



İnşaat Sektöründeki Ergonomik Risklerin Değerlendirilmesi ve Bir Uygulama

Evaluation of Ergonomic Risks in the Construction Sector and an Application

Alp ZORLUTUNA¹ , Hüseyin Selçuk KILIÇ² 

¹Marmara Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, 34722, İstanbul, Türkiye

²Marmara Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 34840, İstanbul, Türkiye

Öz

İnsanın etkileşimde bulunduğu bütün unsurları insanın özelliklerine uygun olacak şekilde tasarlamayı amaç edinen ergonomideki önemli konulardan bir tanesi de risk değerlendirmesidir. Başta boyun, sırt, bilek, kol, omuz ve bacaklar olmak üzere çeşitli vücut bölgelerinin riske maruz kalma düzeyinin belirlendiği risk değerlendirmesinde Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi (REBA), Hızlı Üst Ekstremité Değerlendirmesi (RULA) ve Hızlı Maruziyet Değerlendirme (HMD) gibi çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Ancak risk seviyesi sektörlere göre değişmektedir. İnşaat sektörü en riskli sektörlerden biridir ve önemine binaen bu çalışmada ele alınmıştır. Bu çalışmanın amacı, en tehlikeli sektörlerden biri olan inşaat sektöründe ergonomik risk değerlendirme tekniklerini uygulayarak risk düzeylerini ortaya koymaktır. Ayrıca, diğer bir amaç da, ülkemizde, inşaat sektöründe, işverenler arasında Kas İskelet Hastalıklarının (KİH) önlenmesi veya ortaya çıkmasının azaltılması için erken aşamada proaktif risk değerlendirmesine sahip olmanın önemi konusunda bilgi ve farkındalık yaratmaktır. Çalışmada kullanılan metodoloji temel olarak beş adımdan oluşmaktadır. İnşaat sektörüne uygun Ergonomik Risk Değerlendirme (ERD) tekniklerinin belirlenmesi ile başlayan süreç, inşa sürecindeki sık tekrarlanan faaliyetlerin belirlenmesi, ERD tekniklerinin ilgili faaliyetler için uygulanması, karşılaştırılmalı analizlerin yapılması ve yorumlanması ile devam ederek, iyileştirme önerilerinin yapılması ile bitmektedir. Bir Türk inşaat firmasındaki riskleri ortaya çıkarmak için REBA, RULA ve HMD uygulanmıştır. İki farklı site inşaatının farklı kısımlarında yapılan incelemelerde; REBA metodu uygulandığında 7 duruşta yüksek risk, 5 duruşta orta risk; RULA metodu uygulandığında 8 duruşta çok yüksek risk, 4 duruşta orta risk; HMD metodu uygulandığında ise 2 duruşta çok yüksek risk, 7 duruşta yüksek risk, 3 duruşta ise düşük risk olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak elde edilen veriler göstermektedir ki; her ne kadar usta olarak adlandırılırsalar da, çalışanlar sağlıklı ve güvenli çalışmayı bilmemektedirler.

Anahtar Kelimeler: Ergonomi, Risk değerlendirme, İnşaat sektörü, REBA, RULA, HMD

Abstract

Risk assessment is one of the important topics of ergonomics, which aims to design all the elements interacting with the human being by considering the properties of human beings. There are various methods, including Rapid Entire Body Assessment (REBA), Rapid Upper Limb Assessment (RULA) and Quick Exposure Check (QEC), which are used to determine the risk levels by considering mainly the body parts such as the neck, back, wrist, arms, shoulders and legs. However, the level of risk varies according to the sectors. The construction sector is one of the riskiest sectors and is discussed in this study due to its importance. The aim of this study is to reveal the risk levels by applying ergonomic risk assessment techniques in the construction sector, which is one of the most dangerous sectors. Besides, another aim is to raise knowledge and awareness about the importance of having proactive risk assessment at an early stage to prevent or reduce the occurrence of Musculoskeletal Diseases (MSD) among employers in the construction industry in our country. The methodology used in the study basically consists of five steps. The process, which starts with the determination of Ergonomic Risk Assessment (ERA) techniques suitable for the construction industry, goes on with the determination of frequently repeated activities in the construction process, the application of ERA techniques for the relevant activities, performing and interpretation of comparative analyses and finally ends with the improvement suggestions. REBA, RULA, and QEC were applied to reveal the risks in a Turkish construction company. In the examinations made in different parts of the construction of two different sites; When the REBA method is applied, 7 tasks indicate high risk, 5 tasks are at medium risk; When the RULA method is applied, very high risk is observed in 8 tasks, medium risk is observed in 4 tasks; When the QEC method is applied, it has been determined that it creates a very high risk in 2 tasks, high risk in 7 tasks, and low risk in 3 tasks. The resulting data show that; Although they are called masters, employees do not know how to work healthily and safely.

Keywords: Ergonomics, Risk assessment, Construction sector, REBA, RULA, QEC

I. GİRİŞ

Ergonomi, insanlar ile makineler arasındaki etkileşimi ve etkileşimi etkileyen faktörleri ele alan (Erkan, 1997) ve iyileştirmeye çalışan bir yaklaşımdır. Bridger (2008)'ün de belirttiği gibi işçi ve iş koşulları arasında en uygun olanı tespit edip, çalışanlarının verimliliğini ve kalitesini en üst düzeye çıkarmayı amaçlar. Ergonomi ile varılmak istenen sonuç, sistemi kullanıcı özellikleriyle daha uyumlu hale getirmek için değiştirerek, çalışma

ortamının iş için daha güvenli ve daha uygun hale getirilmesidir. Ergonomi; insan ve çevre çalışmalarında antropometri, biyomekanik, genel mühendislik, fizyoloji, psikoloji ve fizik gibi birçok disiplini temel almaktadır (Laurig ve Vedder, 1998).

Ergonomi kapsamında ele alınan önemli konulardan bir tanesi de ergonomik risk değerlendirmedir. Ergonomik risk değerlendirme, bir bireyin iş istasyonunun ergonomisi ile ilişkili tehlikeleri ve riskleri değerlendirmeyi, tanımlamayı ve ortadan kaldırmayı amaç edinir. Bir ofis çalışanı için bir masa istasyonuna örnek olarak gösterilebilir (URL-1). Ergonomik risk değerlendirmeleri, çalışanların sağlık ve güvenliğini sağlamanın, verimliliklerini ve üretkenliklerini artırmanın bir parçasıdır. İş sağlığı ve güvenliği yönetim planının ayrılmaz bir parçasını oluşturdukları için risk değerlendirmeleri çok önemlidir. Tehlikeler ve riskler konusunda farkındalık yaratır. Kimlerin risk altında olabileceğinin belirlenmesi konusunda yardımcı olur. Ergonomik risk değerlendirmeleri özellikle tasarım veya planlama aşamasında yapıldığında yaralanmaları veya hastalıkları önleyebilir (URL-2).

