



KAYNAK İŞLEMLERİNDE ÇALIŞAN PERSONEL İÇİN REBA METODU İLE ERGONOMİK RİSK DEĞERLENDİRMESİ: KRİYOJENİK TANK İMALATI SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Semih KANSU*, Turgay PARLAK, Ali Fuat GÜNERİ

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

Anahtar Kelimeler

İş sağlığı ve güvenliği,
Kaynak İşlemleri,
Ergonomi,
Risk Analizi,
REBA.

Öz

İmalat sanayiinde makineleşmenin yeri ve öneminin giderek artmasına rağmen; üretimin vazgeçilmez bir unsuru olan insanın etkisini kaybettiği söylenemez. Üretimde sürekliliğin sağlanması, üretimin dış bir göz tarafından izlenmesi, imalat esnasında yerinde dokunuşların yapılması ve beceri gerektiren faaliyetlerin yerine getirilmesinde en önemli faktör olan insan, çalışan olarak, bu sistem içerisindeki temel öğedir. Dolayısıyla; üretimin aksamaması, çalışanların görevlerini sağlıklı bir şekilde yerine getirebilmesi adına ergonomik çalışmalar yapılmalıdır. Hızlı Tüm Vücut Değerlendirme “Rapid Entire Body Assessment (REBA)” metodu çalışma esnasında personelin duruş, eğilme, dönme, güç uygulama ve tutuş gibi hareketler esnasında kas iskelet sisteminin maruz olabileceği ergonomik riskin kolay ve hızlı bir şekilde değerlendirilmesine imkân sağlamaktadır. Bu çalışmada REBA metodunun kriyojenik tank imalatı yapan bir firmada yapılan uygulamasına yer verilmiş olup, kaynak operasyonlarında çalışan personel için ergonomik riskin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Kaynakçı olarak çalışan 11 katılımcı için belirlenen 18 farklı çalışma duruşuna dair ergonomik risk değerlendirilmesi yapılmıştır. REBA puanları 3 ila 11 arasında gerçekleşmiş, en çok gövde (sırt), bacaklar ve kol kısımlarında zorlanmaların yaşandığı gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre uygunsuz durumlar için ergonomik risk seviyesini azaltmak adına çeşitli öneriler sunulmuştur.

ERGONOMIC RISK ASSESSMENT WITH REBA METHOD FOR THE EMPLOYEES WORKING IN WELDING OPERATIONS: AN APPLICATION IN THE CRYOGENIC TANK MANUFACTURING INDUSTRY

Keywords

Occupational Health and Safety,
Welding Operations,
Ergonomics,
Risk Assessment,
REBA.

Abstract

Although the importance and having a place of mechanization in manufacturing industry has increased; it cannot be said that human being, which is an indispensable element of production, has lost his effect. Human, as the employee, which is the most important factor in ensuring continuity in production, monitoring the production by an external eye, making on-site touches during manufacturing, and performing skillful activities, is the basic element in this system. Hence, ergonomic studies should be carried out; so that production does not go wrong and employees can perform their duties in a healthy way. Rapid Entire Body Assessment (REBA) method enables to assess the ergonomic risk of employees' that their musculoskeletal system may be exposed to, during movements such as posture, stoop, turning, applying force and holding, easily and quickly. In this study, the application of REBA method in a company which is manufacturing cryogenic tanks is given and it is aimed to evaluate the ergonomic risk for personnel working in welding operations. An ergonomic risk assessment was made for 18 different working postures determined for 11 participants working as welding operators. REBA scores were between 3 and 11, and it was observed that most of the problems were experienced in the trunk (back), legs and arms. According to the results, various suggestions have been presented in order

* İlgili yazar / Corresponding author: semihkansu1990@gmail.com, +90-554-864-8464

to reduce the ergonomic risk level for inappropriate situations.

Alıntı / Cite

Kansu, S., Parlak, T., Güneri, A. F., (2021). Kaynak İşlemlerinde Çalışan Personel için REBA Metodu ile Ergonomik Risk Değerlendirmesi: Kriyojenik Tank İmalatı Sektöründe Bir Uygulama, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 9(3), 952-968.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

S. Kansu, 0000-0003-2204-6942
T. Parlak, 0000-0003-1956-5629
A. F. Güneri, 0000-0003-2525-7278

Makale Süreci / Article Process

Başvuru Tarihi / Submission Date	09.02.2021
Revizyon Tarihi / Revision Date	23.05.2021
Kabul Tarihi / Accepted Date	27.06.2021
Yayın Tarihi / Published Date	21.09.2021

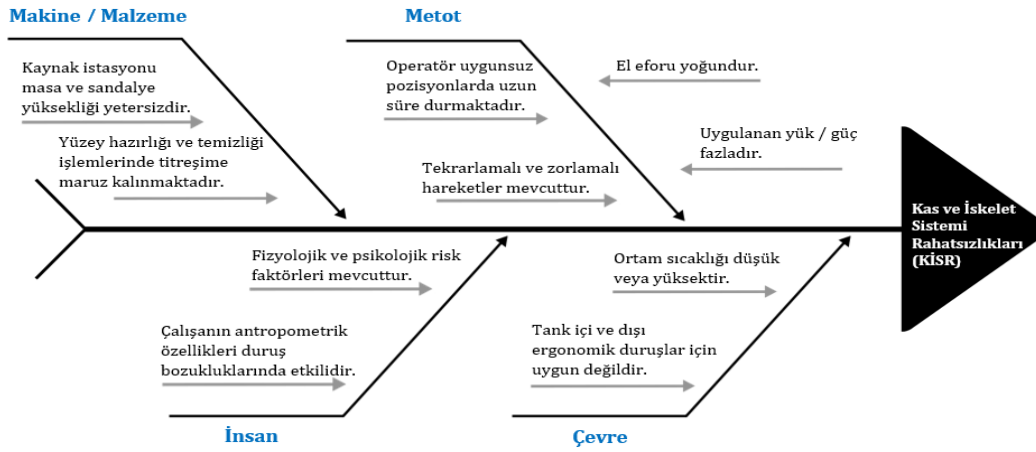
1. Giriş (Introduction)

Sanayileşmenin artmasıyla birlikte, Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları (KİSR) yaygın bir sorun haline gelmiştir. Dünya Sağlık Örgütü 2003 yılında, KİSR'lerin yaygınlığının, 2000 yılındaki yaygınlığa kıyasla 2020'de iki kattan fazla olacağını belirtmiştir (World Health Organization, 2003). Faaliyetler sırasındaki uygunsuz duruşlar KİSR olarak kendini göstermekte, çalışan performansını ve üretim kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu çalışma şekilleri KİSR'in yanı sıra kalbin ve akciğerlerin enerji tüketimini de artırır. Dolayısıyla oturma, ayakta durma, kaldırma, çekme ve itme gibi sıradan duruşlar ve hareketler için görevleri ve işyerini optimize etmek gerekir (Dul ve Weerdmeester, 2008). Bu yüzden çalışma duruşlarının ergonomik olarak incelenmesi ve değerlendirilmesi personel verimliliği, üretimin devamlılığı, kalitenin korunması, sağlık sorunlarından kaynaklanacak maddi ve manevi kayıpların önlenmesi adına önemli bir yere sahiptir (Parlak, 2017).

Ergonomi insan güvenliği, sağlığı, konforu ve performansını artıracak şekilde cihazlar, teknik sistemler ve görevler tasarlamayı amaçlamaktadır (Dul ve Weerdmeester, 2008). Çalışanların duruşları ve faaliyetleri ergonomik olarak pek çok değişik yöntem (RULA, OWAS, REBA, QEC, PLIBEL, ManTRA vb.) kullanılarak değerlendirilebilmektedir (Mert, 2014). İşyerlerindeki tehlikeleri belirleme ve riskleri değerlendirmede de çeşitli yöntemler (Fine-Kinney, Matris, FMEA vb.) kullanılmaktadır. Bu değerlendirme metotları tek başına tercih edilebileceği gibi bir karma olarak da uygulanabilmektedir. Yapılacak değerlendirmeler sonucunda üretim hattı ve planı değişiklikleri, çalışma ortamına özgü alınabilecek tedbirler, yönetsel ve teknik tedbirler, çalışanların eğitimi gibi uygulamalarla daha güvenli bir çalışma ortamı oluşturulabilir. Ayrıca kullanılan karma değerlendirme yöntemleri ile firmanın kalite yönetim sistemine yön verilebilmekte, müşteri memnuniyetsizlikleri giderilebilmekte ve böylece hizmet kalitesine katkıda bulunulabilmektedir (Kansu, 2017).

