



Bir Demir-Çelik İşletmesinde Sıcak Haddeleme Sürecindeki İşlemlerin Reba Yöntemi İle Analizi

Arda ARSLAN, Muharrem ÜNVER

Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Karabük

Doi: 10.55024/buyasambid.1255338

Makale Bilgisi

Özet

Makale geçmişi:

İlk gönderim tarihi: 23.02.2023

Düzeltilme tarihi

Kabul tarihi: 27.03.2023

Yayın tarihi: 14.07.2023

Anahatar Kelimeler:

Ergonomi, REBA, Risk analizi

* Sorumlu Yazar

E-mail address:

ardaarslan37@gmail.com

Orcid

[0000-0002-7346-0193](https://orcid.org/0000-0002-7346-0193)

İşletmelerde uzun süreli sabit pozisyonlarda çalışmak ergonomik olmayan duruşlar ve işlemler nedeniyle oldukça risklidir. Çalışma ortamı çalışanların en rahat edeceği şekilde tasarlandığı durumda, hem verim artıran hem de risk azaltan iyileştirmelere uygun hale getirilebilir. Bu kapsamda çalışma duruşları ergonomik risk analizi yöntemleriyle incelenir, değerlendirilir ve çözüm yolları tartışılır. Değerlendirme sonucu risk seviyeleri gruplandırılır ve önlem seviyelerine göre işletme içinde gerekli değişiklikler uygulanır. Çalışmanın amacı Karabük Bölgesi'nde bulunan bir demir – çelik işletmesinde işçiler için riskli durumlar ortaya çıkaran eylemleri analiz etmek ve bu durumlara yönelik iyileştirmeler gerçekleştirerek çalışan sağlığını ve verimi en üst düzeye çıkarmaktır. Çalışmada sıcak haddeleme sürecinde çalışanların 3 iş duruşu, Rapid Entire Body Assesment (REBA) yöntemi ile incelenmiştir. Hammaddelerin siparişe göre kesilmesi, kesilen hammaddenin fırına gönderilmesi, hammaddenin haddeleme sürecinden geçerek istenilen boyuta gelmesi gibi süreç içerisindeki işlemler değerlendirilmiştir. Duruşların REBA skorları 3,6 ve 9 olarak bulunmuştur. Düşük, orta ve yüksek risk seviyesinde olan bu işlemlerin risk seviyesinin düşürülmesi adına tavsiyeler sunulmuştur.

Analysis Of The Operations In The Hot Rolling Process In An Iron – Steel Mill With Reba Method

Arda ARSLAN, Muharrem ÜNVER

Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Karabük

ARTICLE INFO ABSTRACT

Article history:

Received: 23.02.2023

Received in revised form

Accepted: 27.03.2023

Available online: 14.07.2023

Key words:

Ergonomics, REBA, Risk analysis

* Corresponding author.

E-mail address:

ardaarslan37@gmail.com

Working in fixed positions for a long time in enterprises is quite risky for non-ergonomic postures and operations. When the working environment is designed in a way that employees are most comfortable, various improvements can be made that both increase efficiency and reduce risk. In such cases, postures are examined by ergonomic risk analysis methods, evaluated and solutions are discussed. As a result of the assessment, the risk levels are grouped and the necessary changes are applied within the enterprise according to the measure levels.

The aim of the study is to analyze the actions that create risky situations for workers at an iron and steel enterprise located in the Karabük Region and to maximize employee health and productivity by making improvements to these situations. In the study, the work stoppages of three employees involved in the hot rolling process were examined by Rapid Entire Body Assessment (REBA) method. The processes related to the process, such as cutting the raw materials according to the order, sending the cut raw material to the furnace, passing the raw material through the rolling process and arriving at the desired size, have been evaluated. The REBA scores of the postures were found to be 3,6 and 9. Recommendations have been presented in order to reduce the risk level of these transactions, which are at a low, medium and high risk level.

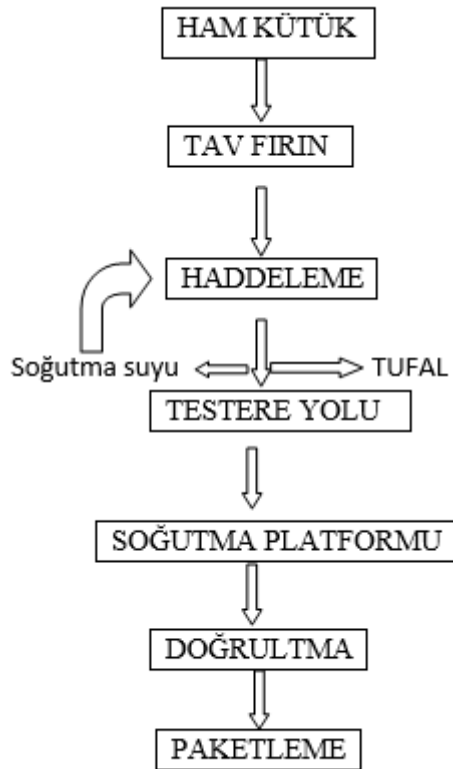
1. GİRİŞ

Gelişen teknolojinin ortaya çıkardığı yeni üretim ortamına her ne kadar otomasyon sistemleri entegre edilmeye çalışılsa da geleneksel üretim ortamı endüstrilerde hala yaygın olarak yer almaktadır. Mevcuttaki bu üretim sistemi çeşitli etkenlerin etkisiyle aksayabilmekte ve üretimdeki verimi düşürebilmektedir. Örneğin çalışanların gerek psikolojik gerek fiziksel durumlarının verime olan etkisi oldukça büyüktür. Meydana gelebilecek riskleri en aza indirerek verimin en yüksek düzeyde tutulması sağlanır. (Dizdar & Koçar, 2018)

Ergonomi ise çalışanların buldukları iş ortamını inceleyen ve çalışan – iş arasındaki uyumun sağlanmasını amaçlar. Çalışma ortamı çalışanlar için ne kadar uygunsa çalışan sağlığı da aynı oranda korunabilmektedir. (Dizdar & Ünver, 2019) Çalışanların çalışma duruşlarını değerlendirmek adına çeşitli ergonomik risk analizi yöntemleri bulunmaktadır. Rapid Entire Body Assessment (REBA) yöntemi bu yöntemlerden birisidir. Vücudun iki bölüme ayırarak vücudu bir bütün olarak inceler ve risk seviyesini belirler.

