



Intra-class and inter-class reliability of REBA method: A practice in an automotive subsidiary company

Gülçin Çakmak*^{ID}, Hatice Esen^{ID}

Department of Industrial Engineering, Engineering Faculty, Kocaeli University, 41040, Kocaeli, Türkiye

Highlights:

- Evaluation of REBA reliability in the manufacturing sector
- Inter-rater reliability in working posture analysis
- Intra-rater reliability in working posture analysis

Keywords:

- Musculoskeletal disorders
- Working posture analysis
- REBA method
- Reliability analysis

Article Info:

Research Article

Received: 06.03.2022

Accepted: 03.02.2023

DOI:

10.17341/gazimmfd.1083525

Correspondence:

Author: Gülçin Çakmak

e-mail:

gulcin.cmk@gmail.com

phone: +90 543 246 0412

Graphical/Tabular Abstract

Musculoskeletal Disorders (MSDs), which are among the most common health problems and mainly caused by inappropriate working postures, adversely affects the health, performance, and quality of life of employees. Analyzing and improving the working postures with scientific methods contributes to the increase of the employees' performance and reducing the MSDs. Working posture analysis methods are used within this scope of determination and improvement of poor working postures. REBA (Rapid Entire Body Assessment) is a working posture analysis method which enables to state risks rooted from inappropriate working postures as numerically (Table A). The reliability of the working posture analysis method is very important for the success of improvement activities.

Table A. Intra-class and inter-class reliability of REBA method

	Intra-class Reliability Analysis				Inter-class Reliability Analysis	
	A score	B score	C score	Final REBA score	All Raters	
Rater 1	0.952	0.879	0.939	0.938	A score	0.871
Rater 2	0.958	0.880	0.946	0.943	B score	0.704
Rater 3	0.942	0.808	0.958	0.952	C score	0.844
Rater 4	0.918	0.851	0.932	0.923	Final REBA score	0.852

Purpose:

REBA is a widely used tool in research and practice in working posture analysis. The aim of this study is to evaluate the reliability of analysis which are made with REBA method. Also, to examine the reliability of the working postures obtained from different departments in the analysis, intra-class and inter-class reliability analyses of each group were also performed.

Theory and Methods:

200 working postures belonging to different work groups selected from a company operating in the automotive subsidiary industry were analyzed by 4 different raters by using REBA method. These scores were assessed with intra-rater (same observer in different time zones reviews) reliability analysis and inter-rater (evaluations belonging to different observers) reliability analysis.

Results:

Inter-class reliability analysis results which made in %95 confidence interval shows that A score((Intraclass Correlation Coefficient - ICC=0.871), C score (ICC=0.844) and final REBA score (ICC=0.852) are high level of reliability. However, B score (ICC=0.704) is medium level of reliability. According to intra-class reliability analysis results which made in %95 confidence interval REBA method analyses working postures with high level of reliability.

Conclusion:

REBA method shows high level of reliability. However, to increase the reliability of the B score analysis, the evaluation criteria of arm and wrist postures in REBA trainings should be explained in more detail and the grip score criteria should be rearranged in a way that avoids personal interpretations.



REBA yönteminin sınıf içi ve sınıflar arası güvenilirliği: Bir otomotiv yan sanayi firması uygulaması

Gülçin Çakmak*^{ID}, Hatice Esen^{ID}

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 41040, Kocaeli, Türkiye

Ö N E Ç I K A N L A R

- İmalat sektöründe REBA güvenilirliğinin değerlendirilmesi
- Çalışma duruşu analizinde değerlendiriciler arası güvenilirlik
- Çalışma duruşu analizinde değerlendiriciler arası güvenilirlik

Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi

Geliş: 06.03.2022

Kabul: 03.02.2023

DOI:

10.17341/gazimmfd.1083525

Anahtar Kelimeler:

Kas iskelet sistemi rahatsızlıkları, çalışma duruşu analizi, REBA yöntemi, güvenilirlik analizi

ÖZ

Gelişen teknolojiye rağmen birçok sektörde fiziksel ağırlıklı işler çalışanlar tarafından yapılmaya devam etmektedir. Çalışanın maruz kaldığı çalışma duruşları kısa vadede işteki performansını etkilemekte, uzun vadede ise çalışana Kas İskelet Sistemi Rahatsızlığı(KİSR) olarak geri dönmektedir. KİSR'nın işçiye, işverene ve ülke ekonomisine maddi ve manevi açıdan olumsuz etkileri mevcuttur. Bu nedenle işin insana insanın da işe uyumunu amaçlayan ergonomik çalışmalar önem taşımaktadır. Çalışma duruşu analizleri bu kapsamda uygunsuz duruşların tespit edilerek iyileştirilmesinde kullanılmaktadır. REBA (Rapid Entire Body Assessment) çalışma duruşlarının sebep olduğu riskleri sayısal olarak ifade edebilmeyi sağlayan bir çalışma duruşu analizi yöntemidir. Bu çalışmanın amacı, REBA yöntemi ile yapılan analizlerin güvenilirliğinin değerlendirilmesidir. Bu noktada otomotiv yan sanayinde faaliyet gösteren bir firmanın farklı iş gruplarına ait 200 çalışma duruşu 4 farklı değerlendirici tarafından REBA yöntemi ile analiz edilmiştir. Elde edilen REBA skorları sınıflar arası -farklı gözlemciler ait değerlendirmeler- güvenilirlik ve sınıf içi- aynı gözlemcinin farklı zaman dilimlerindeki değerlendirmeleri-güvenilirlik analizlerine tabi tutulmuştur. %95 güven aralığında yapılan sınıflar arası güvenilirlik analizi sonucunda A skoru(Intraclass Correlation Coefficient - ICC=0,871), C skoru(ICC=0,844) ve final REBA skorları(ICC=0,852) yüksek güvenilirlikte bulunurken B skorunun(ICC=0,704) ise orta derece güvenilir olduğu saptanmıştır. %95 güven aralığında yapılan sınıf içi güvenilirlik analizi sonuçlarına göre, REBA yönteminin çalışma duruşlarını yüksek güvenilirlikle analiz ettiği görülmektedir.

Intra-class and inter-class reliability of REBA method: A practice in an automotive subsidiary company

H I G H L I G H T S

- Evaluation of REBA reliability in the manufacturing sector
- Inter-rater reliability in working posture analysis
- Intra-rater reliability in working posture analysis

Article Info

Research Article

Received: 06.03.2022

Accepted: 03.02.2023

DOI:

10.17341/gazimmfd.1083525

Keywords:

Musculoskeletal disorders, working posture analysis, REBA method, reliability analysis

ABSTRACT

Despite the developing technology, physical works are carried out by employees in many sectors. The working postures that the employee is exposed to affect her/his performance in the short term, and in the long term, it returns to the employee as Musculoskeletal Disorders (MSDs). MSDs has negative material and moral effects on workers, employers, and the country's economy. Therefore, ergonomic studies which aim to adapt human to work and work to human have importance. Working posture analyses are utilized to detect and to improve inappropriate postures in this context. REBA (Rapid Entire Body Assessment) is a working posture analysis method which enables to state risks rooted from inappropriate working postures as numerically. In this study, it has been aimed to evaluate reliability of analysis results obtained from REBA method. Within this scope, 200 working postures belonging to different work groups selected from a company operating in the automotive subsidiary industry were analyzed by 4 different raters by using REBA method. These scores were assessed with intra-rater (same observer in different time zones reviews) reliability analysis and inter-rater (evaluations belonging to different observers) reliability analysis. Inter-class reliability analysis results which made in %95 confidence interval shows that A score ((Intraclass Correlation Coefficient - ICC=0,871), C score (ICC=0,844) and final REBA score (ICC=0,852) are high level of reliability. However, B score (ICC=0,704) is medium level of reliability. According to intra-class reliability analysis results which made in %95 confidence interval REBA method analyses working postures with high level of reliability.