Kaynakçılık çalışma şartlarının ağırlığı, iş yoğunluğu ve el becerisi istemesi nedeniyle zorlu mesleklerdendir. Kaynak işlerinde yapılacak işte yetişmiş kalifiye personelin bulunmaması, otomasyona yönelimi %29 artırmıştır (Fryer, 2020). Uluslararası Robotik Federasyonu tarafından 2017 yıl sonu itibarıyla endüstriyel alanda 2 milyondan fazla robot olduğu, bu rakamın 2021 yılında %80 artışla 3,8 milyon olacağı; küresel robotik kaynak pazarının da 2023 yılında %8,91 büyümeyle 5,96 milyar dolara ulaşacağını tahmin edildiği belirtilmiştir (Airikka, 2020). Otomasyon sistemleri işlemin hassasiyeti ve verimliliği, hata payının azalması, üretimin sürekliliği, kullanılan malzeme israfının önlenmesi, üretimde enerji tasarrufu, maliyetin düşmesi gibi konularda olumlu katkı sağlayacaktır. Ayrıca zorlayıcı fiziksel çalışma şartları, tehlikeli çevre faktörleri gibi iş güvenliği ve işçi sağlığı açısından tehlikeli durumlara maruz kalabilecek çalışanların dolaylı olarak da olsa korunması sağlanabilecektir (Fryer, 2020).

Bu çalışmada kriyojenik tank imalatı yapan bir firmada kaynak operasyonlarında çalışanların ergonomik olarak maruz kaldıkları riskin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışanların yapılan işler esnasında sergilediği duruş ve pozisyonları; yapılan iş, çalışma süresi ve tuttıkları, kaldırdıkları veya taşıdıkları yükün ağırlığı ile orantılı olarak vücutta fiziksel zorlanmalara, yorgunluğa ve dolayısıyla verimsizliğe sebep olmaktadır. Faaliyetler esnasında sergilenen uygunsuz çalışma duruşları uzun dönemde KİSR'i beraberinde getirmektedir. Bu çalışmadaki problem kaynak operasyonlarında çalışanların KİSR'den etkilenmesi olarak tanımlanmıştır. KİSR ile alakalı olası sebeplerin tanımlanması ve probleme genel bir bakış açısı sağlamak amacıyla neden-sonuç diyagramı veya Ishikawa diyagramı olarak da bilinen balık kılçığı diyagramı tekniğinden faydalanılmıştır. Yazarlar ve uygulama yapılan firmadaki mühendisler tarafından beyin fırtınası tekniğinden faydalanılarak oluşturulan balık kılçığı diyagramı ile KİSR ile alakalı olası sebepler makine/malzeme, metot, insan ve çevre faktörleri altında değerlendirilmiştir. KİSR ile alakalı olası sebepler için oluşturulan balık kılçığı diyagramı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. KİSR ile alakalı olası sebepler için balık kılçığı diyagramı (Fishbone diagram for possible causes of MSDs)

Balık kılçığı diyagramıyla belirlenen sebeplerden özellikle metot faktörü ve kısmen makine/malzeme faktörü altındaki sebepler ergonomik açıdan uygunsuz duruşların kaynağını oluşturmaktadır. Bu sebeple, ilgili firmanın kaynak operasyonlarında çalışanların uygunsuz çalışma duruşları için REBA metodu kullanılarak ergonomik açıdan risk değerlendirmesi yapılmıştır. Bu kapsamda çalışma alanı gözlemlenmiş, belirlenen faaliyetler esnasında fotoğraflar çekilerek çalışanların duruş, uzanış, zorlanma, yüklenme gibi pozisyonlarda kas ve iskelet sistemlerinde gözlemlenen zorlanmalara sayısal değerler verilerek risk skorları tespit edilmiştir. Tespit edilen risk skorları derecelendirilerek öncelikler belirlenmiş ve risk seviyesi yüksek olan faaliyetler için önerilerde bulunulmuştur.

Çalışmanın ikinci bölümünde konuyla ilgili kaynak araştırmasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde REBA metodunun uygulanış şekli teknik olarak açıklanmış, ardından kriyojenik tank imalatı sürecinin kaynak işlemlerinde bir uygulaması verilmiştir. Dördüncü bölümde ise elde edilen uygulama sonunda elde edilen bulgular tartışılmış ve Sonuç bölümüyle çalışma sonlandırılmıştır.

2. Kaynak Araştırması (Literature Survey)

Hignett ve McAtamney (Hignett ve McAtamney, 2000) tarafından geliştirilen REBA metodu, özellikle sağlık sektörü ve hizmet endüstrisinde yer alan diğer sektörler için, tahmin edilemeyen çalışma duruşlarına duyarlı bir metot ihtiyacına yönelik olarak ortaya koyulmuştur. Günümüzde bu yöntemin hem hizmet hem de imalat endüstrisinde çok çeşitli alanlarda uygulanmasına yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Rud (Rud, 2011) kargo işi yapılan bir şirkette, kutuların kaldırılma yüksekliğini REBA ile incelemiştir. Serratos-Perez ve diğerleri (Serratos-Perez vd., 2011) eksenrik millerinin imalatında çalışanların ergonomik olarak değerlendirilmesinde REBA yönteminden faydalanmıştır. Sağiroğlu, Coşkun ve Erginel (Sağiroğlu vd., 2015) REBA yöntemi ile bir üretim hattında yer alan 10 adet iş istasyonunu değerlendirmiş ve gerekli iyileştirme önerilerini sunmuştur. Atıcı, Gönen ve Oral (Atıcı vd., 2015) otomotiv sektörü için kablo üretimi yapılan bir işyerinde REBA metodu ile değerlendirmeler yapmıştır. Madani ve Dababneh (Madani ve Dababneh, 2016) çalışmasında REBA metodu ile sağlık çalışanlarının duruşları üzerinde inceleme yapmıştır. Erginel, Toptancı ve Acar (Erginel vd., 2018) mobilya üretimi yapılan bir işletmede çalışan duruşlarını bulanık REBA yöntemi ile değerlendirmiştir. Lascano ve ark. (Lascano vd., 2019) Ekvador'da et endüstrisinde faaliyet gösteren bir firmanın kesim alanında çalışan işçilerin yaptıkları işe bağlı olarak zorunlu duruşlara dayalı risk seviyesini belirlemeyi amaçlamıştır. Kâhya ve Gürleyen (Kahya ve Gürleyen, 2018) kombi imalatı yapan bir işletmenin montaj hattında belirledikleri 15 istasyonun ergonomik açıdan risk değerlendirmesini yapmıştır. Am-Eam ve ark. (Am-Eam vd., 2019) bir bakım atölyesinde çalışan ve günde 22 bozuk makineyi tamir etmek zorunda olan 8 işçi için, bel ağrısı problemlerine sebep olan çalışma pozisyonlarını REBA yöntemi ile değerlendirmiştir. Dwyer ve ark. (Dwyer vd., 2020) çalışmalarında robotik genel cerrahların duruşlarını değerlendirmek için REBA ve RULA yöntemlerini kullanmıştır. Joshi ve Deshpande (Joshi ve Deshpande, 2019) ergonomik risk değerlendirme teknikleri olan OWAS, REBA ve RULA'nın genel bir karşılaştırmasını yapmıştır. Enez ve Nalbantoğlu (Enez ve Nalbantoğlu, 2015) ormancılık işçilerinin hasat sırasındaki farklı çalışma duruşlarını OWAS ve REBA kullanarak incelemiştir. Kee, Na ve Chung (Kee vd., 2020) simetrik ve asimetrik vücut duruşları için maksimum tutma sürelerini ölçmeye ve değerlendirmeye çalışmışlardır. Tüm bunlarla birlikte REBA metodu hem tek başına hem de diğer yöntemlerle birlikte kullanılarak farklı alanlarda çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Son yıllarda REBA metodunu kullanan araştırmacılar ve çalışma alanları (Researchers who used the REBA method and their fields of study in recent years)