Bu çalışmanın amacı Demir – Çelik endüstrisinde yer alan bir işletmenin sıcak haddeleme sürecinde görev alan çalışanların duruşlarının incelenerek mevcut olan risk seviyelerinin düşürülmesi adına iyileştirmeler gerçekleştirmektir. Süreçte üç adet duruş REBA yöntemi ile incelenerek genel risk seviyeleri belirlenmiştir.

Sıcak haddeleme işletmesinin işlem akışını gözlemlediğimiz zaman;



Şekil 1.1 Sıcak Haddeleme İşletmesinin İş Akışı

Yukarıdaki Şekil 1.1 deki gibi işlem görmektedir. Ham kütük temini sağlandıktan sonra, gelen kütükleri müşterilerin istedikleri ebatlar ve şekiller doğrultusunda sabit hacim hesaplamaları

doğrultusunda boyutlandırılarak kesimi gerçekleştirilir. Belirlenen bölgeler oksijen kaynağı yardımı ile kesilerek vinç yardımı ile tavlama fırınına sürülmek üzere fırın stok alanında bekletilmektedir.

Tavlama fırınının kendi sıcaklığını sabit tutması için bir bilgisayar programı kullanılmaktadır. Bu program sayesinde fırının sıcaklığını sabit 1200 C° olmalıdır.

Tavlanan çelik mekanik bir itme sistemi yardımı ile fırından çıkartılır ve yürüyen bant yardımı ile haddeleme platformuna taşınır. Bu platformda usta başının bilgi ve tecrübesi ile istenilen ölçüleri ve şekli elde edebilmek için öncesinden merdaneler ayarlanır ve birkaç denemenin ardından istenilen merdane ayarları sağlanmış olunur. İstenilen ayarlamalar yapıldıktan sonra seri üretime geçilir.

Haddeleme platformundan çıkan sıcak çekilmiş çelik, yürüyen bant yardımıyla testere ile kesime gider. Bu kesim işlemi önceden ayarlanan takoza, çeliğin başının yerleştirmesi ve testere ile arasında oluşan mesafenin hesaplanıp müşterinin istediği ölçülerde kesilmesini sağlayan bir sistemdir. Testere uzaktan kontrol edilir ve tamamen insan zekasına ve pratiğine ihtiyaç duyulan bir sistemdir.

Testereden sonra çelik soğutma platformuna ve sonrasında paketlemeye geçerek müşteriye nakliyesi gerçekleşir. Sıcak çekme tesislerinin genelinde bahsedilen işlemlerin çoğunluğu insan kuvvetine dayalı işlemlerdir.

Bunların ergonomik açıdan incelenmesi için çalışmanın bir sonraki bölümünde REBA yöntemine dair bir literatür taraması, ikinci bölümünde çalışmada kullanılan risk analizi yöntemi detaylarıyla anlatılmıştır. Üçüncü bölümde ise uygulama yapılmış ve son olarak sonuç bölümünde de yapılması gereken değişiklikler belirlenmiştir.

İlgili Çalışmalar

Aydın (2021) perakende sektöründe gerçekleşen büyüme oranının sonucunda sektörün incelenmesi amaçlamış ve bu çalışmada perakende sektöründe bulunan bir işletmede taşıma ve reyon işlemlerinde görev alan çalışanların çalışma duruşlarını incelemiştir. NIOSH ve REBA yöntemleri ile uygulama yapmıştır. Değerlendirmeler sonucunda çalışanların duruşlarının yüksek risk seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın son kısmında risk seviyelerinin düşürülmesi adına çeşitli iyileştirme önerileri sunulmuştur. Bu öneriler sonucu REBA skoru 9 puandan 3 puana düşürülmüştür.

Eyvazlou ve arkadaşları (2021) yapmış oldukları çalışmada diş hekimleri üzerinde farklı ergonomik risk analizi uygulamalarını karşılaştırarak hem diş hekimlerinin kas-iskelet sistemi bozuklukları için öneride bulunmuşlardır hem de ergonomik risk analizi uygulamalarını karşılaştırarak hangi uygulamanın en ideal sonuca ulaştığını gözlemlemiştir. Yapılan çalışma göstermektedir ki; diş hekimlerinin kas-iskelet bozukluğu rahatsızlıkları ortalama düzeyin üzerindedir ve yapılan uygulamalar içerisinde en ideal çözümü REBA yöntemi vermiştir.