*Sorumlu Yazar/Yazarlar / Corresponding Author/Authors : *gulcin.ckmk@gmail.com , hatice.eris@kocaeli.edu.tr / Tel: +90 543 246 0412

1. Giriş (Introduction)

Uluslararası Çalışma Örgütü'nün (ILO -International Labour Organization) tahminlerine göre, dünyada her yıl 160 milyon çalışan meslek hastalıklarından etkilenmekte ve 2,3 milyon çalışan ise meslek hastalığı ve yaralanmalar sonucu hayatını kaybetmektedir [1]. Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları (KİSR) meslek hastalıklarının önemli bir yüzdesini oluşturmaktadır. Türkiye'de meslek hastalığına sebep olan etkene göre meslek hastalıkları listesi Sosyal Sigortalar Kanunu Sağlık İşlemleri Tüzüğü'nde 5 gruba ayrılmaktadır. Kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, fiziksel faktörlerle olan meslek hastalıkları olarak tanımlanıp E grubu içinde yer almaktadır. Türkiye'de fiziksel etkenlere bağlı gelişen kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları meslek hastalıkları arasında %4,7 ile 3. sırada yer almaktadır [2]. Yapılan çalışmalara göre Amerika'da 40 milyondan fazla sayıda kişinin KİSR'dan etkilendiği ve 2030 yılı için yapılan tahminlere göre nüfusun %22'sinin KİSR'na maruz kalacağı öngörülmektedir [3].

Çalışanlarda görünen, iş kaynaklı ağrı, hareket kısıtlanması ve sakatlıklarla seyredilen, öncelikle kaslar, tendonlar, ligamanlar ve diskler gibi yumuşak dokuları etkileyen kas iskelet sistemi rahatsızlıkları (KİSR) iş ile ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlığı olarak kabul edilmektedir [4]. KİSR özellikle eğilme, doğrulma, tutma, kavrama, bükme ve uzanma gibi basit vücut hareketlerinden kaynaklı meydana gelmektedir [5]. KİSR genellikle birden fazla faktörün etkileşimi sonucu meydana gelmektedir. Tekrarlayan hareketler, uygunsuz duruş, uzun süre aynı pozisyonda çalışma en sık karşılaşılan ergonomik risklerden olup kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olmaktadır [6]. Ancak temel olarak KİSR'nın meydana gelmesinde rol oynayan en önemli faktör çalışma duruşu bozukluğu olarak görülmektedir. Uygunsuz çalışma duruş ve hareketlerinin sürekli tekrarlanmasından dolayı uzun vadede KİSR meydana gelmektedir. KİSR çalışanlar, işverenler ve devlet açısından maddi ve manevi büyük kayıplara sebep olmaktadır. 2018-2019 yıllarında Birleşik Krallık, kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları nedeniyle tahmini 6,9 milyon iş günü kaybetmiştir. Bu kayıp toplam çalışma günlerinin %29'unu oluşturmaktadır. İrlanda'da, Sağlık ve Güvenlik Otoritesi, sağlık sektörünün işle ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlarının %21,4 ile şimdiye kadar en yüksek orana ulaşımını bildirmiştir. İngiliz Sağlık ve Güvenlik Kurulunun yaptığı bir çalışmada, el ile yapılan işler sonucu meydana gelen rahatsızlıkların %10 oranında azaltılmasının, İngiltere ekonomisi için bir senede 170 milyon Sterlin kazanç sağladığı belirtilmiştir. Almanya'da, KİSR 2016 yılında 17,2 milyar Euro üretim kaybına ve 30,4 milyar Euro brüt katma değer kaybına neden olmuştur. Bu, Almanya'nın Gayrisafi milli hasılasının %0,5'ini ve %1,0'ını temsil etmektedir [7].

Çalışan açısından, çalışma sırasındaki vücut duruşu ve hareketlerinin uygunluğu, çalışma hayatını hatta çalışma hayatı sonrasındaki yaşamını ne kadar sağlıklı ve başarılı geçirebileceği ile ilgili bir gösterge oluşturmaktadır. Hem çalışma hayatı boyunca sağlığını koruyarak çalışanın moralini, motivasyonunu ve performansını arttırabilmek hem de ülke endüstrisine ve ekonomisine katkıda bulunabilmek açısından önemli bir yere sahip olan KİSR'nin önlenmesi uygunsuz çalışma duruşlarının bilimsel yöntemler ile incelenmesine ve ortadan kaldırılmasına bağlıdır. KİSR'ye neden olan uygunsuz çalışma duruşlarını ve bunların risk düzeylerini belirleyebilmek ve bu konularda yapılacak iyileştirme ve geliştirme planlarına ışık tutmak amacıyla literatürde birçok yöntem yer almaktadır. Uygunsuz çalışma duruşlarının doğru bir şekilde belirlenmesi noktasında kullanılan çalışma duruşu analiz yönteminin güvenilirliği özellikle önem kazanmaktadır.

Literatürde uygunsuz çalışma duruşlarının tespit edilmesine yönelik kullanılan yöntemlerden gözleme veya ölçüme dayalı yöntemler

maliyetli olmaması ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle risk seviyesinin belirlenmesinde sıkça kullanılmaktadır. Bu grupta yer alan REBA yöntemi, tüm vücudu değerlendirmesi, kas kullanımı, yük etkisini de göz önünde bulundurması ve kolay uygulanabilirliği nedeniyle en çok uygulanan yöntemlerden biridir.

Literatürde REBA yöntemi kullanılarak farklı sektörlerde uygulanan çok sayıda çalışma duruşu analiz çalışması bulunmaktadır: Kocabaş M. [8] metal eşya ve metalürji sanayi, Özay M., Doğanbatır Ç. [9] süpermarket, Houshyar E., Kim I.J. [10] tarım sektörü, Tol G. [11] tersane sektörü, Ojha P., Vinay D. [12] bisiklet imalatı, Gönen D. vd. [13] trafo üretimi, Yener Y. vd. [14], Şahin B., Kahya E. [15] beyaz eşya üretimi, Adar T., Delice E.K. [16] şehir içi toplu taşıma şoförleri, Sain M.K., Meena M.L [17] tuğla fırını imalatı, Bae S.H. vd. [18] çamaşır kurutma makinesi kapı sistemi tasarımı, De Olivera C.C. vd. [19] hayvancılık sektörü, Khan M.R., Singh N.K. [20] demiryolu sahaları, Chatterjee A., Sahu S. [21] inşaat sektörü, Sudiarno A. vd. [22] balıkçılık, Çakıt E. [23] yük kaldırma ve taşıma işleri.

Çalışma duruşu analiz yöntemlerinin farklı kişi, zaman dilimi veya eğitimi ile uygulanması sonuçların doğruluğunu önemli ölçüde etkilemektedir. Aynı çalışma duruşunun farklı gözlemciler tarafından değerlendirilmesi, aynı gözlemcinin aynı çalışma duruşunu farklı zamanlarda değerlendirmesi veya ölçüm yöntemi hakkında farklı eğitimlerden geçmiş kişiler tarafından yapılan değerlendirmeler ile farklı sonuçlara ulaşılabilir. Bu nedenle yapılan değerlendirmelerin güvenilirliği sınıf içi ve sınıf arası güvenilirlik analizleri ile ölçülmelidir.

Literatürde REBA yönteminin çalışma duruşu analizi uygulamalarına ilişkin çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen REBA analizinin güvenilirliği ile ilgili çok az çalışmaya rastlanmıştır.

