and REBA Score in the Vegetable Production System. *Mysore J. Agric. Sci*, 58(2), 154-159.
- Restuputri, D. P., Masudin, I., Putri, A. R. C., 2020. The Comparison of Ergonomic Risk Assessment Results Using Job Strain Index and OCRA Methods. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 821, 012029
- Sabancı, A., Sümer, S.K., 2015. Ergonomi. Nobel Akademik Yayıncılık Yayın No: 80. Ankara, 472 s. Sağiroğlu, H., Coşkun, M.B. ve Erginel, N. 2015. REBA İle Bir Üretim Hattındaki İş İstasyonlarının Ergonomik Risk Analizi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 339-345
- Sağiroğlu, H., Coşkun, M.B. ve Erginel, N., 2015. REBA ile Bir Üretim Hattındaki İş İstasyonlarının Ergonomik Risk Analizi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 339-345.
- Stanton, N., Hedge, A., Brookhuis, K., Salas, E., Hendrick, H. 2005. *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*, CRC Press, Florida
- Stevens, E.M., Vos, G.A., Stephens, J.P., Moore, J.S., 2004. Inter -Rater Reliability of The Strain Index. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 1 (11), 745 -751.
- Ulutaş, İ., Gündüz T., 2017. Otomotiv Kablo İmalatında Ergonomik Risk Analizi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 22(2), 107-119.
- Ünver, O. S., Kaya, A., 2015. Orman Fidanlıklarında Fidan Repikaj İşlerinde Çalışma Duruşlarının REBA Yöntemi ile Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), ÖS: Ergonomi2015, 157-163.

- Widodo, L., Ariyanti, S., Jason, A., 2020. Ergonomic Intervention to Improve The Productivity of Brick Press Tool in Small and Medium Enterprise (SME) Akheng Kobar. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 847, 012057
- Yadi, Y. H., Kurniawidjaja, L. M., Susilowati, I. H., 2018. Ergonomics Intervention Study of the RULA/REBA Method in Chemical Industries for MSDs' Risk Assessment. *KnE Life Sciences*, 181-189.