Jahromi ve arkadaşları (2022) Şiraz Üniversitesi Rehabilitasyon Fakültesi son sınıf öğrencileri üzerinde kas-iskelet sistemi bozukluklarını değerlendirmişlerdir. Değerlendirmeye 22 ile 42 yaş grupları arasındaki kıdemli fizik tedavi uzmanları yer almaktadır. Çalışmada öncelikli olarak İskandinav Kas-İskelet Anketi kullanılarak uzmanların kendi beyanları ile sıkıntı duydukları rahatsızlıklar değerlendirilmiştir, yapılan anket sonrası mevcut çalışma ortamlarında REBA analizi

yapılmış, anket çalışması ve REBA çalışması arasında anlamlılık düzeylerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Ahmad ve arkadaşları (2021) tekstil endüstrisinde kesme ve dikme işlemini yürüten çalışanların toplam 180 duruş üzerindeki video kayıtları ve röportajlar ile REBA analizini gerçekleştirmişlerdir. Yapılan çalışma ana sebep olan risk sebeplerinin el bileği, alt kol ve boyuna bağlı hareketlerden kaynaklandığı ortaya koymuştur. Çalışma küçük ve orta ölçekli işletmelerde iş verimliliği artırmak ve ergonomik risk düzeylerini düşürmek için tekstil sektörü için önemli bir örnektir.

Modak (2010) 42 belediyenin katı atık toplama personelleri üzerinde İskandinav Kas İskelet Anketi ile öncelikli olarak değerlendirdiklerinde çalışanların %88'den fazlasının önde gelen kas-iskelet rahatsızlığının bel bölgesi ve omuzlar olduğunu tespit edilmiştir. Yapılan REBA analizinde bu sonuçları doğrulanmış ve acil müdahale gerektiği tespit edilmiştir. Yapılan analiz sonuçları doğrultusunda katı atık toplayan personel için kullanılan araçların revizyonu önerilmiştir.

Rajendran ve arkadaşları (2021) tüm işletmeler için kabul görülmüş ergonomik sorunları literatürce kabul görülmüş analiz yöntemleri ile analiz edilerek risk düzeylerini belirlemiştir. Yapılan çalışmada çalışanların kaldırma, indirme, itme, çekme ve titreşime maruz kalmaları üzerinde yoğunlaşarak RULA, REBA vb. yöntemleri kullanıp çalışmayı analiz etmişlerdir. Yapılan analizlerin ortalaması bizlere maruz kalınan çalışma pozisyonlarının ciddi risk düzeyinde oldukları ve gerekli müdahalelerin yapılması gerektiği yönündedir.

Patrao ve arkadaşları (2022) tıbbi laboratuvar uzmanlarının Kas-iskelet bozukluğu tespit etmek ve önerilerinde bulunmak için farklı ergonomik risk analizi uygulamalarını REBA yöntemi yardımı ile güvenilirliğini test etmişleridir. Yapılan çalışmada farklı branşlarda çalışan tıbbi laboratuvar uzmanlarının sırt ve boyun bölgelerindeki risk düzeyleri yüzdesel olarak belirlenmiş ve REBA analizi ile anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Qureshi ve Solomon (2021) Hindistan'ın Maharashtra bölgesindeki küçük ve orta ölçekli dökümhanelerde yapmış oldukları ergonomik risk analizi çalışmalarında REBA ve RULO yöntemlerini kullanmışlardır. Yapılan çalışma REBA ve RULO yöntemleri arasında %75 oranında uyum sağlayarak dökümhane işletmelerinde ergonomik açıdan çalışanların yüksek risk altında olduklarını ve acil müdahale gerektiğini göstererek çözüm yöntemleri önermektedirler.

Zengin ve Asal (2020) bu çalışmada inşaat sektöründe iki çeşit ergonomik risk analizi yöntemi ile gerçekleştirilmiş çalışmaların aksine üç çeşit yöntem uygulanarak yeni bir bakış açısı getirmeyi amaçlamıştır. Çalışmada REBA, OWAS ve QEC yöntemleri kullanılarak çalışanların 39 adet duruşu incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda QEC yöntemi ile elde edilen sonuçlar ve diğer yöntemlerle elde edilen sonuçlar arasında dikkate değer bir fark görülmüştür. Analizlerin QEC yöntemi ile daha başarılı sonuçlar elde edilebileceği kararına varılmıştır.

Alakaş ve arkadaşları (2020) bu çalışmada çalışandan alınacak verim düzeyinin artırılmasının önemli olmasından dolayı bu çalışmada çalışanlar üzerinde ergonomik risk dengelemesini amaçlamışlardır. REBA yöntemi ile çalışanların duruşlarını değerlendirmişlerdir. Çalışma, orta gerilim sigorta üretimi yapan bir işletmede gerçekleştirilmiştir. 12 işçi ve 43 iş değerlendirilmiştir.

Sonuç incelendiğinde ise Çamur Hazırlama aşamasındaki risk seviyesinin en yüksek risk seviyesi olduğu görülmüştür. Tüm duruşların ortalama REBA skoru ise 7.25 olarak bulunmuştur. İyileştirme olarak çalışanların aldıkları görevlerin risk seviyelerine göre dengeli ve değişimli olarak gerçekleştirilmesi önerilmiştir.

Kaçmaz ve arkadaşları (2020) bu çalışmada imalat sektöründe yer alan bir cam üretimi işletmesinde çalışanların ergonomik risk analizi düzeyini düşürmeyi amaçlamıştır. Çalışan duruşları REBA ile analiz edilmiştir. Hedef programlama ile çalışanların görev çizelgeleri optimize edilmek istenmiştir. 31 adet duruş incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda yüksek risk seviyesinde yer alan duruşlar düşük risk seviyesine getirilmiştir.

Özay ve Özcan (2020) bu çalışmada iki işletmede çalışan 5 temizlik görevlisine ait 12 duruş incelenmiştir. Analiz REBA yöntemi ile yapılmıştır. İşler, 4 kategoriye ayrılarak inceleme şeklinde yapılmıştır. Cam silme işlemlerinin REBA skoru 4.7, makine yardımı ile taban yüzeyini temizleme işlemlerinin 7, fırça yardımı ile temizleme işleminin 6.5 olarak bulunmuştur. Çeşitli iyileştirmeler önerilerek çalışma sonlandırılmış, gelecek çalışmalar için örnek olması amaçlanmıştır.