Schwartz vd. [24] Minnesota Üniversitesi hizmetlilerinin çalışma duruşlarını REBA analizi ile değerlendirmiştir. 9 gözlemcinin (8 iş grubu) katılım sağladığı bu çalışmada her bir birey gözlemciler tarafından 2 kez değerlendirilmiştir. Art arda yapılan değerlendirmeler sonucu sınıf içi güvenilirlik değerinin yüksek (ICC=0,925) olduğu gözlenmiştir. Sınıflar arası güvenilirlik değeri ise orta seviyededir (IRR=0,54). Sonuç olarak sınıf içi ve sınıflar arası güvenilirlik değerini geliştirebilmek için gözlemcilere standart bir eğitim verilmesi önerilmiştir.

Kee ve Karwowski [25] demir çelik, elektronik, kimya, otomotiv gibi çeşitli sektörlerdeki işlerin çalışma duruşu analizlerini OWAS (Ovako Working Posture Analysis System), REBA ve RULA (Rapid Upper Limb Assessment) yöntemleri ile gerçekleştirmiştir ve yöntemlerin güvenilirlikleri değerlendirilmiştir. Sınıflar arası güvenilirlik OWAS ve RULA yöntemleri arasında %29,2'dir. RULA ve REBA yöntemleri arasındaki güvenilirlik %48,2'dir. Ayrıca RULA yöntemine kıyasla OWAS ve REBA yönteminin yapılan analizlerde genellikle yüklenmeyi azımsadığı belirtilmiştir.

Jones ve Kumar [26] kereste fabrikasındaki işçilerin çalışma duruşlarını REBA, RULA, ACGIH TLV (American Conference of Governmental Industrial Hygienists Threshold Limit Values, SI (Strain Index) ve OCRA (Occupational Repetitive Actions Index) yöntemleri ile analiz etmiştir. Uygulanan yöntemlerden RULA %99, SI %97 ile en yüksek güvenilirlik göstermiştir. REBA %64 ile orta derece güvenilirlik göstermiştir. En düşük güvenilirlik ACGIH TLV yönteminde gözlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında yapılan literatür araştırmasına dayanarak REBA yöntemine ait sınıf içi ve sınıflar arası güvenilirlik analizlerinin birlikte yer aldığı tek bir çalışma olduğu görülmektedir. İlgili çalışma

hizmet sektörü için yapılmış bir uygulamadır. KİSR'nın oluşmasına uzun vadede maruz kalınan uygunsuz duruşlar sebep olmaktadır. KİSR'na sebep olan bu uygunsuz çalışma duruşları yoğun fiziksel ağırlıklı işlerin yapıldığı üretim sektörlerinde meydana gelmektedir. Fiziksel ağırlıklı işlerdeki çalışma duruşlarını analiz etme metodlarından olan REBA, analiz kolaylığı ve tüm vücudu analiz etme avantajı ile sıkça tercih edilmektedir. Bu çalışma ile REBA yönteminin fiziksel ağırlıklı işlerin yer aldığı imalat sektöründe yapılan uygulamalarının güvenilirliği değerlendirilmek istenmiştir. Bu amaçla otomotiv yan sanayinde faaliyet gösteren bir firmadaki taşıma, operasyon hazırlık, tezgah başı çalışma ve montaj işlerine ait 200 adet çalışma duruşu REBA yöntemi ile değerlendirilerek REBA analizinin güvenilirliği değerlendirilmiştir. Ayrıca çalışma duruşları, tanımlı oldukları dört iş (Grup 1=taşıma, Grup 2=tezgah başı çalışma, Grup 3=montaj, Grup 4=operasyon hazırlık) grubuna ayrılarak her bir gruba ait REBA analizlerinin de sınıf içi ve sınıflar arası güvenilirlik analizleri yapılmış ve tüm bulgular bölüm 3'te detaylı olarak sunulmuştur. Çalışmaya konu olan REBA yöntemine ait bilgiler ise bir sonraki bölümde yer almaktadır.

2. Reba Analizinin Güvenilirliği (Reliability of Reba Analysis)

2.1. REBA Analizi (REBA Analysis)

Hignett ve McAtamney [27] tarafından geliştirilen REBA (Rapid Entire Body Assessment) yöntemi; çalışanın çalışma pozisyonunu analiz ederek, mesleki kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olabilecek çalışma şeklinin saptanmasına ve önlem alınmasına olanak sağlayan gözleme dayalı bir duruş analiz metodudur [28]. REBA

Analizi, vücudu bölümlere ayırarak tüm vücuttaki kas aktivitesi için bir değerlendirme yapar. Yöntemin uygulamasında vücut gövde, boyun, bacaklar, üst kollar, alt kollar ve bilekler olmak üzere 6 bölümde incelenir. REBA analizi uygulama adımları Şekil 1'de detaylandırılmıştır.

Her bölüm için yapılan analizler sonucu elde edilen skorlarla risk derecelendirmesi yapılarak faaliyetin ne kadar riskli olduğu saptanabilmektedir. Yöntemin uygulanması ile 0-15 arasında bir REBA skoru belirlenmektedir. Bu skor çalışma duruşunun risk seviyesini ifade etmektedir.

REBA yöntemi; elle yapılan taşıma, kaldırma işlemlerindeki riskleri hesaplamak için kullanışlı bir araçtır. Gözleme dayalı ve kolay uygulanabilir bir yöntem olmasıyla çalışma duruşu analizinde sıkça kullanılmaktadır. Çalışanın tüm vücudu için bir değerlendirme yöntemi olan REBA Analizi yaptığı risk seviyesi ölçümü ile KİSR'na neden olabilecek duruşların tespit edilerek iyileştirilmesini mümkün kılmaktadır.

2.2. Sınıf İçi ve Sınıflar Arası Güvenilirlik Uygulaması (Practice of Intra-rater and Inter-rater Reliability)

Çalışma performansının etkili bir şekilde kontrol edilmesi ve KİSR'nın azaltılması uygunsuz çalışma duruşlarının tespitine ve iyileştirmesine yönelik yürütülecek çalışmalara dayanmaktadır. Çalışma duruşlarına ait iyileştirme çalışmalarının başarısı ilk olarak uygunsuz duruşların doğru bir şekilde tespit edilmesine bağlıdır. Bu noktada çalışma duruşları için risk seviyesi değerlendirmelerinin geçerli ve güvenilir olması gerekmektedir. Güvenilirlik, ölçme

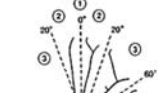
A. Boyun, Gövde ve Bacak Analizi Adım 1: Boyun Pozisyonu



Eğer esneme var ise +1

Eğer dönme var ise +1

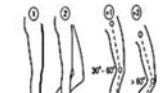
Adım 2: Gövde Pozisyonu



Eğer esneme var ise +1

Eğer dönme var ise +1

Adım 3: Bacaklar



Adım 4: Tablo A'dan postür skoruna bak

Adım 5: Yük/Kuvvet skoru ekle

Eğer yük < 5 kg ise +0

Eğer yük 5-10 kg ise +1

Eğer yük > 10 kg ise +2

Ani veya hızlı kuvvet artışı: +1

Adım 6: Tablo C'de A skorunu bul

Final REBA Skoru:

1=İhmal edilebilir

2-3=Düşük risk, değişiklik gerekebilir.

4-7=Orta risk, değişiklik gerekir.