NO	YIL	YAZARLAR	ÇALIŞMA YAPILAN ALAN
1	2005	Coyle (Coyle, 2015)	Süpermarket endüstrisindeki manuel elleçleme işlemleri
2	2006	Janovitz ve ark. (Janowitz, 2006)	Hastane ortamı
3	2006	Sa ve ark. (Sa vd., 2006)	Diş hizmetlerde postüral stres
4	2009	Ghazali ve ark. (Ghazali vd., 2009)	Bilgisayar laboratuvarı
5	2010	Atasoy ve ark. (Atasoy vd., 2010)	Laboratuvar çalışanları
6	2010	Gentzler ve Stader (Gentzler ve Stader, 2010)	İtfaiyeciler ve acil tıp teknikerleri
7	2012	Chiasson ve ark. (Chiasson vd., 2012)	Farklı sektörlerdeki iş istasyonlarının karşılaştırılması
8	2012	Hashim ve ark. (Hashim vd., 2012)	Okul atölyesi
9	2012	Kahraman (Kahraman, 2012)	Ergonomik risk değerlendirme yöntemleri
10	2013	Shanahan ve ark. (Shanahan vd., 2013)	İnşaat işleri
11	2014	Lasota (Lasota, 2014)	Lojistik sektörde paketleyiciler
12	2014	Mert (Mert, 2014)	Çanta imalat atölyesi
13	2014	Liu (Liu, 2014)	Kas iskelet sistemleri için risk değerlendirmeleri
14	2015	Ayan (Ayan, 2015)	Otomotiv sektörü montaj hattı
15	2015	Bartnicka (Bartnicka, 2015)	Hemşirelerin ve cerrahların cerrahi servisindeki çalışmaları
16	2015	Duran ve Yeşilova (Duran, 2015)	Manuel yüklemeler
17	2015	Mork ve Choi (Mork ve Choi, 2015)	Kimya laboratuvarı
18	2015	Okan ve Kaya (Okan ve Kaya, 2015)	Fidanlık çalışanları
19	2016	Koç ve Testik (Koç ve Testik, 2016)	Mobilya sektörü
20	2016	Vachhani ve ark. (Vachhani vd., 2016)	İnşaat işleri
21	2016	Neşeli (Neşeli, 2016)	Sac kalıp imalatı fabrikası
22	2017	Baba ve ark. (Deros vd., 2017)	Otomotiv sektörü
23	2017	Can ve ark. (Can vd., 2017)	Pim imalatı yapan bir fabrika
24	2017	Çiçek ve ark. (Çiçek vd., 2017)	Mobilya işletmesi montaj hattı
25	2017	Felekoğlu ve Taşan (Felekoğlu ve Taşan, 2017)	Metal sektörü
26	2017	Polat ve ark. (Polat vd., 2017)	Mobilya fabrikası
27	2017	Erçelik (Erçelik, 2017)	Lastik imalat fabrikası
28	2017	Anand ve ark. (Anand vd., 2017)	Tekstil sektöründe hamile çalışanlar
29	2018	Delice ve ark. (Delice vd., 2018)	Tüp üretim fabrikası
30	2018	Özay ve Doğanbatır (Özay ve Doğanbatır, 2018)	Süpermarket
31	2018	Aydın ve ark. (Aydın vd., 2018)	Traktör kabini, tarım makinesi üretimi
32	2018	Oral ve ark. (Oral vd., 2018)	Yem üretim tesisi
33	2019	Yaylı ve Çalışkan (Yaylı ve Çalışkan, 2019)	Orman fidanlığında çalışanlar
34	2019	Kuzucuoğlu (Kuzucuoğlu, 2019)	Otomotiv üstyapı (taşıyıcı araç, araç parçaları, araç üstü ekipman, iş ve inşaat makineleri üretimi vb.) imalatı
35	2019	Çakır (Çakır, 2019)	İnşaat işleri
36	2019	Çoker (Çoker, 2019)	Tekstil işletmesi
37	2019	Kâhya ve Söylemez (Kahya ve Söylemez, 2019)	Jant fabrikası
38	2020	Erdemir ve Eldem (Erdemir ve Eldem, 2020)	Döküm fabrikası, pota döküm aşaması
39	2020	Liaz ve ark. (Ijaz vd., 2020)	Tuğla endüstrisi
40	2020	Berber (Berber, 2020)	Gıda ürünleri (ambalajlama, paketlenme depo sevk vb.) imalatı

Yapılan literatür taramasında REBA metodunun son yıllarda hem üretim hem hizmet sektöründe çalışanların duruş bozukluklarından kaynaklanan ergonomik risk değerlendirmesini yapmak için kullanıldığı ve elde edilen

sonuçlara göre yüksek bulunan risk seviyelerini kabul edilebilir düzeylere düşürmek için çeşitli iyileştirme önerilerinde bulunulduğu görülmektedir. Literatürde depolama tankı imalatı sektöründe kaynak işleri için ergonomik risk değerlendirme çalışmasının bulunmadığı görülmüştür. Bu çalışma bu alandaki boşluğu doldurma bakımından orijinaldir. Ayrıca imalat sektöründe çokça yer alan kaynak operasyonlarında çalışanların maruz kaldığı ergonomik riskler neticesinde KİSR yaşama olasılığını düşürme bağlamında gerçek bir sanayi kuruluşunda uygulama yapılması bakımından literatüre hem akademik hem de pratik açıdan katkı sağlamaktadır. Hazırlanan bu çalışma ile hem kriyojenik tank imalatı sürecinde hem de farklı sanayi kollarında yer alan kaynak işleri için risk değerlendirme konusunda temel değerlendirme kaynağı olabilecek bir araştırmannın literatürde yer alması hedeflenmiştir.

3. Materyal ve Yöntem (Material and Method)

Bu çalışmada ergonomik risk değerlendirme yöntemlerinden biri olan REBA metodu kullanılmıştır. Kaynak faaliyetleri sırasında çalışanların duruş ve pozisyonları fotoğraflanmış, metot bağlamında değerlendirmeye alınmış ve risk skorları tespit edilmiştir. Risk skorunun değerine göre, risk seviyesinin yüksekliği belirlenerek ilgili risk seviyesini düşürmek adına çözüm önerileri sunulmuştur.

3.1. REBA Metodu (REBA Method)













REBA metodu, Hignett ve McAtamney (Hignett ve McAtamney, 2000) tarafından, çalışanların faaliyetleri nedeniyle oluşabilecek, kas iskelet sistemi bozukluklarını ergonomik açıdan değerlendirmek için pahalı ekipmanlara, ileri derecede karışık yöntemlere ihtiyaç duymadan, kolay ve hızlı bir şekilde değerlendirmek üzere önerilmiştir. Ergonomist, fizyoterapist, mesleki terapist ve hemşirelerden bir değerlendirilme ekibi oluşturulmuş, değerlendirme yapılması için 600'den fazla duruş ve çalışma şekli ile ilgili örnek toplanmıştır. Bu örneklerde dinamik ve statik duruşların ve çalışma şekillerinin, çalışma esnasında çalışanın vücuduna uyguladığı yüklemeleri/yüklenmeleri, insan yük eşleşmesi gibi konular değerlendirilmiş, işlemler esnasında uzuvların konumları kodlanmış ve REBA analizinde kullanılmak üzere değerlendirme tabloları oluşturulmuştur (Hignett ve McAtamney, 2000). Bu metot öncelikle sağlık ve diğer hizmet sektörlerinde öngörülemeyen duruşlara karşı tasarlanmış olsa da ilerleyen dönemlerde yaygın bir uygulama alanına kavuşmuştur (Sağiroğlu vd., 2015).

REBA metodu anket benzeri bir uygulama yöntemidir. Çalışmalar esnasında vücudu komple gözlemlemek ve değerlendirme yapmak için uygundur. Boyun, sırt, kol, bacak ve bileklerin maruziyetleri birlikte analiz edilebilmektedir. Kas iskelet sistemini yapılan iş için değerlendirme imkânı sunar. Hazırlanmış tablolar sayesinde kullanılması ve değerlendirme yapılması kolay ve hızlıdır. Belirlenen duruş, hareket ve faaliyetlerin risk seviyesi sayısal olarak ifade edilebilmektedir. Dinamik, statik ve kararsız duruşlar, hızlı hareketler gibi etkenlerin kas aktivitesi üzerindeki etkisi puanlanarak değerlendirmeye katılabilir. Bu sayede her bir çalışma şekli ve duruşu için ayrı ayrı risk seviyesi tespiti yapılabilmektedir (Atıcı vd., 2015). Elde edilen risk seviyelerine göre derecelendirme yapılarak gerçekleştirilmesi gereken eylemlerin aciliyeti ön plana çıkartılabilir. Ayrıca değerlendirilmiş bir çalışma duruşu, hareketi için risk seviyesi belirlenip iyileştirme faaliyetleri yapıldığında, öncesi ve sonrası fark göz önünde bulundurularak, uygulanan işlemin faydalı olup olmadığı ortaya çıkarılabilir (Esen ve Fırlalı, 2013).

REBA metodunun uygulanması için, ilk olarak faaliyetler gözlemlenmeli, görsel kayıtlar alınmalı, yapılan çalışma ile ilgili bilgi toplanmalı ve çalışanla görüşülmelidir. İkinci olarak faaliyet esnasındaki duruşlar belirlenmelidir. Sonraki aşamada duruşlar puanlandırılmalıdır. Metot için hazırlanmış olan tablolardan puanlar işlenip skorlar elde edilmelidir. Skora göre nihai REBA risk skoru elde edilmelidir. Sonuç kısmında da elde edilen puana göre risk seviyesi belirlenmelidir. Risk seviyesine göre önlemler ve yapılması gerekenler planlanmalıdır.