Dünyaya paralel olarak Türkiye'de de iş kazalarına en çok rastlanıldığı sektörlerin başında inşaat sektörü gelir. İnşaat sektörü en riskli işkolları arasındadır. Bu sektörde çalışan işçiler, diğer sektörlerde çalışan işçilere göre 3-6 kat daha fazla kazaya uğrama tehlikesine sahip olduğu Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) verilerince kanıtlanmıştır. Türkiye'de inşaat sektörü; hem ölümlü, hem de sürekli iş göremezlik kaza sıklığının en çok yaşandığı sektördür. SGK verilerine göre, ülkemizde gerçekleşen tüm iş kazalarının % 9'u, ölümlü iş kazalarının % 28'i ve sürekli iş göremezliklerin % 18'nin inşaat sektöründe meydana geldiği görülmüştür. Ayrıca Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından hazırlanan Tehlike Sınıfları Yönetmeliğinde inşaat sektörü "*Çok Tehlikeli İşler*" sınıfında bulunmaktadır (Ceylan, 2014). Ülkemizde inşaat sektörü son on yıldır hızla büyümektedir. Buna rağmen inşaat sektörü, tüm sektörler arasında en düşük verimlilik oranlarından birine sahiptir. Bu sorunu çözmek için proje yöneticileri, personelin iş yükünü artırma (artan çıktı) veya belirli görevlere daha fazla (genellikle yetersiz eğitilmiş) işçi atama (zamanı azaltma) eğilimindedir. Ancak bu, personelin işle ilgili kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına maruz kalmasına neden olabilir ve bu durum zamanla devam ederse sağlık sorunlarına ve mali kayıplara yol açabilir.

Bu çalışmanın amacı, en tehlikeli sektörlerden biri olan inşaat sektöründe ergonomik risk değerlendirme tekniklerini uygulayarak risk düzeylerini ortaya koymaktır. Ayrıca, diğer bir amaç da, ülkemizde, inşaat sektöründe, işverenler arasında Kas İskelet Hastalıklarının (KİH) önlenmesi veya ortaya çıkmasının azaltılması için erken aşamada proaktif

risk değerlendirmesine sahip olmanın önemi konusunda bilgi ve farkındalık yaratmaktır. Literatürdeki çalışmalardan farklı olarak öncelikle inşaat sürecindeki sık tekrar eden aktiviteler belirlenmiş ve onlara odaklanılmıştır. Ayrıca, REBA, RULA ve HMD tekniklerinin üçü de uygulanmış ve karşılaştırmalı olarak sonuçlar analiz edilmiştir. Son olarak, çalışmanın Türkiye'de yapılmış olması da uygulama yeri açısından farklılık göstermektedir.

Çalışmanın geri kalan kısmı şu şekilde yapılandırılmıştır. İkinci bölümde literatür taraması verilmiştir. Üçüncü bölüm uygulanan metodoloji kapsamındaki risk değerlendirme teknikleri hakkında bilgi vermektedir. İnşaat sektöründeki uygulama dördüncü bölümde verilmiştir. Nihai olarak da, beşinci bölümde sonuçlar sunulmuştur.

II. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde, ergonomik risk değerlendirmeyi içeren çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında 1996'dan sonra yayınlanan makaleler değerlendirmeye alınmıştır. Toplam olarak 72 makale çözüm yöntemleri ve sektörleri açısından irdelenmiş ve Eklerde Tablo 2'de sunulmuştur. Ayrıca, çalışmalardan bazıları sektörlere göre aşağıda kısaca açıklanmıştır.

İnşaat sektöründe, Yubaidi (2015) duvar örme işi yapan 120 işçiye "*REBA*" metodu uygulamıştır. Benzer şekilde, Purnomo ve Apsari (2016) de çalışmalarında Endonezya'daki inşaat işçilerinin uygunsuz koşullar ve yüksek risk altında çalıştığını "*REBA*" metodu uygulayarak göstermişlerdir. Anwar vd. (2015) çalışmalarında duruş risk seviyesi ile işle ilgili kas-iskelet sistemi bozukluğu prevalansı arasındaki anlamlı ilişkiyi belirlemek için "*RULA*" ve "*Nordic Kas-İskelet Sistemi Anketi*" metodlarını kullanmışlardır. Seo (2016) çalışmasında aşırı fiziksel taleplerin inşaat operasyonları üzerindeki etkisine dair anlayışı geliştirmek için işçilere "*REBA*", "*RULA*", "*OWAS*" ve "*PATH*" metodlarını uygulamıştır. Vachhani vd. (2016) çalışmalarında konut şantiyesinde farklı faaliyetler için ergonomik risk faktörlerini belirlemek üzere işçilere "*REBA*" ve "*Hızlı Maruziyet Değerlendirme*" metodlarını uygulamışlardır. Kathiravan ve Gunarani (2018) çalışmalarında elle malzeme taşıma, duvarcılık ve sıva işleri gibi birincil konut işlerini analiz etmek için 40 işçide REBA ve RULA metodlarının uygulamasını yapmışlardır.

Giyim sektöründe, Polat ve Kalaycı (2016) çalışmalarında Türkiye'deki hazır giyim sektöründeki işçilerin risk değerlendirmesini yapmak için giyim fabrikası çalışanlarına REBA metodunu uygulamışlardır. Zahid vd. (2016) ise çalışmalarında bir giysi imalat sanayinde çalışan işçilerin ergonomik risk seviyesini belirlemek üzere *REBA* ve "*RULA*" metodlarını kullanmışlardır.

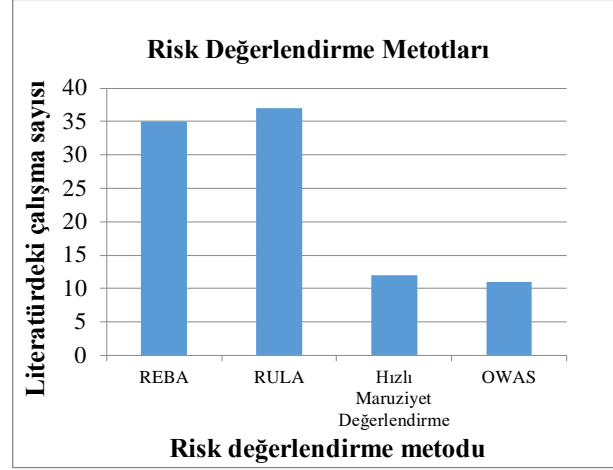
Tarım ve orman sektöründe, Manz ve Silver (2013) domates işçilerinin ergonomik stres seviyelerini anlamak için Amerika'daki tarım (domates) işçilerine “REBA” metodunu uygulamışlardır. Cremasco vd. (2019) çalışmalarında bir ağaç yonga makinesinin elle beslenmesi sırasında operatör ve biyomekanik postural aşırı yüklenme riskinin değerlendirilmesinde daha etkili ve uygun yöntemi belirlemek amacıyla RULA ve REBA'yı karşılaştırmışlardır.

Konfeksiyon/dikiş sektöründe, Najarkola ve Mirzaei (2012) çalışmalarında bir tekstil fabrikasında çeşitli işler yapan işçilerdeki üst ekstremitte kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının risk faktörlerini değerlendirmek için RULA ve “Nordic Kas-İskelet Sistemi Anketi” uygulamışlardır. Shah ve Vyas (2015) çalışmalarında kas-iskelet sistemi bozukluğu riskini bulmak ve el sanatlarında risk alanlarını sınıflandırmak için 70 işçiye “REBA” metodunu uygulamışlardır.