8-10=Yüksek risk, kısa sürede değişiklik gerekli

11-15=Çok yüksek risk, hemen değişiklik gerekli

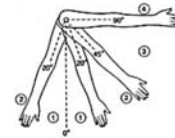
SKORLAR

Tablo A		Boyun											
		1				2				3			
Gövde	Bacak												
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
	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 B		Alt Kol					
		1	2				
Üst Kol	Bilek						
	1	2	3	1	2	3	
	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	5	7	8	7	8	8	
6	7	8	8	8	9	9	

Skor A	Tablo C											
	Skor B											
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	9	9	9	9	9
6	5	5	5	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	10	11	11	11	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
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	12

B. Kol ve Bilek Analizi Adım 7: Üst Kol Pozisyonu

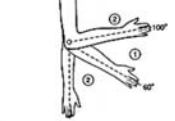


Eğer omuzda yükselme varsa +1

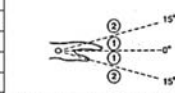
Eğer abduksiyon varsa +1

Eğer yer çekimi desteği etkiliyse -1

Adım 8: Alt Kol Pozisyonu



Adım 9: Bilek Pozisyonu



Eğer yana esneme/dönme varsa +1

Adım 10: Tablo B'den postür skoruna bak

Adım 11: Kavrama skoru ekle

İyi bir tutma kolu ve orta şiddette kavrama gücü +0

El tutuşu uygun fakat ideal değil, vücudun başka bir yerile kavrama uygun +1

El tutuşu uygun olmamasına rağmen mümkün +2

Tutma kolu yok, zor ve güvenli olmayan tutuş +3

Adım 12: Tablo C'de B skorunu bul

Adım 13: Aktivite skoru

Bir veya daha fazla vücut bölgesi 1 dk'dan fazla sabit: +1

Kısa aralıklarla tekrar eden (1 dk'da 4 kereden fazla): +1

Duruştaki hızlı, büyük değişiklik veya sabit olmayan zemin +1

Şekil 1. REBA Analizi [24] (REBA Analysis)

aracının kendi içinde kararlılığı ve tutarlılığı olup, standart hatanın az olması demektir [29]. Ölçüm yapılan ortam, ölçüm yapan kişinin dikkat seviyesi ve diğer etkenler hatalı sonuçlara neden olabilmektedir.

Ölçme sırasında hatalı durumları saptamak, hatasız sonuçlar elde etmek için araştırmacılar hata kaynaklarının ölçme sonuçları üzerindeki etkilerini hesaplamaya yönelik güvenilirlik belirleme tekniklerini önermişlerdir [30]. Paralel formlar yöntemi ile bir kişinin aynı durumu birbirinden farklı iki ölçek ile değerlendirerek sonuçların korelasyonu sorgulanmaktadır. Test-tekrar test yönteminde, aynı kişinin aynı durumları farklı zaman dilimlerinde 2 veya daha fazla kez değerlendirme sonuçlarının tutarlılığı sorgulanmaktadır. Yarıya bölme (Split Half) yönteminde, ölçekte yer alan sorular iki gruba ayrılmakta ve iki grup sonuçları arasındaki korelasyon değerlendirilmektedir.

Sınıf içi güvenilirlik aynı kişinin yaptığı birden fazla değerlendirme arasındaki tutarlılık derecesidir. Sayısal ölçümler için sınıf içi korelasyon katsayısına, kategorik ölçümler için Cohen'in kappa katsayısına göre sonuçlar yorumlanabilir [29].

Sınıflar arası güvenilirlik aynı durumun birden fazla kişi tarafından değerlendirilmesi sonucunda tutarlılık derecesidir. Nümerik bir ölçüm yapıyorsa iki değerlendiricinin sonuçlarının sınıf içi korelasyon (Intraclass Correlation Coefficient - ICC) derecesi incelenir. Phi (basit korelasyon), Kappa (rastlantı açısından düzeltme yapılmış) ve Kendall's tau (sıralı veriler için) katsayıları hesaplanabilir [30].

Bu çalışmada fiziksel ağırlıklı işlerin çalışma duruşu analizlerinde kullanılan REBA yönteminin sınıf içi ve sınıflar arası güvenilirliği değerlendirilmiştir. Bu amaçla otomotiv yan sanayinde faaliyet gösteren bir firmadaki çalışma duruşları REBA yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma duruşları farklı fiziksel ağırlıklı işlerin yapıldığı işletmenin farklı departmanlarından elde edilmiştir. Kişisel hakların korunması kanunu gereği gönüllü ve izin alınan kişilerin çalışmaları video ile kayda alınmıştır. Video kayıtların incelenmesi sonucu analiz edilmek üzere taşıma işlerine ait 23, tezgah başı çalışma işlerine ait 65, montaj işlerine ait 52 ve operasyon hazırlık işlerine ait 60 farklı çalışma duruşu olmak üzere toplam 200 adet çalışma duruşu belirlenmiştir. Belirlenen çalışma duruşları, ergonomi alanında daha önce farklı eğitimler almış 4 kişi tarafından değerlendirilmiştir. 1 numaralı değerlendirici üniversitede ergonomi alanında çalışan, ergonomi alanında ders veren ve doktora tezinde duruş analizi üzerinde çalışmış 17 yıllık deneyimi olan bir akademisyendir. 2,3 ve 4 numaralı değerlendiriciler ise lisans ve yüksek lisans eğitimlerini Endüstri Mühendisliği alanında yapmış, lisans bitirme tezi, dönem projesi ve yüksek lisans tezlerinde çalışma duruşu analizi yapmış, konu ile ilgili bildirimleri olan kişilerdir. Analizler öncesinde tüm değerlendiricilere REBA yönteminin içeriğini ve uygulama detaylarını açıklayan 30 dakikalık bir eğitim verilmiştir. Çalışma duruşu analizleri için aynı ölçütlerin kullanıldığından emin olmak amacıyla tüm değerlendiricilerin Şekil 1'i kullanması zorunlu tutulmuştur. Yanıltıcı sonuçların önüne geçebilmek amacıyla belirlenen 200 adet çalışma duruşu fotoğraflararak değerlendiricilere sunulmuştur. Değerlendiricilere her bir duruşu analiz edebilmeleri için istedikleri kadar süre tanınmıştır. Yorgunluk etkisini önleyebilmek amacıyla 10 fotoğrafta bir mola verilmesi önerilmiştir.

Dört farklı değerlendirici tarafından değerlendirilen 200 adet çalışma duruşuna ait REBA analizleri için sınıf içi ve sınıflar arası güvenilirlik analizleri yapılmıştır. Belirlenen çalışma duruşlarının farklı departmanlardan elde edilmiş olmasının REBA analizinin güvenilirliğine olan etkisini de incelemek amacıyla 200 adet çalışma duruşu, tanımlı oldukları dört iş (Grup 1=taşıma, Grup 2=tezgah başı çalışma, Grup 3=montaj, Grup 4=operasyon hazırlık) grubuna

ayrılarak her bir gruba ait REBA analizlerinin de sınıf içi ve sınıflar arası güvenilirlik analizleri yapılmıştır. Güvenilirlik çalışmaları REBA yönteminin uygulama adımlarından olan A skoru, B skoru, C skoru ve Final REBA skoru üzerinden yapılmıştır. 4 değerlendiricinin analiz sonuçları sınıflar arası güvenilirlik çalışmasının verilerini oluşturmaktadır. Sınıf içi güvenilirlik çalışmasının verilerini ise her bir değerlendiricinin farklı bir zaman diliminde gerçekleştirdiği aynı çalışma duruşlarına ait analiz sonuçlarından oluşmaktadır. Test-tekrar test yöntemi uygulanarak aynı çalışma duruşları aynı değerlendiriciler tarafından bir hafta sonra yapılan 2. Oturumda tekrar analiz edilmiştir.

Güvenilirlik analizleri SPSS paket programı kullanılarak %95 güven aralığında gerçekleştirilmiştir. Güvenilirlik, sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) ile ölçülmüştür. ICC(3,1) modeli kullanılarak güvenilirlik analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu modelin kullanılmasının nedeni 4 gözlemci tarafından puanlama yapılması ve güvenilirliğin birden fazla kez ölçüm yapılsa bile tek bir gözlemcinin tek bir gözlem değeri bağlamında ölçülmesidir. ICC sonuçlarının güvenilirlik değerlendirilmesi Koo ve Li(2006) [31] tarafından yapılan sınıflandırma esas alınarak (ICC<0,5 zayıf, 0,5<ICC<0,75 orta, 0,75<ICC<0,90 yüksek, ICC>0,9 mükemmel güvenilirlik) yapılmıştır.