Çalışanın, çalışma anındaki duruşunun değerlendirilerek, sayısal bir veriye dönüştürülmesi için, faaliyetten etkilenen vücut kısımları, uzuvları, A Grubu ve B Grubu olarak iki kısma ayrılmıştır. A Grubu olarak nitelendirilen kısım: Boyun, gövde ve bacaklar; B Grubu olarak nitelendirilen kısım: Üst kol, alt kol ve bilekler olarak belirlenmiştir. İlk önce A Grubu için değerlendirme yapılır. Boyun, gövde (sırt) ve bacakların duruş pozisyonlarına ve ilave dönüş ve yana eğilme gibi belirtilen ek puanlar ilave edilir. A Grubu değerlendirmesinde Tablo A değerinin tespit edilmesi için duruşlara karşılık gelen değerler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Tablo A değeri tespiti için duruşlar ve değerler (Postures and values for determination of Table A value) (Hignnet ve McAtamney, 2000)

A Grubu: Boyun, gövde ve bacak analizi					
1. Adım: Boyun değerlendirmesi					
Duruş şekli					
Puan	1	2	2		
Yapılan iş gereği ekstra hareket varsa ilave edilecek puan:					
Boyunda dönme varsa ilave			1		
Boyunda sağa-sola eğilme varsa ilave			1		
2. Adım: Gövde değerlendirmesi					
Duruş şekli					
Puan	1	2	2	3	4
Yapılan iş gereği ekstra hareket varsa ilave edilecek puan:					
Gövde de dönme varsa ilave			1		
Gövde de sağa-sola eğilme varsa ilave			1		
3. Adım: Bacak değerlendirmesi					
Duruş şekli			İlave değişim için:		
	Yük iki bacak üzerinde eşit dağılım, yürüme veya oturma	Yük tek bacak üzerinde, dengesiz duruşlar			
Puan	1	2			
Yapılan iş gereği ekstra hareket varsa ilave edilecek puan:					
Dizler 30° ile 60° arasında bükülüyorsa ilave			1		
Dizler 60°'den fazla arasında bükülüyorsa ilave (otururken hariç)			2		
4. Adım: İlk üç aşama puanlarının Tablo A'da karşılığı olan sayısal değerinin bulunması					


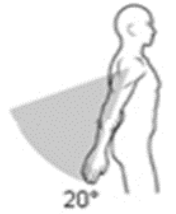


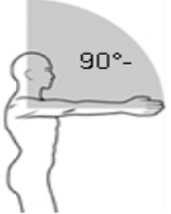
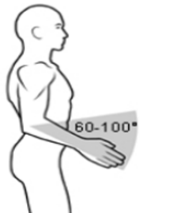
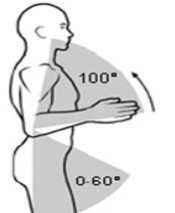
Belirtilen uzuvlar için elde edilen değerler, Tablo 3'te belirtilen, Tablo A kullanılarak sayısal değere dönüştürülür. Bulunan bu Tablo A değerine, uygulanan güç/yük değeri ve ilave durumlar için belirtilen puanlar eklenerek A skoru elde edilir. Boyun, gövde ve bacak puanları kullanılarak Tablo A değerinin tespit edilmesi ve sonrasında taşınan yük/uygulanan güç değerlendirmesinin yapılarak A skorunun belirlenme şekli Tablo 3'te verilmiştir.


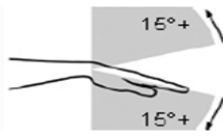
Tablo 3. Tablo A değeri tespiti ve A skorunun belirlenmesi (Determination of Table A value and A score) (Hignnet ve McAtamney, 2000)

Tablo A: Boyun, gövde ve bacak puanı													
		Boyun											
		1				2				3			
Bacak		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
5. Adım: Taşınan yük ve uygulanan güç için değerlendirme yapılması													
Uygulanan yük/güç 5 kg'dan az ise (yük/güç <5)												0	
Uygulanan yük/güç 5 kg'dan fazla 10 kg'dan az ise (5 <yük/güç <10)												1	
Uygulanan yük/güç 10 kg'dan fazla ise (yük/güç > 10)												2	
Yapılan iş gereği ekstra hareket varsa ilave edilecek puan:													
Taşınan yük/uygulanan güçte şok, sarsıntı varsa ilave												1	
Taşınan yük/uygulanan güçte ani değişim varsa ilave												1	
6. Adım: Tablo A'da belirlenen değer ile 5. adımda belirlenen değer toplanır ve A skoru elde edilir. Bu değer Tablo C'de kullanılır.													

Sonraki adımda B Grubu için değerlendirme yapılır. Üst kol, alt kol ve bileklerin duruş pozisyonlarına ve ilave dönüş ve yana eğilme gibi belirtilen ek puanlar ilave edilir. B Grubu değerlendirmesinde Tablo B değerinin tespit edilmesi için duruşlara karşılık gelen değerler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Tablo B değeri tespiti için duruşlar ve değerler (Postures and values for determination of Table B value) (Hignnet ve McAtamney, 2000)

B Grubu: Üst kol, alt kol ve bilek analizi					
1. Adım: Üst kol değerlendirmesi					
Duruş şekli					
Puan	1	2	2	3	4
Yapılan iş gereği ekstra hareket varsa ilave edilecek puan:					
Omuzlar yukarı kalkık çalışma yapılıyorsa ilave					1
Çalışma sırasında üst kolun hareketi engelleniyorsa ilave					1
Çalışma sırasında kollar destekleniyorsa, çalışmaya yardımcı unsurlar varsa ilave					-1
2. Adım: Alt kol değerlendirmesi					
Duruş şekli					
Puan	1	2			

3. Adım: Bilek değerlendirilmesi		
Duruş şekli		
Puan	1	2
Yapılan iş gereği ekstra hareket varsa ilave edilecek puan:		
Bilekler sağa veya sola bükülüyorsa ilave		1
Bilekler döndürülüyorsa ilave		1
4. Adım: İlk üç aşama puanlarının Tablo B'de karşılığı olan sayısal değer bulunması		

Belirtilen uzuvlar için elde edilen değerler Tablo B kullanılarak sayısal değere dönüştürülür. Bulunan bu Tablo B değerine, tutma/kavrama değeri eklenerek B skoru elde edilir. Üst kol, alt kol ve bilek puanları kullanılarak Tablo B değerinin tespit edilmesi ve sonrasında tutma/kavrama değerlendirmesinin yapılarak B skorunun belirlenme şekli Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Tablo B değeri tespiti ve B skorunun belirlenmesi (Determination of Table B value and B score) (Hignnet ve McAtamney, 2000)

Tablo B: Üst kol, alt kol ve bilek puanı							
		Alt kol					
		1			2		
Bilek		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
5. Adım: Tutuş/kavrayış şekli, uygunluğu için değerlendirme yapılması							
Kullanılan ekipmanın tutama yerleri uygun ve orta şiddetli kuvvet uygulaması için							0
Tutuş şekli kabul edilebilir ancak ideal değil veya vücudun başka bir organıyla destekleniyor olması hali için							1
El tutuş şekli kabul edilemez ancak mümkün, zayıf olması hali için							2
Tutma yeri yok, herhangi şekilde elle tutmak veya vücutla desteklemek mümkün değil, güvensiz, kabul edilemez.							3
6. Adım: Tablo B'de belirlenen değer ile 5. adımda belirlenen değer toplanır ve B skoru elde edilir. Bu değer Tablo C'de kullanılır.							

Önceki aşamalarda belirlenen A ve B skorları kullanılarak, Tablo 6'da verilen, Tablo C kullanılarak Tablo C değeri elde edilir.

Tablo 6. Tablo C değerinin elde edilmesi (Obtaining the Table C value) (Higgnet ve McAtamney, 2000)

Tablo C: A ve B skorlarının değerlendirilmesi													
		B Skoru											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A Skoru	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

7. Adım: A ve B skorları kullanılarak Tablo C değerinin elde edilmesi

Bulunan Tablo C değerine, aktivite yoğunluğuna göre ilave puanı eklenerek REBA risk skoru elde edilir. Tablo C değerine ilave edilecek aktivite yoğunluğu değerlendirme tablosu, Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Aktivite yoğunluğu (Activity intensity) (Higgnet ve McAtamney, 2000)

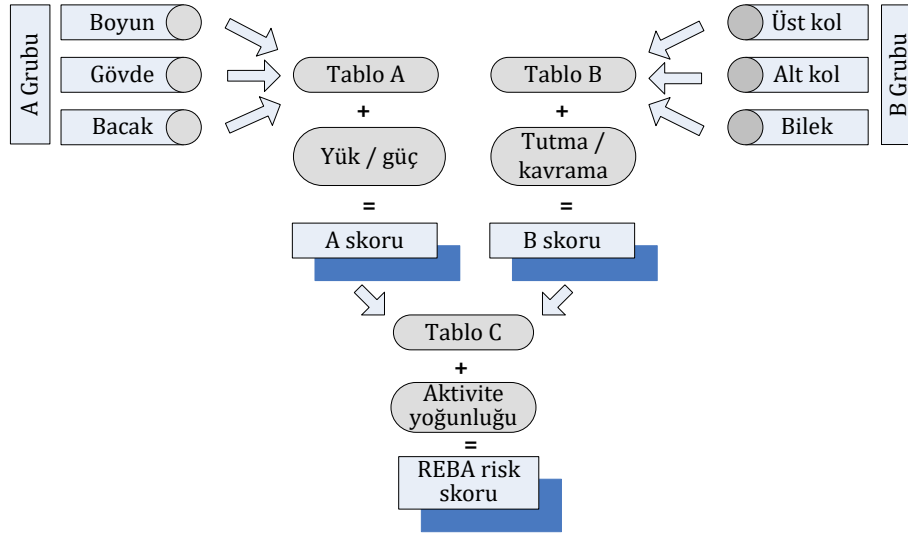
8. Adım: Aktivite yoğunluğuna göre değerlendirme yapılması	
Bir veya daha fazla organın, aynı pozisyonda bir dakikadan fazla kalması durumunda (statik duruş)	1
Küçük aralıklarla tekrarlanan eylemler varsa (dakikada 4 kez veya fazla sayıda)	1
Eylemde, duruşta hızlı bir şekilde değişiklik olması halinde	1