İmalat sektöründe, Ansari ve Sheikh (2014) çalışmalarında imalat ünitesindeki işçilerin yüksek risk altında çalıştığını göstermek için küçük ölçekli özel imalat atölyesi işçilerine “REBA” ve “RULA” metodlarını uygulamışlardır. Ayub ve Shah (2018) çalışmalarında işe bağlı kas-iskelet sistemi hastalıklarının tekrarlanma sıklığını belirlemek için imalat atölyesi çalışanlarına “RULA”, “Hızlı Maruziyet Değerlendirme” ve “ANOVA” metodlarını uygulamışlardır. Öngel vd. (2017) çalışmalarında kalıp fabrikası çalışanlarına dinamik, statik duruşlar ve gerekli düzenlemeler konusunda önerilerde bulunmak için kalıp fabrikası çalışanlarında “REBA” ve

“RULA” metodlarının uygulamasını gerçekleştirmişlerdir.

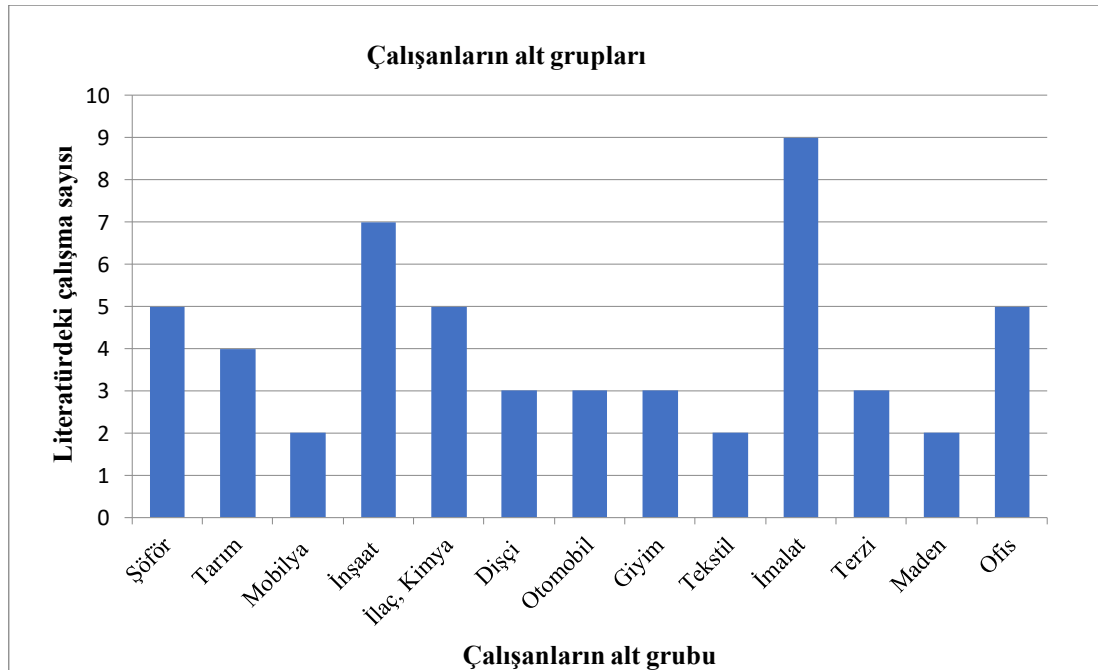
İncelenen çalışmalarda RULA ve REBA tekniklerinin sık olarak kullanıldığı gözlenmiştir. Diğer tekniklere ilişkin frekanslar da Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Risk Değerlendirme Metotları

Yine, incelenen çalışmalarda İmalat ve İnşaat sektörlerinde en fazla uygulama olduğu görülmektedir. Diğer sektörlerle ilişkin frekanslar da Şekil 2’de sunulmuştur.

İncelenen literatür araştırması sonucunda görülmektedir ki REBA, RULA ve HMD teknikleri inşaat sektöründe karşılaştırmalı olarak bir arada kullanılmamıştır. Bu çalışmayla birlikte bu noktada bir katma değer ortaya konulacaktır.



Şekil 2. Çalışanların alt grupları

III. METODOLOJİ VE KULLANILAN ERGONOMİK RİSK DEĞERLENDİRME TEKNİKLERİ

Çalışma kapsamında izlenen genel metodoloji adım adım açıklanmış ve uygulanan teknikler hakkında kısaca bilgi verilmiştir.

3.1. Önerilen Metodoloji

Çalışmada kullanılan metodoloji Şekil 3'de gösterildiği üzere temel olarak beş adımdan oluşmaktadır. İnşaat sektörüne uygun Ergonomik Risk Değerlendirme (ERD) tekniklerinin belirlenmesi ile başlayan süreç, iyileştirme önerilerinin yapılması ile bitmektedir. Uygulama kısmında bu adımlara ilişkin açıklamalar yapılmıştır.



Şekil 3. Çalışma kapsamında kullanılan metodoloji

3.2. Uygulanan Teknikler

İnşaat sektörünün ortamına uygun olan ve pratik olarak sıklıkla kullanılan üç ergonomik risk değerlendirme tekniği seçilmiştir. ROSA tekniği gibi ofis ortamına uygun olan ve özel ekipman gerektiren Sırt Omurları İzleme Monitörü (Lumbar Motion Monitor-LMM) teknikleri kullanılmamıştır. Kullanılan teknikler hakkında kısaca bilgi verilmiştir.

3.2.1. RULA

Hızlı Üst Ekstremité Değerlendirmesi veya RULA yöntemi, İngiltere'deki Nottingham Üniversitesi'ndeki ergonomistler Dr. Lynn McAtamney ve Profesör E. Nigel Corlett tarafından geliştirilmiştir. RULA, işle ilgili üst ekstremité bozukluklarının risklerini tahmin etmek için kullanılan postüral bir değerlendirme yöntemidir (Hignett ve McAtamney, 1995).

RULA ergonomik değerlendirme aracı, boyun, gövde ve üst ekstremitelerdeki iş görevlerinin/taleplerinin biyomekanik ve postural yük gereksinimlerini dikkate alır (URL-3).

RULA gelişimi üç aşamada meydana gelmiştir. Bu aşamalar;

- Çalışma duruşunu kaydetme yöntemi geliştirme,
- Puanlama sistemi geliştirme
- Risk seviyesine rehberlik eden eylem düzeyi ölçeğinin geliştirilmesidir (Romman, 2015).

RULA eylem seviyeleri, bir kişinin yaralanma risk derecesinin bir fonksiyonu olarak çalışma şeklini değiştirme ihtiyacı konusunda uyarı verir (URL-4).