Top ve arkadaşları (2021) bu çalışmada çeşitli nedenlerden dolayı yürüteç kullanması gereken bireyler için fonksiyonel bir ürün tasarlamayı amaçlanmıştır. REBA ve RULA yöntemleri ile CATIA V5 programında değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışma sonucu ise REBA skoru 1, RULA skoru 2 olarak bulunmuştur. Sonuçta mevcut tasarımın ergonomik açıdan uygun olduğu görülmüştür.

Kusuma (2020) bu çalışmada metal döküm işlemleri gerçekleştirilirken kullanılan basit ekipmanların kullanımı esnasında meydana gelen duruşları incelemiştir. Çalışmada duruşların iyileştirilmesi adına yeni ekipmanların geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Değerlendirmeler REBA ve RULA yöntemleri ile yapılmıştır. Mevcut durumda REBA skoru 5 ve RULA skoru 4 iken, tasarlanan yeni ekipmanlar bu puanları sırasıyla 4 ve 3'e düşürmüştür.

Wargiono ve arkadaşları (2021) bu çalışmada sınıf mobilyalarının öğrencilerin üzerinde oluşturacağı ergonomik riskleri en aza indirmeyi amaçlayarak öğrenmedeki verimi arttırmayı amaçlamıştır. REBA ve RULA yöntemleri ile değerlendirmeler yapılmıştır. Mevcut durumdaki REBA skoru 8, RULA skoru 7 puandır. Analizlerin ardından öğrenciler için ergonomik olacak mobilyalar tasarlanmıştır. Yeni mobilyaların kullanılmasının ardından yapılan anketler sonucunda öğrencilerin şikayetlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir.

Haekal ve arkadaşları (2020) bu çalışmada Endonezya – Bogar'da ilaç üretimi gerçekleştiren bir firmadaki çalışanların manuel taşıma işlemlerinde meydana gelen duruşları incelemiştir. Analizde REBA yöntemi kullanılmıştır. Toplam olarak 13 duruş değerlendirilmiş, tamamına yakının riskli duruşlar olduğu belirlenmiştir. Değerlendirmeler sonucunda iyileştirme önerileri verilerek riskin azaltılması amaçlanmıştır.

Kahya ve Söylemez (2019) jant sektöründeki fiziksel zorlanmaları inceledikleri bu çalışmada işçilerin fiziksel zorlanmalarını en aza indirmeyi amaçlamışlardır. Yıkama, kıvrırma, torna ve pres olmak üzere 4 tezgâhta gerçekleşen işlemlere ait duruş incelenmiştir. Duruşlar REBA ve QEC

yöntemleriyle incelenmiştir. Mevcut durumda REBA değerleri takip eden faaliyet sırası ile 11, 6, 7 ve 11 iken yapılan iyileştirmeler sonucu bu değerler 5'e ve 4'e düşürülmüştür.

Gerekli literatür incelenmesi sonucunda; REBA yönteminin akademik camia içerisinde kabul gören bir yöntem olduğu anlaşılmaktadır. Bu yöntemin farklı yöntemler ile karşılaştırıp değerlendirilmesi sonucu anlamlı sonuçlar ortaya konulduğu anlaşılmaktadır. Sadece ağır sanayi için değil birden fazla sektör ve eğitim kurumları için kullanılarak önemli sonuçlar elde edildiği ortaya konulmuştur. Her işletme kendi içerisinde farklılık gösterebileceği gibi her sektörde işletmeler içerisinde farklı üretim yöntemlerini bünyesinde yürütmektedir.

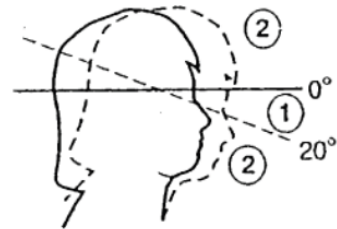
2. YÖNTEM

REBA Yöntemi

REBA yöntemi herhangi bir duruşun vücudun tamamını bir arada değerlendirilen bir ergonomik risk analizi yöntemidir. McAtamney ve Hignett tarafından geliştirilmiştir. Vücudu bölümlere ayırarak bu bölümler puanlandırılır ve elde edilen puan belirli bir risk seviyesinde bulunur. Yöntem uygulanabilirliği oldukça kolay bir şekildedir. Sabit ya da hareketli duruşların değerlendirmesi de bu yöntemle gerçekleştirilebilir (McAtamney & Hignett, 2004).

REBA yönteminde vücudun A grubu boyun, gövde ve bacak kısımlarını içermektedir. Duruşların puanlamaları aşağıdaki şekillerde gösterilmektedir. Belirlenen puanlar ile Tablo A'da denk gelen değer belirlenir. Ardından Tablo A puanlama cetveline bakılarak elde edilen değere Tablo 2.4'e göre belirlenen kuvvet/yük eklenir. Ve nihai A skoru elde edilir.

BOYUN		
Hareket	Puan	Değişim Puanı
0° – 20° bükülme	1	Boyunda bölgesinde dönme hareketi var ise +1
>20° bükülme	2	
Esneme	2	Boyunda bölgesinde omuz bölgesine doğru eğilme var ise +1



Tablo 2.1 Reba Boyun Puanlaması

B grubu üst kol, alt kol ve bilek kısımlarından oluşur. Duruşlar aşağıdaki şekillere göre puanlanır ve Tablo B puanlama cetveline bakılarak elde edilen değer belirlenir. Tablodan elde edilen değerlerin üzerine Tablo 2.8'e göre belirlenen tutuş puanı eklenir.