Yapılan işlemler sonucunda elde ettiğimiz REBA risk skorunun; çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olarak derecelendirmesi yapılır ve alınacak tedbirlerin önceliğine karar verilir. REBA risk skorlarına karşılık gelen risk seviyeleri ve ilgili risk seviyesinde alınacak eylem/aksiyon durumları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. REBA risk skoruna göre risk seviyesi ve eylem durumunun tespiti (Determination of risk level and action status according to the REBA risk score) (Higgnet ve McAtamney, 2000)

9. Adım: Tablo C değeri ile aktivite yoğunluğu değeri toplanarak REBA risk skoru belirlenir.			
Risk öncelik seviyesi	REBA risk skoru	Risk seviyesi	Eylem/aksiyon durumu
0	1	Çok düşük	İhmal edilebilir risk
1	2-3	Düşük	Düşük risk. Değişiklik gerekli olabilir.
2	4-7	Orta	Orta şiddetli risk. Daha fazla araştır. Yakın zamanda değişiklik yapılabilir.
3	8-10	Yüksek	Yüksek risk. Araştır ve değişiklikleri uygula
4	11-15	Çok yüksek	Çok yüksek risk. Değişiklik yap.

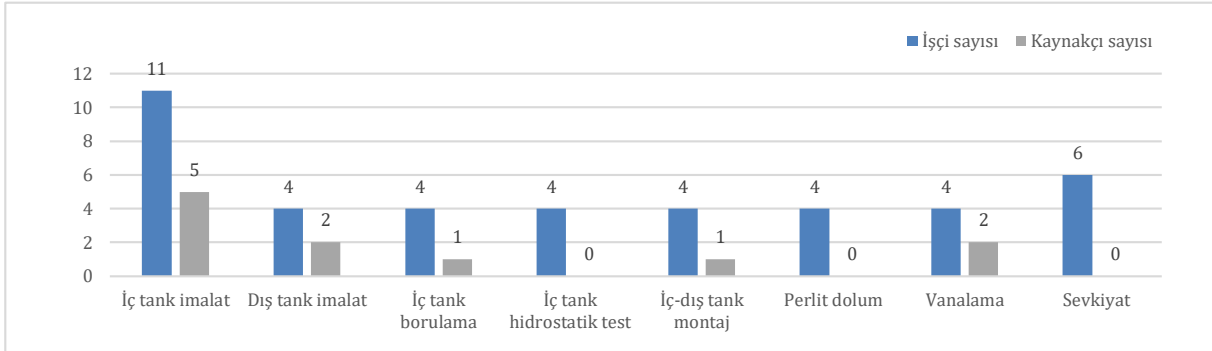
Yukarıda ayrıntılı olarak açıklanan REBA risk skoru puanlama aşamaları Şekil 2’de özetlenmiştir.



Şekil 2. REBA risk skoru puanlama aşamaları (Scoring stages of the REBA risk score)

3.2. Uygulama (Application)

Çalışma, kriyojenik (likit argon, azot, oksijen, lng, karbondioksit vb. için) depolama tankı imalatı yapan bir firmada uygulanmıştır. Depolama tankları, silindir bükme makinelerinde yuvarlatılarak birbirine kaynaklanmış, parçalar halindeki paslanmaz çelik silindirlerin, birleştirilip kaynaklanmasıyla imal edilmektedir. Tanklar çift cidarlı ve vakum izolasyonlu olup, iç tank paslanmaz çelik (304L), dış tank karbon çeliğinden imal edilmektedir. Firmadaki üretim süreçleri ise iç tank imalat, dış tank imalat, iç tank borulama, iç tank hidrostatik test, iç-dış tank montaj, perlit dolum, vanalama ve sevkiyat olmak üzere farklı bölümlere ayrılmıştır. Her bir bölümde çalışan işçi ve kaynakçı sayısı Şekil 3'te gösterilmiştir. Çalışma kapsamında firmada çalışan toplam 11 kaynak işçisi katılımcı olarak ele alınarak farklı çalışma duruşları esnasında incelenmiştir.



Şekil 3. Çalışan işçi ve kaynakçı sayısı (Number of workers and welders)

Uygulamada ilgili firmanın imalat sürecinde kaynak operasyonlarına ait 18 iş tanımı ve bu iş tanımlarına ait çalışma duruşları ele alınmıştır. Çalışma kapsamında değerlendirilen iş tanımları Tablo 9'da verilmiştir.

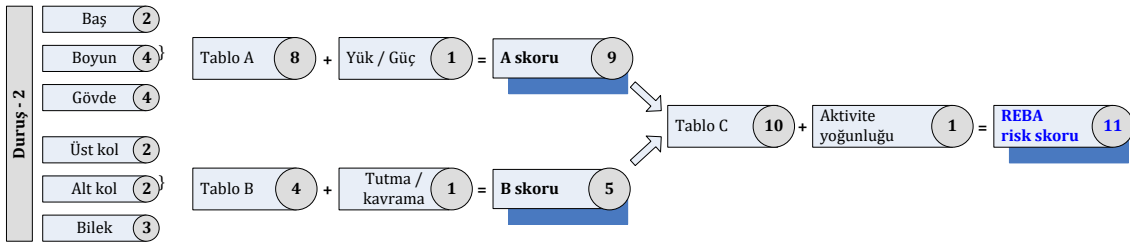
Tablo 9. Çalışma duruşlarının iş tanımları (Job descriptions of working postures)

Duruş No	İş tanımı
1	Galvaniz sac üzerine işaretleme yapılarak, işaretlenen yerlerin taş motoru ile kesilmesi
2	Kutu profilin yüzeyine el matkabıyla delik açılması
3	İşaretlenen yerlerin ufak taş motoruyla düzgünce kesilip, yüzey temizliğinin yapılması
4	Paslanmaz tank bombesinin (kapak) kaynak yapılan ek yerinin boydan boya taşlanarak kaynağın temizlenmesi
5	Paslanmaz çelikten olan iç tankın, iç kaynağının yapılması
6	Dış tankın (siyah tankın) iç kaynaklarının yapılması
7	Paslanmaz bombenin (kapağının) ek kaynağının yapılması
8	Tank ayak profilleri hazırlanması, ölçü ve kesim işlemi
9	Paslanmaz çelik iç tankının, dış yüzeyindeki kaynatılmış parçaların kesilip yüzeyin temizlenmesi
10	İçten kaynatılan siyah tankın dışarıdan birleşme kaynak yerlerinde taş motoruyla kaynak ağzı açılması (toz altı kaynağı için hazırlık)
11	İçten kaynatılan paslanmaz tankın dışarıdan birleşme kaynak yerlerinin taş motoruyla kaynak ağzı açılması (toz altı kaynağı için hazırlık)
12	Tank bağlantı profillerinin yüzey temizliği ve kaynak işlemine hazırlanması
13	Tank etiketi markalama ve numara vurulması
14	Muhtelif torna işleri
15	Paslanmaz tank ayaklarının montajı ve kaynağı
16	Siyah tank montaj ve reglaj işlemi
17	Argon kaynak işlemi
18	Vana, tank ve tesisat sızdırmazlık testi, köpük sıkılarak test yapılması

Çalışma kapsamında ele alınan 18 adet iş tanımına ait çalışma duruşlarını gösteren görseller ise Şekil 4'te verilmiştir.