Bu seviyeler;

- Eylem seviyesi 1: RULA skoru 1-2, kişinin iş pozisyonunda yaralanma riski olmadan en iyi pozisyonda çalıştığı anlamına gelir (McAtamney ve Corlett, 1993).
- Eylem seviyesi 2: RULA skoru 3-4, kişinin iş duruşundan dolayı bazı yaralanma riski oluşturabilecek bir duruşta çalıştığı anlamına gelir ve bu skor büyük olasılıkla vücudun bir kısmının sapsmış ve garip olması nedeniyle pozisyon araştırılmalı ve düzeltilmelidir (McAtamney ve Corlett, 1993).
- Eylem seviyesi 3: RULA skoru 5-6, kişinin iş duruşundan yaralanma riskiyle kötü bir duruşta çalıştığı ve yakın bir gelecekte bir yaralanmayı önlemek için bunun nedenlerinin araştırılması ve değiştirilmesi gerektiği anlamına gelir (McAtamney ve Corlett, 1993).
- Eylem seviyesi 4: RULA skoru 7-8, kişinin en kötü duruşta, iş duruşundan hemen bir yaralanma riskiyle çalıştığı ve bunun bir yaralanmayı önlemek için derhal araştırılması ve değiştirilmesi gerekliliği anlamına gelir (URL-5).

3.2.2. REBA

REBA, Hignett ve McAtamney tarafından işe bağlı kas-iskelet sistemi hastalıkları riskini ve tüm vücut duruşunu değerlendirmek için bir araç olarak geliştirilmiştir. REBA, sağlık hizmetleri ve diğer hizmet endüstrilerinde bulunan öngörülemeyen çalışma duruşlarının tipine duyarlı olması için özel

olarak tasarlanmış bir uygulayıcıdır ve alan aracına yönelik olarak algılanan bir ihtiyacı doldurmak için geliştirilmiştir (URL-6).

REBA, işe bağlı kas-iskelet sistemi hastalıkları risklerini ve çeşitli çalışma duruşlarını değerlendirmek için hızlı ve kolay bir önlem sağlar. Vücudu, hareket düzlemlerine göre bağımsız olarak kodlanacak bölümlere ayırır. Sonrasında tüm vücuttaki kas aktivitesi için durgun, dinamik, hızlı bir şekilde değişen veya sabit olmayan bir şekilde ve elle taşıma işleminin gerçekleşebileceği bir puanlama sistemi sunar (Hignett ve McAtamney, 1995; Coyle, 2005; Madani ve Dababneh, 2016).

3.2.3. HMD

Hızlı Maruziyet Değerlendirme Metodu (QEC), Birleşik Krallıkta 1996 ve 1998 yılları arasında geliştirilen; sırt, omuz/kol, bilek/el ve boynu ve aynı zamanda titreşimi etkileyen işle ilgili kas-iskelet sistemi risk faktörlerine maruz kalmayı değerlendirmek için geliştirilen genel bir gözlemsel yöntemdir (Bridger, 2008).

Hızlı Maruziyet Değerlendirme yöntemi, hem ergonomi uzmanlarının hem de uzmanların gereksinimlerini karşılamak için özel olarak tasarlanmış olup, bununla birlikte hem gözlemciyi hem de çalışanı iş görevinin puanlamasına da dahil eder (Oliv vd., 2019).

Farklı vücut bölgeleri için vücut duruşu, hareketin tekrarı, kuvvet/yük ve görev süresi için maruz kalma seviyelerini tahmin eder. Maruz kalma seviyeleri daha sonra her bir vücut bölgesi, titreşim ve iş stresi için toplam puanlarla birleştirilir (Oliv vd., 2019).

IV. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE UYGULAMA

Çalışma kapsamındaki metodoloji inşaat sektöründe faaliyet gösteren bir firmada adım adım uygulanmıştır. İlgili firma 1980 yılından beri Edirne’de inşaat sektöründe çalışmalarını sürdürmektedir. İlgili firmanın kooperatif site inşaatında çeşitli gözlemler yapılmıştır. Metodoloji kapsamındaki uygulama adımları aşağıdaki şekildedir:

Adım 1 (İnşaat sektörüne uygun ERD tekniklerinin belirlenmesi):

Yapılan literatür taramalarından sonra İnşaat sektörüne uygun ERD teknikleri REBA, RULA ve HMD olarak belirlenmiştir. Bu teknikler hakkında üçüncü bölümde bilgi verilmiştir.

Adım 2 (İnşa sürecindeki sık tekrar eden faaliyetlerin belirlenmesi):

Yapılan incelemelerden sonra inşa sürecindeki en sık tekrar eden ve en kötü duruş pozisyonlarının olduğu faaliyetler harç hazırlama, duvar örme, harç karma, demir bağlama, temel bohçalama, kalıp çakma, sıva harcı hazırlama, sıva alçısı çekme ve file çekme

işlemleri olarak belirlenmiştir.

Adım 3 (ERD tekniklerinin ilgili faaliyetler için uygulanması):

REBA tekniği için çalışanların en kötü duruşları seçildikten sonra boyun, gövde ve bacaklar için puanlar verilerek A skoru belirlenmiştir. Üst kol, alt kol ve bilek için puanlar verilerek B skoru belirlenmiştir. A ve B değerleri tabloda birleştirilerek C skoru elde edilmiştir. C skoruna çalışanın sıklık ve koşullarını belirten Aktivite skorunda eklendikten sonra REBA Skoru elde edilmiştir.

RULA tekniği için çalışanların en kötü duruşları seçildikten sonra üst kol, alt kol ve el bilekleri için puanlar verilerek A skoru belirlenmiştir. Boyun, gövde ve bacaklar için puanlar verilerek B skoru belirlenmiştir. A skoruna yük ve kavrama puanları eklenerek Bilek ve Kol skoru, B skoruna yük ve kavrama puanları eklenerek Boyun, Gövde, Bacak skoru elde edilmiştir.

HMD tekniği için formdaki bel, omuz/kol, el/bilek ve boyun ile ilgili sorular cevaplanmıştır. Ağırlık, süre, araba kullanma, titreşim, iş temposu ve stres soruları ise çalışan tarafından cevaplanmıştır. El/Bilek, Omuz/Kol, Bel, Boyun puanları toplanarak toplam skor elde edilmiştir. Toplam skor maksimum olası skor olan 176’ya bölündükten sonra HMD puanı belirlenmiştir.

Adım 4 (Karşılaştırmalı analizlerin yapılması ve yorumlanması):

9 farklı işlemde 12 tane duruşun analizi yapılmıştır. İlgili faaliyetlerin risk seviyeleri uygulanan üç teknik için de belirlenmiştir. Risk seviyeleri için yapılması gereken değişikliklerin ve gözlemlerin aciliyet durumu belirtilmiştir. İşçi görüşmesine ve ilk gözleme dayalı olarak; en zor duruşlar ve iş görevleri, en uzun süre sürdürülen ve en yüksek kuvvet yüklerinin meydana geldiği duruşlar işlemlerin seçilmesindeki faktörler olmuştur. Şekil 4’de gösterilen harç hazırlama işlemine ilişkin bütün tekniklerin detay uygulama adımları Eklerde Tablo 3-5’te verilmiştir. Diğer süreçlere ilişkin tekniklerin de uygulama sonuçları Tablo 1’de sunulmuştur.



Şekil 4. Harç Hazırlama İşlemi

Harç hazırlama, duvar örme, harç karma, demir bağlama, temel bohçalama, kalıp çakma, sıva harcı hazırlama, sıva alçısı çekme ve file çekme işlemlerine

odaklanılmıştır. İncelenen işlemlerde REBA, RULA ve HMD teknikleri karşılaştırılmıştır.