ÜST KOL			
Hareket	Puan	Değişim Puanı	
0° ile 20° arası bükülme	1	Omuzlar yukarı kalkırsa +1	
0° ile 20° arası esneme		Üst kolun hareketi engelleniyorsa +1	
20° ile 45° arası bükülme	2	Kollar destekliyse -1	
20° den büyük esneme			
45° ile 90° arası bükülme	3		
90° den büyük bükülme	4		

Tablo 2.5 Reba Üst Kol Puanlaması

ALT KOL		
Hareket	Puan	
60° ile 100° arasında oluşan bükülme hareketi	1	
60° den az bükülme hareketi ve 100° den fazla bükülme hareketi	2	

Tablo 2.6 Reba Alt Kol Puanlaması

BİLEK			
Hareket	Puan	Değişim Puanı	
0° – 15° bükülme 0° – 15° esneme	1	Bilek bölgesi sağ veya sol tarafa bükülüyor ise +1	
<15° bükülme >15° bükülme		2	Bilekler bölgesi dönme hareketi yapıyor ise +1

Tablo 2.7 Reba Bilek Puanlaması

B TABLOSU							
Alt Kol Puanı							
		1			2		
Üst Kol Puanı	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	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Tablo 2.8 B Tablosu Puanlama Cetveli

TUTUŞ PUANI	
Durum	Puan
Kullanılan teçhizatların el ile tutma bölgeleri uygun ve tutma kuvveti orta şiddette	0
Teçhizatın elle kavraması kabul edilebilir fakat uygun değil, bedenden destek alınıyor	1
El tutuşu kabul edilemez	2
Tutamak yok, elle tutmak ve vücutla desteklemek mümkün değil	3

Tablo 2.8 (Devamı) Reba B Skoru ve Tutuş Puanının Oluşturulması

A ve B skorları C tablosunda yerine koyularak C puanı belirlenir ve Tablo 2.9 da elde edilen aktivite yoğunluğu puanı eklenerek REBA skoru elde edilir.

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

Tablo 2.9 C Tablosu Puanlama Cetveli

AKTİVİTE YOĞUNLUĞU

Durum	Puan
Bir ve birden çok uzuv bir dakikadan daha çok sabit konumda kalmaktaysa	1
Sabit konumda bir dakika içerisinde aynı işi 4 tekrar ve fazlasını yapmaktaysa	1
Çalışanın duruşunda ani bir şekilde değişiklik oluşuyorsa	1

Tablo 2.9 (Devamı) Reba C Skoru ve Aktivite Yoğunluğu Puanının Oluşturulması

REBA skoru elde edildikten sonra skorun risk derecesi aşağıdaki tabloya göre belirlenmeli ve önlem seviyesine göre gerekli iyileştirmeler yapılmalıdır.

Derece	REBA Skoru	Risk Seviyesi	Önlem
0	1	İhmal edilebilir	Gerekli değil
1	2 – 3	Düşük	Gerekli olabilir
2	4 – 7	Orta	Gerekli
3	8 – 10	Yüksek	Kısa zaman içinde gerekli
4	11 – 15	Çok yüksek	Hemen gerekli

Tablo 2.10 Genel Skorun Oluşumu

3. BULGULAR

Uygulama Karabük'te bulunan bir Demir-Çelik işletmesinde gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada işletmede belirlenen bir departmanda çalışanlara ait 3 iş duruşu REBA yöntemiyle incelenmiştir. Duruşlar değerlendirirken önceden çekilmiş kısa videolar kullanılmıştır.



Şekil 3.1 Çalışma Duruşu I

İlk duruş yukarıda fotoğrafı verilen hammaddenin verilen sipariş için istenilen boyutlarda kesilmesi işlemidir. Boynun eğimi 20 dereceden fazla olduğunda 2 puan, gövdede duruş dik

olduğundan 1 puan ve bacak puanı yükün eşit dağılımından dolayı 1 olarak belirlenmiş ve bükülme açısı 60 dereceden fazla olduğundan +2 puan değişim puanı eklenmiştir. Taşınan yük puanı 0 olarak belirlenmiş ve A skoru 3 olarak belirlenmiştir.

B grubu kısımlarından üst kolun açısı 20 ve 45 derece arasında olduğundan 2 puan, alt kol 60 ve 100 derece arasında olduğundan 1 puan ve bilek açısı 0 ve 15 derece arasında olduğundan 1 puan olarak belirlenmiş, tutuş puanı da 0 olarak belirlenmiş ve B skoru 1 puan olarak belirlenmiştir.

A ve B skoru C tablosunda yerlerine koyularak C değeri belirlenmiş ve aktivite yoğunluğu puanı olarak 1 puan eklenerek duruşun REBA skoru 3 puan olarak belirlenmiştir.

A TABLOSU													
Boyun													
		1				2				3			
Bacaklar		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Gövde	1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	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

Taşınan yük < 5 olduğundan puan eklemesi yapılmaz.

Tablo 3.1 Reba A Skoru (I)

B TABLOSU							
		Alt Kol Puanı					
		1		2			
Bilek		1	2	3	1	2	3
Üst Kol Puanı	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	

Ekipman tutuşu uygun olduğundan puan eklemesi yapılmaz.