**Şekil 4.** Çalışma duruşları (Working postures)

Kutu profilin yüzeyine el matkabıyla delik açılması iş tanımıyla alakalı olarak, Şekil 4'te verilen Duruş-2 için vücudun etkilenen uzuvları boyun, gövde (sırt), bacak, kol ve bilek olmaktadır. İlgili duruş için yapılan A grubu değerlendirmesinde boyun, gövde ve bacak puanları sırasıyla 2, 4 ve 4 olarak belirlenmiştir. Bu puanlar kullanılarak elde edilen Tablo A değeri 8 olmaktadır. Taşınan yük/uygulanan güç değeri ise 5-10 kg arasında olduğundan 1 puan olarak belirlenmiştir. Elde edilen Tablo A değerine uygulanan güç/taşınan yük değeri ilave edildiğinde A skoru 9 değerini almaktadır. Daha sonra ilgili duruş için yapılan B grubu değerlendirmesinde üst kol, alt kol ve bilek puanları sırasıyla 2, 2 ve 3 olarak belirlenmiştir. Bu puanlar kullanılarak elde edilen Tablo B değeri 4 olmaktadır. Tutma/kavrama değeri ise tutuş şekli vücudun başka bir organıyla destekleniyor olduğundan 1 puan olarak belirlenmiştir. Elde edilen Tablo B değerine tutma/kavrama değeri ilave edildiğinde B skoru 5 değerini almaktadır. A skoru ve B skoru değerleri Tablo C kullanılarak sentezlendiğinde Tablo C değeri 10 olarak elde edilmektedir. Aktivite yoğunluğu değerlendirmesinde bir veya daha fazla organın, aynı pozisyonda bir dakikadan fazla kalması durumu (statik duruş) söz konusu olduğundan aktivite yoğunluğu puanı 1 olarak belirlenmiştir. Son olarak Tablo C değeri ve aktivite yoğunluğu puanının toplanmasıyla Duruş-2 için REBA risk skoru 11 olarak elde edilmiştir. Duruş-2 için yapılan REBA analizi Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Duruş-2 için REBA analizi (REBA analysis for working posture - 2)

Çalışmada değerlendirilen 18 çalışma duruşunun REBA metoduyla değerlendirilmesiyle elde edilen tüm puanlar Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Tüm duruşlar için REBA analizinde elde edilen puanlar (Scores obtained in REBA analysis for all postures)

Duruş No	Boyun	Gövde	Bacak	Tablo A	Yük/güç	A Skoru	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tablo B	Tutma/kavrama	B Skoru	Tablo C	Aktivite yoğunluğu	REBA risk skoru
1	2	3	4	8	1	9	2	2	3	4	1	5	10	1	11
2	2	4	4	8	1	9	2	2	3	4	1	5	10	1	11
3	2	4	4	8	1	9	2	2	3	4	1	5	10	1	11
4	2	3	4	8	1	9	2	2	3	4	1	5	10	1	11
5	2	4	3	7	0	7	4	1	1	4	1	5	9	1	10
6	2	5	3	8	0	8	4	1	1	4	0	4	9	1	10
7	3	4	2	7	0	7	2	1	2	2	0	2	7	1	8
8	2	2	4	6	1	7	2	1	3	3	0	3	7	1	8
9	1	2	3	4	1	5	3	2	2	5	0	5	6	1	7
10	1	2	3	3	1	4	4	2	2	6	0	6	6	1	7
11	2	2	2	4	1	5	3	2	2	5	0	5	6	1	7
12	3	3	1	5	0	5	1	1	1	1	0	1	4	1	5
13	2	3	1	4	0	4	2	1	1	1	0	1	3	1	4
14	3	2	1	3	0	3	2	2	2	3	1	4	3	1	4
15	1	2	3	4	0	4	1	1	1	1	0	1	3	1	4
16	1	2	2	3	0	3	2	2	1	2	0	2	3	1	4
17	3	2	1	3	0	3	1	1	1	1	0	1	2	1	3
18	1	3	1	2	0	2	2	2	2	3	0	3	2	1	3

Değerlendirmeye alınan iş tanımlarına ait çalışma duruşlarından etkilenen uzuvlar, REBA risk skoru değerleri ve ilgili REBA risk skoruna karşılık gelen risk seviyeleri Tablo 11'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre risk seviyesi;

- 1, 2, 3 ve 4 numaralı duruşlar için çok yüksek,
- 5, 6, 7 ve 8 numaralı duruşlar için yüksek,
- 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 ve 16 numaralı duruşlar için orta,
- 17 ve 18 numaralı duruşlar için ise düşük olarak tespit edilmiştir.

Tablo 11. Çalışma duruşları, REBA risk skorları ve risk seviyeleri (REBA risk scores and risk levels of working postures)

Duruş No	Etkilenen uzuvlar	REBA risk skoru	Risk seviyesi
1	Gövde (Sırt), Bacak	11	Çok yüksek
2	Boyun, Gövde (Sırt), Bacak, Kol, Bilek	11	Çok yüksek
3	Boyun, Gövde (Sırt), Bilek	11	Çok yüksek
4	Boyun, Gövde (Sırt), Bacak, Kol, Bilek	11	Çok yüksek
5	Boyun, Gövde (Sırt), Bacak, Kol	10	Yüksek
6	Boyun, Gövde (Sırt), Bacak, Kol	10	Yüksek
7	Boyun, Gövde (Sırt), Bacak, Kol	8	Yüksek
8	Boyun, Gövde (Sırt), Bacak	8	Yüksek
9	Gövde (Sırt), Bacak, Kol, Bilek	7	Orta
10	Gövde (Sırt), Bacak, Kol, Bilek	7	Orta
11	Gövde (Sırt), Bacak, Kol, Bilek	7	Orta
12	Boyun, Gövde (Sırt)	5	Orta
13	Boyun, Gövde (Sırt)	4	Orta
14	Kol, Bilek	4	Orta
15	Gövde (Sırt), Bacak	4	Orta
16	Gövde (Sırt), Bacak, Kol	4	Orta
17	Boyun, Gövde (Sırt)	3	Düşük
18	Gövde (Sırt), Bacak, Kol, Bilek	3	Düşük

4. Bulgular ve Tartışma (Results And Discussion)

REBA metodu kullanılarak üretim faaliyetleri esnasında çalışanların duruş şekilleri incelenmiştir. Personelin işini ifa ederken görüntüsü alınarak, maruz kaldığı fiziksel zorlanmalar ve vücudunun zorlanan uzuvları tespit edilmiştir. Değerlendirmek amacıyla 18 çalışma duruşu fotoğraflanmıştır. Bu değerlendirmenin sonucunda REBA puanlamalarının 11, 10, 8, 7, 5, 4, 3 olarak gerçekleştiği; bununla birlikte en çok gövde (sırt), bacaklar ve kol kısımlarında zorlanmaların yaşandığı gözlemlenmiştir.

Yerde yapılan ve risk seviyesi çok yüksek olarak belirlenen çalışmalarda (sac kesme, profil hazırlama işlemleri) personelin özellikle boyun, gövde (sırt) ve bacak kısımları için aşırı fiziksel zorlanmaya maruz kaldığı görülmektedir. Çalışanların bu işlemleri uygun yükseklikteki çalışma tezgâhlarında yapması yerinde olacaktır. Tezgâh boyunun ayarlanması için o alanda faaliyet gösteren personelin antropometrik ölçümleri dikkate alınmalıdır. Yapılacak hesaplamalar sonucunda ortalama ideal tezgâh yüksekliği belirlenebilir. Ortalamanın çok üstünde veya altında kalan personel olması durumunda bunlar ayrıyeten değerlendirilmelidir. Yapılacak bu çalışma ile çalışanların boyun, sırt ve bel kısımlarına binecek yükün azaltılması sağlanabilir. Bu sayede daha rahat ve verimli bir çalışma imkânı sağlanabilecektir.

Ayakta gerçekleştirilen kaynak, kesme ve taşıma gibi işlemler için risk seviyesi genel olarak orta seviye olarak belirlenmiştir. Bunda personelin çalışma alanına mesafesi, vücut duruşu ve kullandığı ekipmanın ağırlığı, titreşimi ve güç gereksinimi gibi etkenler söz konusu olmaktadır. Tank içerisindeki çalışmalarda personelin vücut tipine uygun, kayar özellikte oturma yerleri tasarlanabilir. Çalışma alanı çalışan için zor bir bölge olduğundan bu durum için özel uygulama gerekmektedir. Çalışan personelin dinlenme sıklığının artırılması ve dönüşümlü çalışma da hem sağlık ve güvenlik hem de verim açısından katkı sağlayabilecektir. Boyun, sırt, bacaklar gibi vücut kısımlarının zorlanması, yorgunluğa ve bunun sonucunda performans düşüşü ve verim kaybına sebep olacaktır. Bu yüzden personel dinlenme sürelerinin düzenlenmesi, gerekiyorsa yenilenmesi; uzun süreli çalışma yapılacaksa personel rotasyonu düşünülmelidir.

Tank dışarısındaki çalışmalarda ise çalışanların insan ergonomisine uygun çalışma duruşları sergileyebilmesi için boyun, gövde ve bacaklarda dönme, eğilme ve bükülmeleri azaltmak amacıyla çeşitli otomasyon sistemleri kullanılabilir. Kaynak pozisyoneri, robotik tank kaynak otomasyon sistemi ve tank çevirici gibi araç ve makineler kaynak yapılan ürünün dönme ve öne-geri eğilme gibi hareketlerle uygun pozisyonu almasını sağlayarak çalışana rahat ve ergonomik koşullarda kaynak yapabileme imkanı sunmaktadır. Şekil 6'da gösterilen bu gibi araç ve makineler kaynak operasyonları sırasında iş süresini kısaltarak imalat gücünün artırılmasını da sağlamaktadır.