3. Sonuçlar ve Tartışmalar (Results and Discussions)

Yaşanan sağlık problemleri, bu rahatsızlıklar için yapılan harcamalar sıralamasında üst sıralarda yer alan ve çalışanı iş verimi, yaşam kalitesi, fiziksel ve sosyal fonksiyonlar açısından olumsuz etkileyen KİSR önemle ele alınması gereken bir konudur. KİSR önemli oranda, uygun olmayan çalışma duruşlarından kaynaklanmaktadır. Uygun olmayan çalışma duruşlarının tespit edilmesine yönelik birçok çalışma duruşu analiz yöntemi bulunmaktadır. REBA yöntemi, tüm vücudu değerlendirmesi, kas kullanımı, yük etkisini göz önünde bulundurması ve kullanım kolaylığı nedeniyle en çok uygulanan yöntemlerden biridir.

Çalışma duruşu analizlerinin doğruluğu yöntemleri uygulayan kişi, zaman dilimi veya alınan eğitimlerden ile önemli ölçüde etkilenmektedir. Bu noktada çalışma duruşu analiz yönteminin sınıf içi ve sınıflar arası güvenilirlik analizi kritik önem taşımaktadır. Literatürde REBA yönteminin uygulamasına yönelik pek çok çalışma bulunmasına rağmen REBA yönteminin güvenilirliğine dair az sayıda çalışmaya rastlanmaktadır.

Bu nedenle REBA yönteminin sınıf içi ve sınıflar arası güvenilirlik analizlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla otomotiv yan sanayi sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın çeşitli departmanlarından elde edilen çalışma duruşları incelenmiştir. Dört farklı iş grubuna ait olan 200 farklı çalışma duruşu 4 farklı değerlendirici tarafından 2 ayrı oturumda REBA analizine tabi tutulmuştur. Sonuçları etkileyebilecek faktörleri kontrol altına almak adına tüm değerlendiriciler için aynı koşullar sağlanmıştır. Yöntem ile ilgili aynı eğitim verilmiş, aynı değerlendirme tablosu kullanılmış, yorgunluk etkisini azaltmak için molalar verilmiştir. 1. oturum ve 2. Oturum değerlendirmeleri aynı koşullar altında gerçekleştirilmiştir. Değerlendiriciler tarafından yapılan skorlamaların (A skoru, B skoru, C skoru, final REBA skoru) güvenilirliği %95 güven aralığında SPSS programı ile hesaplanan sınıf içi korelasyon katsayısı bakımından değerlendirilmiştir.

3.1. Sınıf İçi Güvenilirlik (Intra-class Reliability)

Sınıf içi güvenilirlik analizi, aynı skorun aynı değerlendirici tarafından 2 ayrı oturumda yapılan değerlendirme sonuçları baz alınarak gerçekleştirilmiştir. Değerlendiriciler tarafından 2 farklı oturumda belirlenen REBA skorlamalarının %95 güven aralığında gerçekleştirilen sınıf içi güvenilirlik analizi sonuçları Tablo 1'de gösterilmektedir.

Örneğin, A skoru için Değerlendirici 1'in 1. Oturum ve 2. Oturum skorlamalarının sınıf içi korelasyon katsayısı 0,952, alt sınır değeri 0,937, üst sınır değeri 0,964'dur. Sınıf içi korelasyon katsayılarına göre tüm değerlendiricilerin A skoru, C skoru ve Final REBA Skoru analizleri mükemmel güvenilirliktedir. B skoruna ait değerlendirmelerin ise yüksek güvenilirlikte olduğu görülmektedir.

Sınıf içi güvenilirlik analizi sonucunda her bir değerlendiricinin iki oturumda REBA yönteminin mükemmel güvenilirlikte gerçekleştirdiği görülmüştür. Bu sonuca dayanarak REBA yönteminin anlaşılır ve kolay uygulanabilir bir yöntem olduğu söylenebilir.

Belirlenen çalışma duruşlarının farklı departmanlardan elde edilmiş olmasının REBA analizinin güvenilirliğine olan etkisini de incelemek amacıyla taşıma işlerine ait 23 çalışma duruşu Grup 1, tezgah başı çalışma işlerine ait 65 çalışma duruşu Grup 2, montaj işlerine ait 52 çalışma duruşu Grup 3 ve operasyon hazırlık işlerine ait 60 farklı çalışma duruşu Grup 4 olarak tanımlanmıştır. Tanımlanan her bir gruba giren çalışma duruşlarına ait REBA skorlamaları için sınıf içi güvenilirlik analizleri yapılarak analiz sonuçları Tablo 2'de sunulmaktadır. Sınıf içi korelasyon katsayılarına göre tüm değerlendiricilerin A skoru, C skoru ve Final REBA Skoru analizleri mükemmel güvenilirliktedir. B skoruna ait değerlendirmelerin ise yüksek güvenilirlikte olduğu görülmektedir. Bu sonuç çalışma duruşlarının iş gruplarına ayrılmaksızın yapılan REBA güvenilirlik

analiz sonuçları ile paraleldir. REBA analizinin güvenilirliğinde iş gruplarına göre herhangi bir değişim olmamıştır.

3.2. Sınıflar Arası Güvenilirlik (Inter-class Reliability)

Sınıflar arası güvenilirlik aynı skor için farklı değerlendiriciler tarafından yapılan skorlamalar baz alınarak analiz edilmiştir. Sınıflar arası güvenilirliğin analiz edilebilmesi için 4 farklı değerlendiriciye ait REBA skorları (A, B, C, Final REBA skoru) kullanılmıştır. 1. Oturum ve 2. Oturum için sınıflar arası güvenilirlik analizleri ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. 4 değerlendirici için sınıflar arası güvenilirlik analiz edilmiştir. %95 güven aralığında gerçekleştirilen analiz sonuçları Tablo 3'te gösterilmektedir.

4 değerlendirici arasındaki 1. oturumda yapılan değerlendirmelerde A skoru (ICC=0,871), C skoru (ICC=0,844) ve final REBA skorunun (ICC=0,852) yüksek güvenilirlikte olduğu görülmektedir. B skoru (ICC=0,704) orta seviye güvenilir olduğu görülmektedir. 1. oturum 4 değerlendirici arasındaki puanlama değerlerine göre A skoru, C skoru ve Final REBA skoru puanlamaları yüksek güvenilirliktedir. 4'lü değerlendirmeler için de B skorunun orta güvenilirlikte olduğu tespit edilmiştir. 2. Oturum 4 değerlendirici arasındaki güvenilirlik analizlerine göre A skoru (ICC=0,927) mükemmel, B skoru (ICC=0,817), C skoru (ICC=0,884) ve Final REBA skoru (ICC=0,883) yüksek seviyede güvenirdir. 2. oturum 4 değerlendirici arasındaki puanlama değerlendirmelerine göre A skoru

Tablo 1. Sınıf içi güvenilirlik analizi (Intra-class reliability analysis)

	A skoru	B skoru	C skoru	Final REBA Skoru
Değerlendirici 1	0,952 (0,937-0,964)	0,879 (0,840-0,908)	0,939 (0,919-0,954)	0,938 (0,918-0,953)
Değerlendirici 2	0,958 (0,945-0,969)	0,880 (0,842-0,909)	0,946 (0,929-0,960)	0,943 (0,925-0,957)
Değerlendirici 3	0,942 (0,923-0,956)	0,808 (0,746-0,854)	0,958 (0,944-0,968)	0,952 (0,937-0,964)
Değerlendirici 4	0,918 (0,891-0,938)	0,851 (0,803-0,887)	0,932 (0,910-0,949)	0,923 (0,898-0,942)