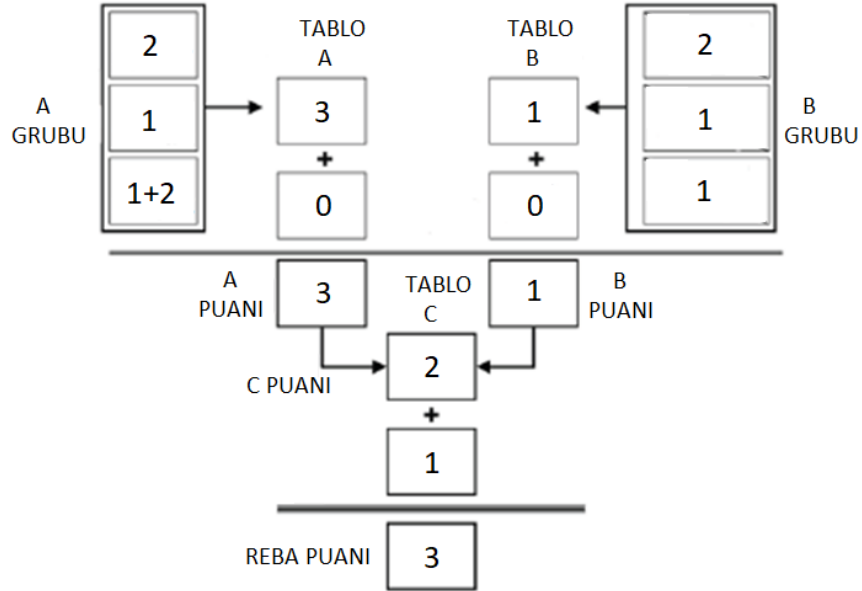
Tablo 3.2 Reba B Skoru (I)

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

Aktivite yoğunluğu
puanı +1 olarak eklenir.
REBA SKORU:3

Tablo 3.3 Reba C Skoru (I)

Yapılan işlemler Şekil 3.2’de gösterilen REBA yönteminin algoritmasında bir akış halinde gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Reba Puanı Hesaplaması Şekilsel Gösterimi (I)

Duruşun 3 olarak bulunan REBA puanı, değerlendirmede düşük risk seviyesinde bulunmaktadır. İlerleyen zamanlarda iyileştirilmelere ihtiyaç duyulabilir.



Şekil 3.3 Çalışma Duruşu II

İkinci duruş yukarıdaki fotoğrafta görünen kesilen hammaddenin fırına gönderilme işlemidir. Duruştaki boyun açısı 0–20 derece arasında olduğundan 1 puan, gövde puanı 0–20 derece arasında olduğundan 2 puan ve bacak açısı 60 dereceden küçük olduğundan dolayı puanı 1 olarak belirlenmiştir. Taşınan yük puanı olarak 3 puan eklenmiş ve A skoru 5 olarak bulunmuştur.

B skoru için değerlendirilen kısımlardan üst kol puanı 1 olarak, alt kol puanı 2 olarak ve bilek puanı 3 olarak belirlemiştir. Tutuş puanı olarak 1 puan daha eklenerek B skoru 4 olarak elde edilmiştir.

A ve B skoru C tablosundan yerine koyulmuş ve elde edilen değere 1 puan aktivite yoğunluğu puanı da eklenmiştir. Böylelikle ikinci duruşun REBA skoru 6 olarak bulunmuştur.

A TABLOSU													
Boyun													
		1			2			3					
Bacaklar		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Gövde	1	1	2	3	4	1	2	3	5	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

Taşınan yük puanı olarak +3 puan eklenir.

Tablo 3.4 Reba A Skoru (II)

B TABLOSU							
		Alt Kol Puanı					
		1					
		2					
		3					
Üst Kol Puanı	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	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9	

+1 puan tutuş puanı eklenir.

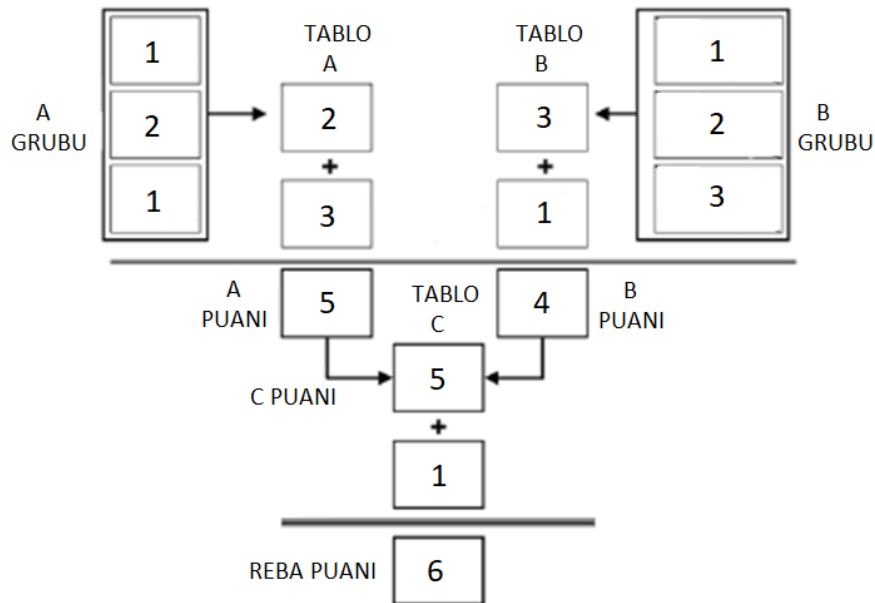
Tablo 3.5 Reba B Skoru (II)

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

Aktivite yoğunluğu puanı +1 olarak eklenir.
REBA SKORU:6

Tablo 3.6 Reba C Skoru (II)

Yapılan işlemler Şekil 3.4'de gösterilen REBA yönteminin algoritmasında bir akış halinde gösterilmiştir.