Şekil 6. Çeşitli tank kaynak otomasyon sistemleri (Various tank welding automation systems)

Kaynak işlerinde otomasyon, insan gücünün azalması, yatırım maliyetlerinin fazlalığı gibi hususlarda dezavantaj olarak görülse de kontrol ve denetim, ince işçilik, el becerisi ve hareketliliği gibi konularda insan ihtiyacının devamlılığı sürecektir, imalattaki gelişme ve üretimdeki artış ile yatırım maliyetinin karşılanması sağlanabilecektir. Bu noktada işyeri yönetimi etkin bir çalışma yürütebilir, yatırım planlaması yapılabilir.

Gelişmekte olan iş sağlığı ve güvenliği mevzuatı, çalışma alanlarında işçinin sağlığı ve güvenliği adına her türlü organizasyonun yapılmasını zorunlu hale getirmektedir. Güvenli çalışma ortamlarının oluşturulması adına tüm sorumluluğu işverene yüklemiştir. Bu bağlamda teknolojik yenilikleri takip edip uygulamak, iş sağlığı ve güvenliği adına gerekli hizmetin alınması ve uygulamaların gerçekleştirilmesi, çalışma ortamının fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak çalışanlar için iyileştirilmesi, çalışanların sosyal ve psikolojik olarak korunması ve gelişiminin sağlanması, çalışma ortamının ergonomik olarak iyileştirilmesi gibi konular önemli hususlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

5. Sonuç (Conclusion)

Üretimi yapacak olan insandır. İş sağlığı ve güvenliği uygulamaları da insanı korumak üzere gerçekleştirilen uygulamaları içermektedir. Üretim tamamen otomatik hale getirilemez. İnsan müdahalesini gerektiren hususlar mutlaka olacaktır. Bu durumda, çalışma ve iş güvenliği arasında kesintisiz bir bağın olacağı göz ardı edilemez. İşveren bu noktada etkili olmakla yükümlüdür. İşyerinin geliştirilmesi yeni yatırımların yapılması günün gereklerindedir. Değerlendirmeler sonunda, alınması düşünülen önlemlerin firmaya maliyeti gerçeği göz ardı edilmemelidir. Karar alacak birimlerin ortaklaşa düşünmesi, yasalar ve standartlar çerçevesinde en uygun seçeneklerin belirlenmesi gerekmektedir.

Genel olarak bakıldığında personelin duruş pozisyonlarının uygun olmadığı görülmektedir. Uygunsuz duruşlar KİSR riskini yükselttiğinden, bu konuda teknik olarak müdahale edilmeli, uygun çalışma ortam ve ekipmanı temin edilmelidir. Personele ergonomi, ergonomik çalışma, vücut duruş şekilleri ile ilgili eğitimler verilmelidir. Eğitimlerin uygulamalı ve personel katılımını cezbedici olarak gerçekleştirilmesi, öğrenme ve uygulama adına oldukça etkili olacaktır. Yapılan işin ağırlığı, yoruculuğu göz önünde bulundurularak personelin beslenme şartları gözden geçirilmelidir. Kazanılan ve harcanan enerjinin, çalışanın, işi sağlıklı ve de verimli halde devam ettirebilmesi adına önemli olduğu unutulmamalıdır.

Bu çalışmada alınması önerilen önlemlerin, çalışanlarda KİSR gelişmesi riskini düşürmesiyle vücut sağlığına katkıları olacağı kadar işin güvenli yapılmasına, iş veriminin artmasına, rahatsızlanma ile oluşabilecek iş ve gün kayıplarının azalmasına ve böylece firmanın ekonomik olarak kayıplar yaşamadan, daha verimli bir şekilde faaliyetlerini sürdürmesine katkısının olması beklenmektedir. Bu çalışma kriyojenik depolama tankı imalatı ve diğer üretim sektörlerinde kaynak işlemleri alanında gelecekte yapılacak çalışmalar için temel oluşturabilecek,

bu tip faaliyetlerde diğer ergonomik değerlendirme yöntemleri ile kıyaslamalar yapabilmeye imkânı sağlayabilecek ve genel olarak gerçekleştirilen firma risk değerlendirmelerinde ergonomik değerlendirme olarak özel bir yer edinebilecektir. Sonraki çalışmalarda ergonomik risk değerlendirme yöntemlerinde teknolojik imkanların daha yaygın kullanılabilmesi, daha etkili sonuçların ortaya çıkmasına katkıda bulunacaktır.

Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

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

Kaynaklar (References)

- World Health Organization. The Burden of musculoskeletal conditions at the start of the new millennium. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42721/WHO_TRS_919.pdf;jsessionid=7599B5A0905678877D7DD30E25DD60B5?sequence=1. Yayın tarihi 2003. Erişim tarihi Mart 25, 2020.
- Dul J. ve Weerdmeester B., Ergonomics for Beginners: A Quick Reference Guide, CRC Press, 3rd Edition, 2008.
- Parlak T., Gıda Sanayinde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları Sakız-Şekerleme Üretim Fabrikası Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gedik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2017.
- Mert E.A., Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Çanta İmalat Atölyesinde Uygulanması, Yayınlanmış Uzmanlık Tezi, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, 2014.
- Kansu S., Servis Sistemleri İçin Bütünleşik Servqual – Kalite Fonksiyon Yayılımı – Hata Türleri ve Etkileri Analizi Yaklaşımı ve Bir Hastane Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2017.
- Fryer R., Robotic Welding: Is It Worth It?, <https://pwpind.com/robotic-welding-worth-it/>, Yayın tarihi 2019, Erişim tarihi Mart 25, 2020.
- Airikka S., Welding Trends 2019, <https://weldingvalue.com/2019/01/welding-trends-2019/>, Yayın tarihi 2019, Erişim tarihi Mart 25, 2020.
- Hignett S. ve McAtamney L., Rapid entire body assessment (REBA), *Appl. Ergon.*, 31, 201-205, 2000.
- Rud S., An Ergonomic Analysis of Current Lifting Techniques in Height Restricted Cargo Bins at Company XYZ, Master's Thesis, The Graduate School University of Wisconsin-Stout, Menomonie, WI, 2011.
- Serratos-Perez J.N., Hernandez-Arellano J.L., Negrete-Garcia M.C., Task Analysis and Ergonomic Evaluation in Camshaft Production Operations, *Procedia Manuf.*, 3, 4244-4251, 2015.
- Sağiroğlu H., Coşkun M.B., Erginel N., REBA ile Üretim Hattındaki İş İstasyonlarının Ergonomik Risk Analizi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 339-345, 2015.
- Atıcı H., Gönen D., Oral A., Çalışanlarda Zorlanmaya Neden Olan Duruşların REBA Yöntemi ile Ergonomik Analizi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 239-244, 2015.
- Madani D.A. ve Dababneh A., Rapid Entire Body Assessment: A Literature Review, *American Journal of Ergonomics and Applied Sciences*, 9(1), 107-118, 2016.
- Erginel N., Toptancı Ş., Acar İ., Bulanık REBA ile Bir Mobilya İmalat Firmasında Ergonomik Risk Değerlendirmesi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6(0), 92-101, (2018).
- Lascano A., Patín G., Larrea A., Antonio T.S., Ergonomic Evaluation of Risk Level by Exposure to Forced Postures in Cattle Slaughterhouse Workers in Ecuador, *Advances in Social and Occupational Ergonomics: AHFE 2018*, 212-217, Florida-A.B.D, 21-25 Temmuz, 2019.
- Kâhya E. ve Gürleyen E., Kombi Montaj Hattında Reba Yöntemi ile Ergonomik Risk Analizi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6, 58-66, 2018.
- Am-Eam N., Jankaew P., Ninthapho K., Noosom T., An Evaluation of Work Posture by REBA: A Case Study in Maintenance Department. *Advances in Physical Ergonomics and Human Factors: AHFE 2019*, 106-114, Washington D.C.-A.B.D, 24-28 Temmuz, 2019.
- Dwyer A., Huckleby J., Kabbani M., Delano A., De Sutter M., Crawford D., Ergonomic assessment of robotic general surgeons: a pilot study, *Journal of Robotic Surgery*, 14, 387-392, 2020.
- Joshi M. ve Deshpande V., A systematic review of comparative studies on ergonomic assessment techniques, *Int. J. Ind. Ergon.*, 74, 2019.
- Enez K. ve Nalbantoğlu S., REBA Yönteminin Ormançılık Faaliyetleri Açısından Değerlendirilmesi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 127-131, 2015.
- Kee D., Na S., Chung, M.K., Comparison of the Ovako Working Posture Analysis System, Rapid Upper Limb Assessment, and Rapid Entire Body Assessment based on the maximum holding times, *Int. J. Ind. Ergon.*, 77, 2020.
- Coyle A., Comparison of the rapid entire body assessment and the New Zealand manual handling 'hazard control record', for assessment of manual handling hazards in the supermarket industry, *Work (Reading, Mass.)*, 24(2), 111-116, 2005.