Tablo 1. Tüm İşlemlerin REBA, RULA ve HMD Sonuçları

İş no	İş tanımı	REBA SKORU	REBA'YA GÖRE	RULA SKORU	RULA'YA GÖRE	HMD SKORU	HMD'YE GÖRE
1	Harç hazırlama	9	Yüksek	6	Orta	0,56	Yüksek
2	Duvar örme	10	Yüksek	7	Çok yüksek	0,6	Yüksek
3	Harç karma	9	Yüksek	7	Çok yüksek	0,73	Çok yüksek
4	Duvar örme	7	Orta	7	Çok yüksek	0,66	Yüksek
5	Demir bağlama	7	Orta	7	Çok yüksek	0,69	Yüksek
6	Demir bağlama	10	Yüksek	7	Çok yüksek	0,74	Çok yüksek
7	Temel bohçalama	6	Orta	5	Orta	0,36	Düşük
8	Temel bohçalama	8	Yüksek	6	Orta	0,34	Düşük
9	Kalıp çakma	5	Orta	7	Çok yüksek	0,6	Yüksek
10	Sıva harcı hazırlama	10	Yüksek	7	Çok yüksek	0,67	Yüksek
11	Sıva alçısı çekme	6	Orta	6	Orta	0,59	Yüksek
12	File çekme	9	Yüksek	7	Çok yüksek	0,3	Düşük

Elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak incelendiğinde, REBA yönteminin maksimum 10 puan, RULA yönteminin maksimum 7 puan ve HMD yönteminin maksimum 0,73 puan olduğu görülmektedir. Uygulama sonuçlarına tek tek bakıldığında; REBA % 58,33 (7/12) yüksek riskli sonuç verirken, RULA % 66,67 (8/12) yüksek riskli, HMD %75 (9/12) çok yüksek ve yüksek riskli sonuç vermiştir. Yüksek riskleri tespit ederken 3 metotta birbirleriyle benzer sonuçlar verirken, REBA ve RULA orta riskleri, HMD ise düşük riskleri tespit ederek farklılık göstermiştir. REBA ve RULA yüksek riskleri tespit etmekte HMD'den daha başarılı sonuçlar vermektedir.

Bulgular incelendiğinde, REBA yönteminin maksimum 10 puan, RULA yönteminin maksimum 7 puan ve HMD yönteminin maksimum 0,73 puan olduğu görülmektedir. Uygulama sonuçlarına tek tek bakıldığında; REBA % 58,33 (7/12) yüksek riskli sonuç verirken, RULA % 66,66 (8/12) yüksek riskli, HMD %75 (9/12) çok yüksek ve yüksek riskli sonuç vermiştir.

Tüm işlemler incelendiğinde; duvar örme, harç karma, demir bağlama ve sıva harcı hazırlama işlemleri en yüksek riskli işlemler olarak öne çıkmıştır.

Duvar örme işlemi için REBA skoru 10 olup yüksek risklidir ve acil iyileştirmeler yapılması gerekmektedir. RULA skoru 7 olup çok yüksek risklidir ve zaman kaybedilmeden acil iyileştirmeler yapılmalıdır. HMD skoru 0,6 olup yüksek risklidir ve yakın zamanda daha fazla gözlem ve değişiklikler yapılmalıdır.

Harç karma işlemi için REBA skoru 9 olup yüksek risklidir ve acil iyileştirmeler yapılması gerekmektedir. RULA skoru 7 olup çok yüksek risklidir ve zaman kaybedilmeden acil iyileştirmeler yapılmalıdır. HMD skoru 0,73 olup çok yüksek risklidir ve hemen daha fazla gözlem ve değişiklikler yapılması zorunludur.

Demir bağlama işlemi için REBA skoru 10 olup yüksek risklidir ve acil iyileştirmeler yapılması gerekmektedir. RULA skoru 7 olup çok yüksek risklidir ve zaman kaybedilmeden acil iyileştirmeler yapılmalıdır. HMD skoru 0,74 olup çok yüksek risklidir ve hemen daha fazla gözlem ve değişiklikler yapılması zorunludur.

Sıva harcı hazırlama işlemi için REBA skoru 10 olup yüksek risklidir ve acil iyileştirmeler yapılması gerekmektedir. RULA skoru 7 olup çok yüksek risklidir ve zaman kaybedilmeden acil iyileştirmeler yapılmalıdır. HMD skoru 0,67 olup yüksek risklidir ve yakın zamanda daha fazla gözlem ve değişiklikler yapılmalıdır.

Adım 5 (İyileştirme önerilerinin yapılması):

Tüm duruşları daha güvenli hale getirmek için sabitleyiciler, manuel işlemleri ortadan kaldıran otomatik sistemler ve yükleri azaltacak daha hafif malzemeler iyileştirme önerileri olarak sunulmuştur.

Duvar örme işleminde tuğladan daha büyük ve ağırlık olarak karşılaştırıldığında daha hafif olan "gaz betonların" kullanılması riskleri azaltacaktır. Söz konusu bu hafiflik; hem bina yükünü azalttığı için kolonlara daha az yük binmesini sağlar hem de

ergonomik açıdan çalışanlar için faydalı olacaktır.

Harç karma işlemi için önceden karıştırılmış harç ve harç karışımı kullanılmalıdır. Tüm kuru malzemeler, bir forklift veya kamyonla taşınır ve manuel kullanımdan kaynaklanan yaralanma riskini ortadan kaldırır.

Demir bağlama işleminde işçilerin otomatik demir bağlama makinesi kullanmasıyla birlikte hem duruşlarındaki bilek zorlanmaları ortadan kalkmış olacak, hem de manuel bağlamaya oranla daha hızlı bağlama yapılacaktır. Bu sayede zaman ve maliyet tasarrufu sağlanacaktır.

Sıva harcı hazırlama işlemi için çalışan tarafından mikserin işlem boyunca taşınmasına engel olunmalı ve bu işlem için mikserin kova üstüne sabitlenerek taşıyıcı bir sistem ile taşınması sağlanmalıdır.

V. SONUÇLAR

Çalışanların etkileşimde bulunduğu bütün unsurları çalışanların daha konforlu, güvenli ve verimli çalışabilmesi için en iyilemeyi hedef edinen ergonomi bilimindeki önemli konulardan birisi de ergonomik risk değerlendirmedir. Son yıllarda iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının artmasıyla birlikte konu daha da fazla önem kazanmıştır. Bu çalışma kapsamında risk düzeyinin yüksek olduğu inşaat sektörü ele alınmış ve ergonomik risk değerlendirme tekniklerinin karşılaştırmalı uygulaması yapılmıştır.