Şekil 3.4 Reba Puanı Hesaplaması Şekilsel Gösterimi (II)

Duruşun 6 olarak bulunan REBA puanı değerlendirmede orta risk seviyesinde bulunmaktadır. Bu durumda iyileştirmeler gereklidir.



Şekil 4.5 Çalışma Duruşu III

İncelenen son duruş hammaddelerin sıcak çekme işlemiyle merdanelerden şekil alarak yarı mamule çevrilmesi işleminin gerçekleştirildiği duruştur. Duruşun boyun açısı 20 dereceden fazla olduğundan 2 puan, gövde puanı hareketin gerçekleşmesi sırasında 60 dereceden fazla olduğundan 4 puan ve bacak puanı dengesiz duruşundan dolayı 2 puan olarak belirlenmiştir. Yük/kuvvet puanı olarak 2 puan eklenerek A puanı 8 olarak belirlenmiştir.

B puanı için üst kol açısının 0 – 20 derece arasında olduğundan 1 puan, alt kol puanı 2 puan olarak ve bilek açısı 15 derecenin dışında olduğundan 2 puan olarak belirlenmiştir. Tutuş puanı olarak 1 puan eklenerek B puanı 3 olarak belirlenmiştir.

A ve B puanı son tablo olarak C tablosuna koyulmuş ve aktivite puanı olarak 1 puan eklenmiştir. İşlemlerin sonucu olarak üçüncü duruşun REBA puanı 9 olarak belirlenmiştir.

A TABLOSU													
		Boyun											
		1				2				3			
Bacaklar		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Gövde	1	1	2	3	4	1	2	3	5	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

Taşınan yük puanı olarak +2 puan eklenir.

Tablo 3.7 Reba A Skoru (III)

B TABLOSU							
		Alt Kol Puanı					
		1					
		2					
		3					
		4					
		5					
		6					
		7					
		8					
		9					
Üst Kol Puanı	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	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9	

+1 puan tutuş puanı eklenir.

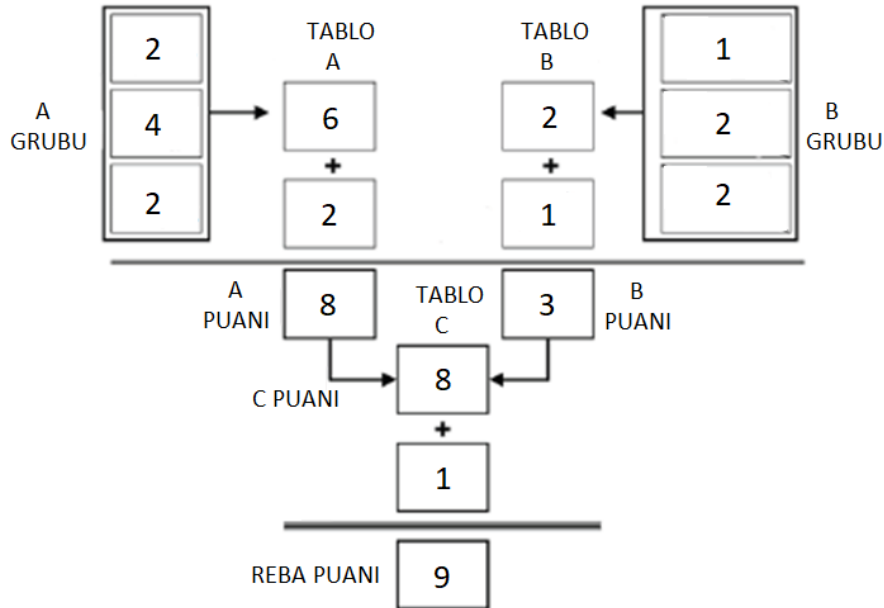
Tablo 3.8 Reba B Skoru (III)

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

Aktivite yoğunluğu puanı +1 olarak eklenir.
REBA SKORU:9

Tablo 3.9 Reba C Skoru (III)

Yapılan işlemler Şekil 3.6'de gösterilen REBA yönteminin algoritmasında bir akış halinde gösterilmiştir.



Şekil 3.6 Reba Puanı Hesaplaması Şekilsel Gösterimi (III)

Duruşun 9 olarak bulunan REBA puanı değerlendirmede yüksek risk seviyesinde bulunmaktadır. İyileştirmeler kısa zaman içerisinde gerçekleştirilmelidir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

İşletme içerisinde, çalışan sağlığı hem işletme tarafından hem de çalışan tarafından gözetilmesi gereken bir koşuldur. Ergonomik düzenlemeler işçinin iş sağlığının sağlanmasına olumlu etki eder. Bu düzenlemelerin sağlanması adına da öncelikle mevcut durumun analizi gereklidir. Bu analiz için ise çeşitli ergonomik risk analizi yöntemleri mevcuttur ve işin yapılış şekline göre uygun yöntem seçilerek analiz en doğru şekilde gerçekleştirilmelidir.

Bu çalışmada REBA yöntemiyle yapılan analizlerin sonucu üç duruş düşük, orta ve yüksek risk seviyesinde olacak şekilde 3, 6 ve 9 olarak bulunmuştur. İlk duruşun risk düzeyi kabul edilebilir bir seviye iken ikinci ve üçüncü duruşlar için düzenlemeler gerekmektedir. Bu değişikliklerin yapılandırılabilmesi ve uygulanabilirliği için uzman kişiler bilgilendirilmiş ve işletme içerisinde hem ergonomik hem de iş güvenliği açısından bu işlemlerin süreçleri değiştirilerek verimlilik ve ergonomi açısından olumlu sonuçlar alınmıştır. Çalışmanın literatüre Demir-Çelik sektörü adına farklı bir yorum ve bakış açısı kazandırarak emek yoğun süreçlerin olduğu, insan gücü ile tatbiki yapılabilen faaliyetlerin devam etmekte olan işletmelere fikir vereceği aşikârdır.