Tablo 2. İş gruplarına göre sınıf içi güvenilirlik analizi (Intra-class reliability analysis based on work groups)

	A skoru	B skoru	C skoru	Final REBA Skoru
Grup 1	Değerlendirici 1	1,000 (1,000-1,000)	0,960 (0,905-0,983)	1,000 (1,000-1,000)
	Değerlendirici 2	0,980 (0,954-0,992)	0,919 (0,809-0,966)	0,950 (0,881-0,979)
	Değerlendirici 3	0,972 (0,933-0,988)	0,901 (0,766-0,958)	0,992 (0,981-0,997)
	Değerlendirici 4	0,944 (0,867-0,976)	0,872 (0,698-0,946)	0,942 (0,863-0,975)
Grup 2	Değerlendirici 1	0,949 (0,916-0,969)	0,868 (0,784-0,920)	0,914 (0,860-0,948)
	Değerlendirici 2	0,965 (0,942-0,978)	0,841 (0,739-0,903)	0,947 (0,914-0,968)
	Değerlendirici 3	0,951 (0,920-0,970)	0,765 (0,615-0,857)	0,937 (0,898-0,962)
	Değerlendirici 4	0,912 (0,856-0,947)	0,756 (0,567-0,839)	0,931 (0,887-0,958)
Grup 3	Değerlendirici 1	0,943 (0,900-0,967)	0,901 (0,828-0,943)	0,920 (0,860-0,954)
	Değerlendirici 2	0,931 (0,879-0,960)	0,835 (0,713-0,905)	0,902 (0,829-0,944)
	Değerlendirici 3	0,928 (0,874-0,958)	0,909 (0,841-0,948)	0,945 (0,904-0,968)
	Değerlendirici 4	0,920 (0,860-0,954)	0,875 (0,782-0,928)	0,904 (0,816-0,939)
Grup 4	Değerlendirici 1	0,950 (0,916-0,970)	0,789 (0,646-0,874)	0,918 (0,862-0,951)
	Değerlendirici 2	0,950 (0,916-0,970)	0,938 (0,896-0,963)	0,959 (0,932-0,976)
	Değerlendirici 3	0,907 (0,845-0,945)	0,758 (0,529-0,832)	0,955 (0,925-0,973)
	Değerlendirici 4	0,905 (0,811-0,932)	0,884 (0,806-0,931)	0,948 (0,913-0,969)

Tablo 3. Sınıflar arası güvenilirlik analizi (Inter-class reliability analysis)

	1-2-3-4	1-2-3	1-2-4	1-3-4	2-3-4	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
A skoru	1. ot.	0,871	0,881	0,809	0,806	0,837	0,804	0,804	0,689	0,887	0,708
	2. ot.	0,927	0,945	0,881	0,885	0,900	0,901	0,907	0,786	0,951	0,794
B skoru	1. ot.	0,704	0,663	0,578	0,633	0,681	0,482	0,544	0,463	0,663	0,486
	2. ot.	0,817	0,793	0,731	0,749	0,799	0,659	0,655	0,635	0,819	0,637
C skoru	1. ot.	0,844	0,843	0,755	0,774	0,832	0,712	0,741	0,622	0,887	0,685
	2. ot.	0,884	0,903	0,815	0,823	0,858	0,822	0,832	0,692	0,927	0,722
Final REBA skoru	1. ot.	0,852	0,847	0,771	0,787	0,838	0,728	0,743	0,652	0,884	0,696
	2. ot.	0,883	0,903	0,815	0,820	0,854	0,827	0,830	0,689	0,927	0,712

yüksek-mükemmel sınır seviyesinde, B skoru C skoru ve final REBA skoru puanlamaları yüksek güvenilirliktedir. Tablo 3'e göre değerlendiricilerin skorlamalarına dayanarak A skoru, B skoru ve C skoru ve Final REBA skoru için farklı oturumların sınıf içi korelasyon katsayıları kıyaslandığında 2. oturumdaki değerlerin 1. oturumda yapılan değerlendirmelere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Örneğin, B skoru için tüm değerlendiricilerin 1. Oturum ICC değeri 0,704 iken 2. Oturum ICC değeri 0,817'dir. Yapılan analiz sayısı arttıkça öğrenme eğrisinin devreye girmesi sonucu 2. Oturum değerlendirmelerinin 1. Oturum değerlendirmelerine göre daha güvenilir sonuçlar verdiği görülmektedir.

Sınıflar arası güvenilirlik analizlerine göre en yüksek güvenilirlik A skorunda meydana gelmektedir. A skoru için boyun, gövde ve bacaklar duruşu değerlendirilmektedir. Bu bakımdan boyun, gövde ve bacaklar için vücudun diğer bölümlerine göre daha güvenilir bir değerlendirme yapıldığı görülmektedir.

A skoru için duruş puanına ek olarak yük/kuvvet skoru hesaba katılmaktadır. Yük/kuvvet skoru yapılan işte sarf edilen kuvvet veya maruz kalan yükün etkisidir. Tablo 4 verilerine göre yük/kuvvet skorunun mükemmel güvenilirlikte olduğu görülmektedir. Yük/kuvvet skorunun, kabul edilen ölçütler doğrultusunda nicel bir değerlendirme sonucu belirlendiği için kişisel yorumlardan daha az etkilendiği ve güvenilirliğinin yüksek olduğu söylenebilir.

Güvenilirlik analizlerine göre B skorunun güvenilirliğinin diğer puanlandırmalara göre daha düşük olduğu görülmektedir. B skoru kol ve bilek duruşunun analiz edildiği bölümdür. Tablo 4 verilerine dayanarak A skoruna kıyasla, B skoru sınıf içi korelasyon katsayısı

değerinin düşük olması nedeniyle kol ve bilek duruşunun kişisel olarak farklı yorumlamalara daha açık olduğu görülmektedir. B skorunun belirlenmesinde etkisi olan bir diğer faktör kavrama skorudur. Tablo 5'te görüleceği üzere kavrama skoru güvenilirliği tüm değerlendiriciler ve değerlendiricilerin 3lü gruplar halinde analizine göre orta seviyededir. Değerlendiriciler arası 2'li güvenilirlik analizlerine göre düşük seviyededir. B postür skoru ve kavrama skoru için belirlenen ölçütlerin kişisel olarak farklı değerlendirmelere açık olması nedeniyle B skorunun güvenilirliğinin A skoruna göre daha düşük olduğu söylenebilir.

C skoru, ulaşılan A ve B skorları kullanılarak bir tablo üzerinden belirlenmektedir. Sınıf içi ve sınıflar arası yüksek güvenilirlik göstermesi nedeniyle C skoru tablosunun B skorundaki sapmaları giderebilen bir ölçek olduğu söylenebilir.

Final REBA skorunun hesabında C skoru ve aktivite skorunun toplamı baz alınmaktadır. Tablo 6'daki güvenilirlik analizine göre aktivite skorunun tüm değerlendiriciler için ilk oturumda orta seviye güvenilir olduğu görülmektedir. 2. Oturum için 4 değerlendirici arasında yapılan analizde aktivite skorunun yüksek güvenilirlikte olduğu görülmektedir. 3'lü ve 2'li yapılan değerlendirmelerde aktivite skorunun her iki oturum için orta seviye güvenilir olduğu görülmektedir. Sonuç olarak aktivite skoru için belirlenen ölçütlerin kişisel olarak farklı değerlendirmelere açık olduğu söylenebilir. Çalışma duruşlarının farklı departmanlardan elde edilmiş olmasının REBA analizinin güvenilirliğine olan etkisini de incelemek amacıyla 200 adet çalışma duruşu, dört iş grubuna ayrılarak her bir gruba ait REBA analizlerinin de sınıflar arası güvenilirlik analizleri yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları Tablo 7'de gösterilmektedir.