Ergonomik risk değerlendirme metodlarının uygulanması ile her bir işlem için risk puanı elde edilmiştir. REBA metodu uygulandığında 7 duruşta yüksek risk, 5 duruşta orta risk; RULA metodu uygulandığında 8 duruşta çok yüksek risk, 4 duruşta orta risk; HMD metodu uygulandığında ise 2 duruşta çok yüksek risk, 7 duruşta yüksek risk, 3 duruşta ise düşük risk olduğu tespit edilmiştir. Bu tespitler doğrultusunda risk taşıyan hareketleri en aza indirebilmek için iyileştirmeler önerilmiştir. Ancak sadece çalışanların duruş ve ekipmanla ilgili ergonomik riskleri değerlendirilmiş ve işyerlerindeki psikolojik faktörler çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışma iş yerinde psikolojik faktörler değerlendirilerek daha da genişletilebilir.

Sonuç olarak elde edilen veriler göstermektedir ki; her ne kadar usta olarak adlandırılırsalar da, çalışanlar sağlıklı ve güvenli çalışmayı bilmemektedirler. Bu durumun en önemli nedeni, sağlık ve güvenlik eğitiminin her konuda yetersiz düzeyde olmasıdır. Bu nedenle ilk olarak yapılması gereken İSG eğitiminin okul öncesi kurumlara kadar indirilmesi ve bireylerin çocukluktan itibaren İSG eğitimi konusunda farkındalığının oluşmasının sağlanmasıdır. Bu çalışmada inşaat sürecindeki sık tekrarlanan aktivitelere odaklanılmıştır. Çalışmanın kapsamı diğer inşaat aktivitelerini de içerecek şekilde genişletilebilir.

Ayrıca, gerekli ekipmanın sağlanması durumunda LMM tekniği de uygulanarak daha objektif sonuçların elde edilmesi mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Abedini, R., Choobineh, A., Soltanzadeh, A., Gholami, M., Amiri, F., & Hashyani, A. A. (2013). Ergonomic risk assessment of lifting activities; a case study in a rubber industry. *Jundishapur J Health Sci*, 5(1), 9-15.
- [2] Al Madani, D., & Dababneh, A. (2016). Rapid entire body assessment: A literature review. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, 9(1), 107-118.
- [3] Ansari, N. A., & Sheikh, M. J. (2014). Evaluation of work Posture by RULA and REBA: A Case Study. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 11(4), 18-23.
- [4] Anwar, R., Mahmood, W., & Arshad, H. S. (2015). Ergonomics assessment and work-related musculoskeletal disorders in construction workers. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 5, 424-427.
- [5] Ayub, Y., & Shah, Z. A. (2018). Assessment of work related musculoskeletal disorders in manufacturing industry. *J Ergonomics*, 8(3), 1-5.
- [6] Batham, C., & Yasobant, S. (2016). A risk assessment study on work-related musculoskeletal disorders among dentists in Bhopal, India. *Indian Journal of Dental Research*, 27(3), 236.
- [7] Bridger, R. (2008). *Introduction to ergonomics*. Crc Press.
- [8] Ceylan, H. (2014). Türkiye'de inşaat sektöründe meydana gelen iş kazalarının analizi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 6(1), 1-6.
- [9] Chakravarthy, S. P., KM, S., & GL, S. (2015). Ergonomics study of automobile assembly line. *IJRME*, 2(5), 110-114.
- [10] Chantaramanee, N., Taptagaporn, S., & Piriyaarasarth, P. (2015). The assessment of occupational ergonomic risks of handloom weaving in northern Thailand. *Science & Technology Asia*, 29-37.
- [11] Comper, M. L. C., & Padula, R. S. (2013). Ergonomic risk assessment in textile industry workers by two instruments: quick exposure check and job factors questionnaire. *Fisioterapia e Pesquisa*, 20, 215-221.
- [12] Coyle, A. (2005). 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*, 24(2), 111-116.
- [13] de Oliveira, C. C., de Paula Xavier, A. A., Ulbricht, L., Moro, A. R. P., & Belinelli, M. M. (2018). Health in the rural environment: a postural evaluation of milking workers in Brazil. *Cahiers Agricultures*, 27(3), 35004.

- [14] Djiono, Y. K., & Noya, S. (2013). Working Posture Analysis and Design Using RULA (Rapid Upper Limb Assessment) Method in Production Process at PT. Indana Paint. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 12(2), 111-125.
- [15] Erdinç, O. (2015). Applications of Quick Exposure Check in industrial tasks and a proposed improvement. *assessment*, 13, 16.
- [16] Erkan, N., 1997. *Ergonomi. M.P.M Yayınları*, Yayın No: 373, Ankara
- [17] Fazli, B., Sharif Poor, Z., Mehrparvar, A. H., & Jafari, S. M. (2019). Evaluation of the posture of bank employees by using two methods RULA and OCRA. *Journal of Research and Health*, 9(3), 212-219.
- [18] Garkaz, A., Kurd, N., & Moatamedzade, M. (2014). Ergonomic assessment of Sina car montage industry employees\working positions by REBA (Rapid entire body assessment). *Journal of Basic Research in Medical Sciences*, 1(3), 52-59.
- [19] Ghazali, M. F., Salleh, M. M., Zainon, N., Zakaria, S., & Asyraf, C. D. M. (2009, December). RULA and REBA Assessments in Computer Laboratories. In *Proceeding of National Symposium on Advancements in Ergonomics and Safety 2009* (pp. 146-149).
- [20] Gómez-Galán, M., Pérez-Alonso, J., Callejón-Ferre, Á. J., & Sánchez-Hermosilla-López, J. (2018). Assessment of postural load during melon cultivation in Mediterranean greenhouses. *Sustainability*, 10(8), 2729.
- [21] Gorde, M. S., & Borade, A. B. (2019). The ergonomic assessment of cycle rickshaw operators using rapid upper limb assessment (rula) tool and rapid entire body assessment (reba) tool. *System Safety: Human-Technical Facility-Environment*, 1(1).
- [22] Habibi, E., Zare, M., Haghi, A., Habibi, P., & Hassanzadeh, A. (2013). Assessment of physical risk factors among artisans using occupational repetitive actions and Nordic questionnaire. *International Journal of Environmental Health Engineering*, 1(1), 1-6.
- [23] Herzog, N. V., Beharic, R. V., Beharic, A., & Buchmeister, B. (2015). Ergonomic analysis and simulation in department of ophthalmology. *Procedia Manufacturing*, 3, 128-135.
- [24] Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid entire body assessment (REBA). *Applied ergonomics*, 31(2), 201-205.
- [25] Imran, R. A., Bakri, I., Mulyadi, A. Y., & Yadri, A. (2018). Worker Posture and Fatigue Assessment of Manual Handling Reject Sample in Sample House of Nickel Extraction Process. *Kes Mas: Jurnal Fakultas Kesehatan Masyarakat*, 12(1), 45-52.
- [26] İşler, M., Küçük, M., & Guner, M. (2018). Ergonomic assessment of working postures in clothing sector with scientific observation methods. *International journal of clothing science and technology*.
- [27] Jahangiri, M., Moussavi Najarkola, S. A., Gholami, T., Mohammadpour, H., Jahangiri, A., Hesam, G., & Jalali, M. (2015). Ergonomics intervention to reduce work-related musculoskeletal disorders in a lead mine. *Health Scope*, 4(4).
- [28] Jahanimoghadam, F., Horri, A., Hasheminejad, N., Nejad, N. H., & Baneshi, M. R. (2018). Ergonomic evaluation of dental professionals as determined by rapid entire body assessment method in 2014. *Journal of Dentistry*, 19(2), 155.
- [29] Justavino, F. C., Ramirez, R. J., Perez, N. M., & Borz, S. A. (2015). The use of OWAS in forest operations postural assessment: advantages and limitations. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. Series II*, 8(2), 7.
- [30] Kaliniene, G., Ustinaviciene, R., Skemiene, L., Vaiciulis, V., & Vasilavicius, P. (2016). Associations between musculoskeletal pain and work-related factors among public service sector computer workers in Kaunas County, Lithuania. *BMC musculoskeletal disorders*, 17(1), 1-12.
- [31] Kathiravan, S., & Gunarani, G. I. (2018). Ergonomic performance assessment (EPA) using RULA and REBA for residential construction in Tamil Nadu. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(4), 836-843.
- [32] Kazemi, S., SAVAS, S., & Aydos, L. (2016). Evaluation of Ergonomic Postures of Physical Education and Sport Science by REBA and Its Relation to Prevalence of Musculoskeletal Disorders. *International Journal of Sport Culture and Science*, 4(3), 260-266.
- [33] Khandan, M., Vosoughi, S., Poursadeghiyan, M., Azizi, F., Ahounbar, E., & Koohpaei, A. (2018). Ergonomic assessment of posture risk factors among Iranian Workers: An alternative to conventional methods. *Iranian Rehabilitation Journal*, 16(1), 11-16.
- [34] Kundu, A., & Gaur, R. (2015, August). Validation of RULA, REBA in agriculture works in Indian context. In *Proceedings of the 9th Triennial Congress of the IEA, Melbourne, Australia* (pp. 9-14).
- [35] Labbafinejad, Y., Danesh, H., & Imanizade, Z. (2017). Assessment of upper limb musculoskeletal pain and posture in workers of packaging units of pharmaceutical industries. *Work*, 56(2), 337-344.
- [36] Laurig, W., & Vedder, J. (1998). The Nature and Aims of Ergonomics. *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*, WLaJ Vedder, Editor.
- [37] Legault, É. P., Cantin, V., & Descarreaux, M. (2014). Assessment of musculoskeletal