- Janowitz I.M., Gillen G., Ryan D., Rempel L., Measuring the Physical Demands of Work in Hospital Settings: Design and Implementation of an Ergonomic Assessment, *Appl. Ergon.*, 37(5), 641-658, 2006.
- Sa F., Nascimento M.A., Melo A.C., Santos J.C., Adissi P.J., Comparison Of Methods Rula and Reba for Evaluation of Postural Stress in Odontological Services, 3rd International Conference on Production Research- Americas' Region, 2006.
- Ghazali F., Salleh M., Zainon N., Zakaria S., Asyraf, C.D.M., RULA and REBA Assessment in Computer Laboratories, National Symposium on Advancements in Ergonomics and Safety (ERGOSYM2009), Perlis, Malaysia, 146-149, 1-2 Aralık, 2009.
- Atasoy A., Keskin F., Başkesen N., Tekingündüz S., Laboratuvar Çalışanlarında İşe Bağlı Kas İskelet Sistemi Sorunları ve Ergonomik Risklerinin Değerlendirilmesi, *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*, 2(2), 90-113, 2010.
- Gentzler M. ve Stader S., Posture stress on firefighters and Emergency Medical Technicians (EMTs) associated with repetitive reaching, bending, lifting and pulling tasks, *Work*, 37(3), 227-239, 2010.
- Chiasson M. E., Imbeau D., Aubry K., Delisle A., Comparing the results of eight methods used to evaluate risk factors associated with musculoskeletal disorders, *Int. J. Ind. Ergon.*, 42 (5), 478- 488, 2012.
- Hashim A., Dawal S., Yusoff, N., Ergonomic evaluation of postural stress in school workshop, *Work*, 41(5), 827-831, 2012.
- Kahraman M., Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemlerinin Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri ile Önceliklendirilmesi ve Bütünleşik Bir Model Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2012.
- Shanahan C., Vi P., Salas E.V., Reider V.L., Hochman L., Moore A.E., A Comparison of RULA, REBA and Strain Index to Four Psychophysical Scales in the Assessment of Non-fixed Work, *Work*, 45(3), 367-378, 2013.
- Lasota A., A REBA-Based Analysis of Packers Workload: A Case Study, *Scientific Journal of Logistics*, 10(1), 87-95, 2014.
- Liu D. R., Comparison of Concepts in Easy-to-use Methods for MSD Risk Assessment, *Appl. Ergon.*, 45(3), 420-427, 2014.
- Ayan B., Montaj hattında ergonomik risk unsurlarının incelenmesi: otomotiv sektörüne yönelik bir uygulama, Yayınlanmış Uzmanlık Tezi, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, 2015.
- Bartnicka J., Knowledge-based ergonomic assessment of working conditions in surgical ward-A case study, *Saf. Sci.*, 71, 178-188, 2015.
- Duran F.M. ve Yeşilova T., Manuel Yükleme Yapılan Bir İstasyonda Ergonomik İyileştirme, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 507-510, 2015.
- Mork M. A. ve Choi S. D., An Ergonomic Assessment of Sample Preparation Job Tasks in a Chemical Laboratory J. *Chem. Health Saf.*, 22(4), 23-32, 2015.
- Okan S. ve Kaya A., Orman Fidanlıklarında Fidan Repikaj İşlerinde Çalışma Duruşlarının REBA Yöntemi ile Analizi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 157-163, 2015.
- Koç, S. ve Testik, Ö.M., Mobilya Sektöründe Yaşanan Kas-İskelet Sistemi Risklerinin Farklı Değerlendirme Metotları ile İncelenmesi ve Minimizasyonu, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 27(2), 2-27, 2016.
- Vachhani T. R., Sawant S.K., Pataskar S., Ergonomics Risk Assessment of Musculoskeletal Disorder on Construction Site, *Journal of Civil Engineering and Environmental Technology*, 3(3), 228-231, 2016.
- Neşeli C., Ergonomik Risk Analizi Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Kalıp İmalat Firmasında Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2016.
- Deros B.M., Daruis D.D.I., Rosly A.L., Abd Aziz I., Hishamuddin N.S., Abd Hamid N.H., Roslin S.M., Ergonomic Risk Assessment of Manual Material Handling at an Automotive Manufacturing Company, 2nd World Conference on Technology, Innovation and Entrepreneurship (WCTIE-2017), İstanbul-Türkiye, 317-324, 12-14 Mayıs, 2017.
- Can G.F., Delice E.K., Özçakmak B.C., Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımıyla Oturma Düzeneği Seçimi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5(0), 213-225, 2017.
- Çiçek E., Kazanç N., Kâhya E., Bir Mobilya İşletmesinin Montaj Hattında Ergonomik Risk Analizi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6, 67-82, 2017.
- Felekoğlu S. ve Taşan Ö., İş ile İlgili Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıklarına Yönelik Ergonomik Risk Değerlendirme: Reaktif/Proaktif Bütünleşik Bir Sistemik Yaklaşım, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University* 32(3), 777-793, 2017.
- Polat O., Mutlu Ö., Çakanel H., Doğan O., Özçetin E., Şen E., Bir Mobilya Fabrikasında Çalışan İşçilerin Çalışma Duruşlarının Reba Yöntemi ile Analizi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5, 263-268, 2017.
- Erçelik Z., Ergonomik Risk Analizinin Lastik İmalat Fabrikasında Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2017.
- Anand N., Gandhi A., Verma V., Kaur, S., Design and Development of Ergonomic Workstation for Pregnant Workers in Readymade Garment Industry, *Dimensional Corporate Governance: An Inclusive Approach*, 1st edition, Capaldi N., Idowu S.O., Schmidpeter R., Springer International Publishing, İsviçre, 235-250,

2017.

- Delice E. K., Ayık İ., Abidinođlu Ö.N., Çiftçi N.N., Sezer Y., Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemleri ve AHP Yöntemi ile Çalışma Duruşlarının Analizi: Ağır ve Tehlikeli İşler İçin Bir Uygulama, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6(0), 112-124, 2018.
- Özay M.E., ve Doğanbatır Ç.Ş., Perakende Sektöründe Bir Süpermarkette Reba, Nıosh ve Snook Tabloları Yöntemlerini Kullanarak Ergonomik Risk Analizi Vaka Çalışması, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6(3), 448-459, 2018.
- Aydın F., Çidem Ç., Kâhya E., Kabin Üretimi Yapan Bir İşletmenin Kaynak Atölyesinde İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi, Ergonomi, 1(3), 137-147, 2018.
- Oral A., Gönen D., Karaođlan A.D., Tuncer C., Kundakçı S.S., Makina Montajında Zaman İsrafının Kaldırılması İçin REBA ve MURİ Çalışması, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6(0), 102-111, 2018.
- Yaylı D., ve Çalışkan E., Comparison of Ergonomic Risk Analysis Methods for Working Postures of Forest Nursery Workers, European Journal of Forest Engineering, 5(1), 18-24, 2019.
- Kuzucuoğlu M.M., Üst Yapı Sektöründeki Bir İşletmenin Üretim Hattında Ergonomik Risk Faktörlerinin İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2019.
- Çakır O., İnşaat İşlerinde Ergonomik Risklerin Reba, Rula ve Nıosh Risk Değerlendirme Yöntemleri ile İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2019.
- Çoker İ., Bir İmalat İşletmesinde Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıklarına Yönelik Ergonomik Risk Değerlendirme, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2019.
- Kâhya E. ve Söylemez S., Jant Sektöründe QEC ve REBA Yöntemleriyle Ergonomik Risk Değerlendirmesi, Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 3(2), 83-96, 2019.
- Erdemir F. ve Eldem C., Bir döküm atölyesindeki çalışma duruşlarının dijital insan modelleme tabanlı REBA yöntemi ile ergonomik analizi, Politeknik Dergisi, 23(2), 443-445, 2020.
- Ijaz M., Ahmad S., Akram M., Khan W.U., Yasin N.A., Nadeem F.A., Quantitative and qualitative assessment of musculoskeletal disorders and socioeconomic issues of workers of brick industry in Pakistan, Int. J. Ind. Ergon., 76, 2020.
- Berber N., Reba, Baua, Nıosh ve Snook Tabloları Yöntemleriyle Ergonomik Risk Analizi İncelemesi: Gıda Sektörüne Yönelik Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2020.
- Esen H. ve Fiğlalı N., Çalışma Duruşu Analiz Yöntemleri ve Çalışma Duruşunun Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıklarına Etkileri, Sakarya University Journal Of Science, 17(1), 41-51, 2013.