Tablo 4. A puanı ve yük/kuvvet skoru sınıflar arası güvenilirliği (Intra-class reliability analysis of point A and force/load score)

		1-2-3-4	1-2-3	1-2-4	1-3-4	2-3-4	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
A puanı	1. ot.	0,866	0,874	0,800	0,801	0,835	0,788	0,795	0,679	0,884	0,704	0,702
	2. ot.	0,923	0,941	0,876	0,879	0,897	0,895	0,899	0,777	0,948	0,793	0,797
Yük/Kuvvet	1. ot.	0,983	0,974	0,981	0,974	0,980	0,959	0,942	0,988	0,983	0,971	0,954
	2. ot.	0,984	0,977	0,981	0,976	0,982	0,959	0,947	0,988	0,989	0,971	0,960

Tablo 5. Postür skoru, yük/kuvvet skoru ve kavrama skoru güvenilirlik analizi (Reliability analysis of posture score, force/load score, coupling score)

		1-2-3-4	1-2-3	1-2-4	1-3-4	2-3-4	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
B puanı	1. ot.	0,676	0,642	0,539	0,607	0,642	0,433	0,543	0,438	0,635	0,444	0,532
	2. ot.	0,826	0,807	0,748	0,774	0,789	0,673	0,709	0,691	0,805	0,633	0,688
Kavrama	1. ot.	0,764	0,824	0,587	0,574	0,740	0,672	0,669	0,219	0,913	0,323	0,255
	2. ot.	0,780	0,821	0,638	0,631	0,752	0,686	0,682	0,360	0,886	0,434	0,408

Tablo 6. Aktivite skoru sınıflar arası güvenilirliği (Intra-class reliability analysis of activity score)

		1-2-3-4	1-2-3	1-2-4	1-3-4	2-3-4	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
Aktivite	1. ot.	0,762	0,679	0,649	0,726	0,759	0,454	0,570	0,605	0,710	0,582	0,730
	2. ot.	0,800	0,779	0,725	0,748	0,740	0,626	0,735	0,660	0,735	0,628	0,572

Tablo 7. İş gruplarına göre sınıflar arası güvenilirlik analizi (Intra-class reliability analysis based on work groups)

Değerlendirici	1-2-3-4	A Skoru	B Skoru	C Skoru	Final REBA Skoru	A puanı	Yük/Kuvvet	B Puanı	Kavrama	Aktivite
Grup 1	1. ot.	0,867	0,748	0,892	0,889	0,847	0,954	0,796	0,742	0,819
	2. ot.	0,906	0,733	0,897	0,885	0,891	0,954	0,875	0,746	0,633
Grup 2	1. ot.	0,886	0,600	0,834	0,850	0,888	0,974	0,606	0,749	0,682
	2. ot.	0,936	0,744	0,873	0,871	0,936	0,974	0,750	0,731	0,802
Grup 3	1. ot.	0,842	0,670	0,769	0,787	0,838	0,932	0,636	0,734	0,794
	2. ot.	0,902	0,738	0,843	0,850	0,900	0,932	0,832	0,744	0,842
Grup 4	1. ot.	0,847	0,712	0,847	0,847	0,853	0,987	0,719	0,705	0,772
	2. ot.	0,930	0,731	0,903	0,905	0,929	0,991	0,862	0,680	0,826

Tablo 7’de, 4 değerlendirici arasındaki 1. ve 2. oturumda yapılan değerlendirmelerden elde edilen REBA analizlerinin sınıflara arası güvenilirliği tüm bileşenler bazında yer almaktadır. Sonuçlar gruplar bazında incelendiğinde A skorlarının, C skorlarının ve final REBA skorlarının yüksek güvenilirlikte olduğu görülmektedir. B skorlarının ise orta seviye güvenilir olduğu görülmektedir. Tablo 7’deki iş gruplarına göre sınıflar arası güvenilirlik analiz sonuçlarının çalışma duruşlarının iş gruplarına ayrılmaksızın yapıldığı güvenilirlik analiz sonuçlarına benzer olduğu Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6’daki değerlerden de görülmektedir.

4. Sonuçlar (Conclusions)

Artan teknolojiye rağmen birçok sektörde fiziksel ağırlıklı işler çalışanlar tarafından yapılmaya devam etmektedir. Çalışanın iş yaparken maruz kaldığı uygunsuz çalışma duruşları kısa vadede işteki performansını etkilemekte uzun vade de ise çalışana meslek hastalığı olarak geri dönmektedir. Uygunsuz çalışma duruşlarının en çok sebep olduğu meslek hastalığı Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıklarıdır. Meslek hastalıkları gerek çalışan gerek işveren gerekse devlet için büyük kayıplara sebep olmaktadır. Bu kayıpların önüne geçerek çalışanın daha sağlıklı bir çalışma ortamında rahatça çalışarak yüksek performansa ulaşması bu uygunsuz duruşların doğru bir şekilde tespit edilmesine ve alınan önlemler ile ortadan kaldırılmasına bağlıdır. Bu noktada çalışma duruşlarının değerlendirilmesinde kullanılan bilimsel analiz yöntemleri daha da önem kazanmaktadır. Mevcut uygunsuzlukların doğru bir şekilde tespit edilmesi, çalışma duruşlarının analizi için kullanılan yöntemlerin güvenilirlikleri ile doğrudan ilintilidir. Fiziksel ağırlıklı işlerde çalışma duruşlarını analiz etmek için kullanılan REBA yöntemi, tüm vücudu değerlendirme ve yük etkisini de göz önünde bulundurma avantajı ve kolay uygulanabilirliği nedeniyle tercih edilmektedir.

Bu çalışmada fiziksel ağırlıklı işlerin analizinde sıklıkla kullanılan REBA yönteminin güvenilirliği, yoğun fiziksel işlerin yer aldığı otomotiv yan sanayinde yürütülen çalışma ile analiz edilmiştir. Dört farklı değerlendirici tarafından değerlendirilen 200 adet çalışma duruşuna ait REBA analizleri için sınıf içi ve sınıflar arası güvenilirlik analizleri yapılmıştır. Belirlenen çalışma duruşlarının farklı departmanlardan elde edilmiş olmasının REBA analizinin güvenilirliğine olan etkisini de incelemek amacıyla 200 adet çalışma duruşu, tanımlı oldukları dört iş grubuna ayrılarak her bir gruba ait REBA analizlerinin de sınıf içi ve sınıflar arası güvenilirlik analizleri yapılmıştır. Güvenilirlik çalışmaları REBA yönteminin uygulama adımlarından olan A skoru, B skoru, C skoru ve Final REBA skoru üzerinden yapılmıştır.

REBA yönteminin güvenilirliği için yapılan bu çalışma sonucunda sınıf içi güvenilirliğin yüksek olduğu görülmektedir. Ortaya çıkan bu sonuç yöntemin tercih sebeplerinden biri olan anlaşılır ve kolay uygulanabilir bir yöntem olduğunu doğrulamaktadır. Gruplara göre yapılan güvenilirlik analizinin sonuçlarına göre de REBA analizinin güvenilirliğinde iş gruplarına göre herhangi bir değişim olmamıştır. Sınıflar arası güvenilirlik uygulamasında 2. Oturum güvenilirliğinin 1. Oturuma göre daha yüksek olduğu açıkça görülmektedir. Bu noktada analiz yapma sayısı arttıkça öğrenme eğrisinin devreye girmesi ile daha güvenilir sonuçlar alınması tespit edilmiştir. Sınıflar arası güvenilirlik A skoru, C skoru ve final REBA skoru için yüksek olmasına rağmen B skoru için orta derecedir. Bu sonuç B skorunu oluşturan postür skoru ve kavrama skorunun kişisel yorum ve farklı değerlendirmelere daha açık olduğunu göstermektedir. Bu noktada risk değerlendirmesinde kullanılan final REBA skorunun hesaplanmasında bir girdi olan B skorunun güvenilirliğinin artırılması ile REBA yönteminin güvenilirliğini artırılacağı açıktır. B skoru analiz güvenilirliğinin artırılması amacı ile REBA eğitimlerinde kol ve bilek duruşlarına ait değerlendirme ölçütlerinin daha detaylı

açıklanması ve kavrama skoru ölçütlerinin kişisel yorumların önüne geçecek şekilde yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Ek olarak, final REBA skoru için bir girdi olan aktivite skorunun orta seviye güvenilir olduğu tespit edilmiştir. Bu noktada aktivite skoru için belirlenen ölçütlerin kişisel yorum ve değerlendirmelere açık olduğu ve gözden geçirilerek düzenlenmesi sonucu final REBA skorunun güvenilirliğinin artırılmasına katkı sağlanabileceği söylenebilir.