- symptoms and their impacts in the adolescent population: adaptation and validation of a questionnaire. *BMC pediatrics*, 14(1), 1-8.
- [38] Mali, S., & Vyavahare, R. (2015). RULA analysis of work-related disorders of foundry industry worker using digital human modeling (DHM). *Int Res J Engin Technol*, 2(5), 1373-8.
- [39] Manavakun, N. (2004). A comparison of OWAS and REBA observational techniques for assessing postural loads in tree felling and processing. In *FEC-FORMEC-2004 Conference*.
- [40] Manz, L. N. (2013). Tomato worker ergonomics: REBA panel evaluation of job tasks using video.
- [41] Marcon, M., Pispero, A., Pignatelli, N., Lodi, G., & Tubaro, S. (2017). Postural assessment in dentistry based on multiple markers tracking. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision Workshops* (pp. 1408-1415).
- [42] Massaccesi, M., Pagnotta, A., Soccetti, A., Masali, M., Masiero, C., & Greco, F. (2003). Investigation of work-related disorders in truck drivers using RULA method. *Applied ergonomics*, 34(4), 303-307.
- [43] McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied ergonomics*, 24(2), 91-99.
- [44] McAtamney, L., & Hignett, S. (1995, December). REBA: a rapid entire body assessment method for investigating work related musculoskeletal disorders. In *Proceedings of the 31st annual conference of the Ergonomics Society of Australia* (pp. 13-15). Melbourne: The Society.
- [45] Meksawi, S., Tangtrakulwanich, B., & Chongsuvivatwong, V. (2018). Musculoskeletal disorder and rapid upper limb assessment scoring among rubber tappers. *Ergonomics International Journal*, 2(6), 000163.
- [46] Micheletti Cremasco, M., Giustetto, A., Caffaro, F., Colantoni, A., Cavallo, E., & Grigolato, S. (2019). Risk assessment for musculoskeletal disorders in forestry: A comparison between RULA and REBA in the manual feeding of a wood-chipper. *International journal of environmental research and public health*, 16(5), 793.
- [47] Mirmohamadi, M., Seraji, J. N., Shahtaheri, J., Lahmi, M., & Ghasemkhani, M. (2004). Evaluation of risk factors causing musculoskeletal disorders using QEC method in a furniture producing unite. *Iranian Journal of Public Health*, 33(2), 24-27.
- [48] Mokarami, H., Kalteh, H. O., & Tajpoor, A. (2017). Analysis of body postures for preventing musculoskeletal disorders among tractor drivers in Iran. *Journal of Health Sciences & Surveillance System*, 5(3), 100-106.
- [49] Moussavi, N. S. A., & Mirzaei, R. (2012). Evaluation of upper limb musculoskeletal loads due to posture, repetition, and force by rapid upper limb assessment in a textile factory. *Health Scope*, 1(1), 18-24.
- [50] Nadri, H., Fasih, F., Nadri, F., & Nadri, A. (2013). Comparison of ergonomic risk assessment results from Quick Exposure Check and Rapid Entire Body Assessment in an anodizing industry of Tehran, Iran. *Journal of Occupational Health and Epidemiology*, 2(4), 195-202.
- [51] Namwongsa, S., Puntumetakul, R., Neubert, M. S., Chaiklieng, S., & Boucaut, R. (2018). Ergonomic risk assessment of smartphone users using the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) tool. *PLoS one*, 13(8), e0203394.
- [52] Norhidayah, M. S., Mohamed, N. M. Z. N., Mansor, M. A., & Ismail, A. R. (2016). A study of postural loading in Malaysian mining industry using rapid entire body assessment. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 74, p. 00014). EDP Sciences.
- [53] Ojha, P., & Vinay, D. (2018). Assessment of physical fitness and postural discomfort among assembly workers. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(1), 1812-1814.
- [54] Oliv, S., Gustafsson, E., Baloch, A. N., Hagberg, M., & Sandén, H. (2019). The Quick Exposure Check (QEC)—Inter-rater reliability in total score and individual items. *Applied ergonomics*, 76, 32-37.
- [55] Öngel, K., Eser, U., & Neseli, C. (2017). Application of Ergonomic Risk Analysis Methods in a Mold Manufacturing Period and Regulatory Recommendations. *Smyrna Tip Dergisi*, 44-49.
- [56] Özel, E., & Çetik, O. (2010). Mesleki Görevlerin Ergonomik Analizinde Kullanılan Araçlar ve Bir Uygulama Örneği. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, (022), 41-56.
- [57] Pandey, K., & Vats, A. (2012). An OWAS-based analysis of workers engaged in brick making factories, Faizabad District of Uttar Pradesh, India. *Journal of Ergonomics*, 2(02).
- [58] Patel, T. N. (2017). Evaluation of driving-related musculoskeletal disorders in motorbike riders using Quick Exposure Check (QEC). *Biomedical Research (0970-938X)*, 28(5).
- [59] Plantard, P., Shum, H. P., Le Pierres, A. S., & Multon, F. (2017). Validation of an ergonomic assessment method using Kinect data in real workplace conditions. *Applied ergonomics*, 65, 562-569.
- [60] Polat, O., & Kalayci, C. B. (2016, May). Ergonomic risk assessment of workers in garment industry. In *Eight international conference on textile science & economy VIII, Zranjanin, Sarbia* (pp. 16-21).