5. KAYNAKÇA

- Ahmad, A., Javed, I., Abrar, U., Ahmad, A., Jaffri, N. R., & Hussain, A. (2021). Investigation of ergonomic working conditions of sewing and cutting machine operators of clothing industry. *Industria Textila*, 72(3), 309–314. <https://doi.org/10.35530/IT.072.03.1723>
- Alakaş, H. M., Pınarbaşı, M., Sönmez, İ., & Yüksel, A. (2020). Ergonomic personnel-task scheduling problem : A medium voltage insurance. *Journal of Turkish Operations Management*, 4(2), 433–448.
- AYDIN, S. (2021). NIOSH ve REBA yöntemleri kullanılarak ergonomik risk analizi vaka çalışması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(2), 414–433. <https://doi.org/10.25092/baunfbed.887802>
- Dizdar, E.N., Koçar, Ü. (2018). " İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetim Sistemlerinde Risklerin Yapay Sınır Ağlarıyla Değerlendirilmesi ", *Academic Platform Journal of Engineering and Science* 6-3, 73-83, 2018.
- Dizdar, E.N., Ünver, M. (2019). "The assessment of occupational safety and health in Turkey by applying a decision-making method MULTIMOORA", *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 26(6), 1693-1704.
- ENSARİ ÖZAY, M., & ÖZCAN, G. (2020). Temizlik Çalışanlarının Çalışma Duruş Pozisyonlarının REBA Yöntemi ile Ergonomik Açından İncelenmesi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 122–132. <https://doi.org/10.28979/comufbed.638149>
- Eyvazlou, M., Asghari, A., Mokarami, H., Bagheri Hosseinabadi, M., Derakhshan Jazari, M., &

- Gharibi, V. (2021). Musculoskeletal disorders and selecting an appropriate tool for ergonomic risk assessment in the dental profession. *Work*, 68(4), 1239–1248. <https://doi.org/10.3233/WOR-213453>
- Haekal, J., Hanum, B., & Prasetio, D. E. (2020). Analysis of Operator Body Posture Packaging Using Rapid Entire Body Assessment (REBA) Method: A Case Study of Pharmaceutical Company in Bogor, Indonesia. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*, 06(07), 27–36. <https://doi.org/10.31695/ijerat.2020.3620>
- Jahromi, M. M., Abolahrari-Shirazi, S., Safari, S., & Haghighi, F. M. (2022). Prevalence of Musculoskeletal Disorders Risk Factors and Ergonomic Assessment of Posture among Senior Students of Rehabilitation School of Shiraz University: A Cross-sectional Study. *Journal of Rehabilitation Sciences and Research*, 9(4), 180–184. <https://doi.org/10.30476/jrsr.2022.93682.1243>
- Kaçmaz, S. Ö., Alakaş, H. M., & Eren, T. (2020). Ergonomic staff scheduling problem with goal programming in glass industry. *Journal of Turkish Operations Management*, 4(1), 369–377.
- KAHYA, E., & SÖYLEMEZ, S. (2019). JANT SEKTÖRÜNDE QEC ve REBA YÖNTEMLERİYLE ERGONOMİK RİSK DEĞERLENDİRMESİ. *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 3(2), 83–96. <https://doi.org/10.33720/kisgd.644584>
- Kusuma, T. Y. T. (2020). Analysis of Body Posture using Rapid Entire Body Assessment (REBA) and Rapid Upper Limb Assessment (RULA) to Improve the Posture of Sand Paper Machine Operators and Reduce the Risk of Low Back Pain. *Biology, Medicine, & Natural Product Chemistry*, 9(1), 21–25. <https://doi.org/10.14421/biomedich.2020.91.21-25>
- McAtamney, L., & Hignett, S. (2004). Rapid Entire Body Assessment. *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*, 31, 8-1-8–11. <https://doi.org/10.1201/9780203489925.ch8>
- Modak, P. (2010). *M Unicipal S Olid W Aste M Anagement*. 1(2010), 1–36.
- Patrao, A. I. D., Pais, S., Mohandas, L., & Shah, M. (2022). Activities of Microscopy and Pathology cause the most musculoskeletal discomfort for medical laboratory professionals - Results from a detailed ergonomic analysis. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 92(December 2021), 103349. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2022.103349>
- Qureshi, A. M., & Solomon, D. G. (2021). Ergonomic Assessment of Postural Loads in Small- and Medium-Scale Foundry Units. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series C*, 102(2), 323–335. <https://doi.org/10.1007/s40032-020-00642-y>
- Rajendran, M., Sajeev, A., Shanmugavel, R., & Rajpradeesh, T. (2021). Ergonomic evaluation of workers during manual material handling. *Materials Today: Proceedings*, 46, 7770–7776. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.283>
- Top, N., Başak, H., & Şahin, İ. (2021). Biomimetic based functional walker design and ergonomic analysis with digital human modeling. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 8(2), 618–634. <https://doi.org/10.31202/ecjse.854770>
- Wargiono, D., Hutabarat, J., & Laksmana, D. I. (2021). Analysis of Musculoskeletal Complaints

Disordered With Reba Method and Rula Method. *Journal of Sustainable Technology and Applied Science (JSTAS)*, 2(1), 9–16. <https://doi.org/10.36040/jstas.v2i1.3578>

Zengin, M. A., & Asal, Ö. (2020). Evaluation of employee postures in building construction with different ergonomic risk assessment methods. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 35(3), 1615–1630. <https://doi.org/10.17341/gazimmfd.548028>