Bu çalışma ile REBA yönteminin güvenilirliği, otomotiv yan sanayinde faaliyet gösteren bir firmadaki farklı iş gruplarına ait 200 adet çalışma duruşunun 4 farklı değerlendirici tarafından yapılan çalışma ile değerlendirilmiştir. İlerleyen çalışmalarda farklı sektörlerden alınacak çalışma duruşlarının daha fazla gözlemci ile değerlendirilerek güvenilirlik analizinin yapılması sonuçlarının genellebilmesi açısından faydalı olacaktır.

Kaynaklar (References)

- Yeşiltepe A., Karadağ G., Meslek Hastalığının Boyutları ve Meslek Hastalıklarından Korunmada İş Sağlığı Hemşiresinin Roller, Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi, Dokuz Eylül Üniversitesi, 12 (4), 294-302, 2019.
- Oğuzöncül A.F., Kurt O., Halk Sağlığı Bakışıyla Türkiye’de Kas İskelet Hastalıkları, Saka G, editör. Halk Sağlığı Bakışıyla Türkiye’de Kronik Hastalıklar 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri, 52-54, 2020.
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Mesleki Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları, İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 34, 2007.
- Aksüt G., Alakaş H.M., Model proposal for physically ergonomic risky personnel scheduling problem: An application in textile industry for female employees, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 38 (1), 245-256, 2023.
- Özkan N.F., Kahya E., Assessing ergonomic risks in an university’s administrative offices, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 32 (1), 141-150, 2017.
- Felekoğlu B., Taşan S.Ö., Ocaktan M.A.B., Oral A., Atıcı H., Kaya B., Ergonomic risk assessment for work-related musculoskeletal disorders: A systematic reactive / proactive integrated approach, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 32 (3), 777-793, 2017.
- Work-related musculoskeletal disorders: prevalence, costs and demographics in the EU., Erişim adresi: <https://osha.europa.eu/en/publications/work-related-musculoskeletal-disorders-prevalence-costs-and-demographics-eu/view> Erişim tarihi: 13.11.2022, 2019.
- Kocabaş M., Ağır ve Tehlikeli İşlerde Çalışan İş Görenlerde Zorlanmaya Neden Olan Çalışma Duruşlarının Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2009.
- Özay M., Doğanbatır Ç., Perakende Sektöründe Bir Süpermarkette REBA, NIOSH VE SNOOK Tabloları Yöntemlerini Kullanarak Ergonomik Risk Analizi Vaka Çalışması, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6 (3), 448 – 459, 2018.
- Houshyar E., Kim I.J., Understanding musculoskeletal disorders among iranian apple harvesting laborers: ergonomic and stop watch time studies, International Journal of Industrial Ergonomics, 67, 32-40, 2018.
- Tol G., Ergonomik Risk Değerlendirme Analizlerinin Yapılması ve Tersane Sektörüne Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2019.
- Ojha, P., Vinay, D., Assessment of physical fitness and postural discomfort among assembly workers, Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7 (1), 1812-1814, 2018.
- Gönen D., Karaoğlan A., Oral A., Ocaktan M., Cicibaş A., Bir Transformatör İşletmesinde Montaj Ünitesinin Ergonomik Analizi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21 (5), 1067-1080, 2017.
- Yener Y., Can G.F., Toktaş P., Fiziksel Zorlanma Ve Algılanan İş Yükü Düzeylerini Dikkate Alan Bir İş Rotasyonu Önerisi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 27 (1), 9 - 20, 2019.
- Şahin B.N., Kahya E., Hedef Programlama Modeli İle Ergonomik Kısıtlar Altında Montaj Hattı Dengelemesi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6, 188 – 196, 2018.
- Adar T., Delice E.K., Şehir içi toplu taşıma şoförlerinin toplam iş yüklerinin fiziksel ve zihinsel iş yükü ölçütlerine göre yeni bir

- yaklaşım ile karşılaştırılması, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 26 (1), 254-267, 2020.
17. Sain M.K., Meena M.L., Exploring the musculoskeletal problems and associated risk-factors among brick kiln workers, International Journal of Workplace Health Management, 11 (6), 395-410, 2018.
 18. Bae S.H., Kim D.H., Kim H.S., Kim K.C., Biomechanical study on the convenience of loading and unloading laundry in clothes dryer, International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, 19 (6), 907-915, 2018.
 19. De Oliveira C.C., De Paula Xavier A.A., Ulbricht L., Moro A.R.P., Belinelli M.M., Health in the rural environment: a postural evaluation of milking workers in Brazil, Cahiers Agricultures, 27 (3), 1-8, 2018.
 20. Khan MR, Singh NK., Prevalence of musculoskeletal disorders among Indian railway shayaks, International Journal of Occupational and Environmental Health, 24 (1-2), 27-37, 2018.
 21. Chatterjee A, Sahu S., A physiological exploration on operational stance and occupational musculoskeletal problem manifestations amongst construction labourers of West Bengal, India, Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation, 31 (4), 775-783, 2018.
 22. Sudiarno A., Dewi D.S., Putri M.A., Bio-mechanical Assessment toward throwing and lifting process of I-LOCA (Innovative Lobster Catcher), In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Journal), 337 (1), 1-6, 2018.
 23. Çakıt E., Ergonomic assessment of airport shuttle driver tasks using an ergonomic analysis toolset, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 24 (2), 286-293, 2018.
 24. Schwartz A.H., Albin T.J., Gerberich S.G., Intra-rater and inter-rater reliability of the rapid entire body assessment (REBA) tool, International Journal of Industrial Ergonomics, 71, 111-116, 2019.
 25. Kee, D., Karwowski, W., A comparison of three observational techniques for assessing postural loads in industry. Int. J. Occup. Saf. Ergon. 13 (1), 3-14, 2007.
 26. Jones, T., Kumar, S., Comparison of ergonomic risk assessment output in four sawmill jobs, Int. J. Occup. Saf. Ergon. 16 (1), 105-111, 2010.
 27. Hignett S., McAtamney L., Rapid entire body assessment (REBA). Applied Ergonomics, 31 (2), 201-205, 2000.
 28. Gönen D., Karaoğlan A.D., Ocaktan M.A.B., Oral A., Atıcı H., Kaya B., A new risk assessment approach for the analysis of musculoskeletal disorders, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 33 (2), 423-438, 2018.
 29. Aktürk Z., Acemoğlu H., Tıbbi araştırmalarda güvenilirlik ve geçerlilik, Dicle Tıp Dergisi, 39 (2), 316-319, 2012.
 30. Bilgen Ö.B., Doğan N., Puanlayıcılar Arası Güvenirlik Belirleme Tekniklerinin Karşılaştırılması, Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi, 8 (1), 63-78, 2017.
 31. Koo T.K., Li M.Y., Güvenirlik Araştırması için Sınıf İçi Korelasyon Katsayılarını Seçme ve Raporlama Kılavuzu, Kayropratik Tıp Dergisi, 15 (2), 155-63, 2016.