- [61] Purnomo, H., & Apsari, A. E. (2016). REBA analysis for construction workers in Indonesia. *Journal of built environment, Technology and Engineering*, 1(9), 104-110.
- [62] Rabiul Ahasan, M., Väyrynen, S., & Kirvesoja, H. (1996). Physical workload analysis among small industry activities using postural data. *International journal of Occupational safety and ergonomics*, 2(1), 27-34.
- [63] Rahman, M. N. A., Jaffar, M. S. M., Hassan, M. F., Ngali, M. Z., & Pauline, O. (2017, August). Exposure level of ergonomic risk factors in hotel industries. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 226, No. 1, p. 012018). IOP Publishing.
- [64] Saftarina, F., Mayasari, D., & Octaviani, D. (2017). Analysis of work posture Using Rapid Entire Body Assessment (REBA) as the risk factor of work related musculoskeletal Disorders in Inter-provincial Bus Drivers.
- [65] Seo, J. (2016). *Evaluation of Construction Workers Physical Demands Through Computer Vision-Based Kinematic Data Collection and Analysis* (Doctoral dissertation).
- [66] Sha, Z. A., Amjad, A., Ashraf, M., Mushtaq, F., & Sheikh, I. (2016). Ergonomic risk factors for workers in garments manufacturing—A case study from Pakistan. In *Proceedings—International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*.
- [67] Shah, C., & Vyas, N. J. (2015). Musculo-skeletal disorders (MSDs) risk assessment in traditional small scale industries by using REBA (rapid entire body assessment) method. *International Journal of Science and Research*, 4(6), 280-283.
- [68] Sinden, K. E. (2014). *Identifying Determinants of Firefighter Work Health and Task Performance: Implications for Injury Management* (Doctoral dissertation).
- [69] Siregar, I., Fuad, R., & Hanifah, Y. (2017). Work Posture Assessment with Application (Quick Exposure Check) at Boiler Stations.
- [70] Souza, J. A. C. D., & Mazini, M. L. (2017). Ergonomics posture and movement analyses of supermarket checkout operators in the city of Cataguases, MG. *Gestão & Produção*, 24, 123-135.
- [71] Takano, M., Tanaka, T., Watanabe, I., Kakehi, M., Nojri, H., Murata, H. & Nakamura, M. (2017). Posture-Based Risk Assessment for Improvement of Physical Workload: Case Study for an Assembly Line. *Journal of Japan Industrial Management Association*, 67(4E), 338-347.
- [72] Teeravarunyou, S. Development of Computer Aided Posture Analysis for Rapid Upper Limb Assessment with Ranged Camera.
- [73] Tofan, A. P., Eka, R., & Rahma, R. A. (2017). Analysis of Factors Causing Musculoskeletal Disorders using Rula (Rapid Upper Limb Assessment) Method in Computer Operators. *International Journal of Applied Environmental Sciences*, 12(2), 323-340.
- [74] Upasana, V. D. (2017). Work posture assessment of tailors by RULA and REBA Analysis. *Int. J. Sci. Environ. Technol*, 6, 2469-2474.
- [75] URL-1 < <http://www.ioh.net/ergonomic-assessments>>, alındığı tarih 07.02.2021.
- [76] URL-2 < https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/ris_k_assessment.html >, alındığı tarih 07.02.2021.
- [77] URL-3 < <https://ergo-plus.com/rula-assessment-tool-guide/>>, alındığı tarih 07.02.2021.
- [78] URL-4 < [https://www.physio-pedia.com/Rapid_Upper_Limb_Assessment_\(RULA\)](https://www.physio-pedia.com/Rapid_Upper_Limb_Assessment_(RULA))>, alındığı tarih 07.02.2021.
- [79] URL-5 < <https://www.morganmaxwell.co.uk/rapid-upper-limb-assessment-rula-worksheets-tool-free-pdf-download/>>, alındığı tarih 07.02.2021
- [80] URL-6 <<https://katalog.marmara.edu.tr/veriler/yordambt/cokluortam/A/F/A/B/D/6045d72deaae.pdf>>, alındığı tarih 07.02.2021.
- [81] Vachhani, T. R., Sawant, S. K., & Pataskar, S. (2016). Ergonomics Risk Assessment of Musculoskeletal Disorder on Construction Site. *Journal of Civil Engineering and Environmental Technology*, 3(3), 228-231.
- [82] Yadi, Y. H., Kurniawidjaja, L. M., & Susilowati, I. H. (2018). Ergonomics intervention study of the RULA/REBA method in chemical industries for MSDs' risk assessment. *KnE Life Sciences*, 181-189.
- [83] Yasobant, S., Chandran, M., & Reddy, E. M. (2015). Are bus drivers at an increased risk for developing musculoskeletal disorders. *An ergonomic risk assessment study. J Ergonom*, 2015.
- [84] Yazdanirad, S., Khoshakhlagh, A. H., Habibi, E., Zare, A., Zeinodini, M., & Dehghani, F. (2018). Comparing the effectiveness of three ergonomic risk assessment methods—RULA, LUBA, and NERPA—to predict the upper extremity musculoskeletal disorders. *Indian journal of occupational and environmental medicine*, 22(1), 17.
- [85] Yubaidi, R. S. (2015, May). Ergonomics Review Of Brick Wall Installation Labour Using Rapid Entire Body Assessment (REBA) Method. In *ASEAN/Asian Academic Society International Conference Proceeding Series*.
- [86] Zamanian, Z., Daneshmandi, H., Setoodeh, H., Nazaripoor, E., Haghayegh, A., & Sarvestani, S. S. (2014). Risk assessment of musculoskeletal disorders and determination of the associated factors among workers of a dairy products factory.

- [87] Weigall, F., Simpson, K., Bell, A. F., & Kemp, L. (2005). An assessment of the repetitive manual tasks of cleaners.
- [88] Wibisono, C., & Triyanti, V. (2016). Work Risk Assessment Towards Wood Furniture Production Activities Using Manual Task Risk Assessment Method and Rodgers Muscle Fatigue Analysis Method. In *Proceeding of 9th International Seminar on Industrial Engineering and Management, ISSN* (Vol. 197, pp. 1-8).
- [89] Xu, Y. W., Cheng, A. S., & Li-Tsang, C. W. (2013). Prevalence and risk factors of work-related musculoskeletal disorders in the catering industry: A systematic review. *Work*, 44(2), 107-116.

EKLER

Tablo 2. Ergonomik Risk Değerlendirme Çalışmaları Literatürü

Yazar (Yıl)	Metodoloji	Çalışma alanı
Ahasan vd. (1996)	OWAS	Bir endüstri işletmesindeki 48 erkek işçi
Massaccesi vd. (2003)	RULA	77 kamyon şoförü
Manavakun (2004)	REBA, OWAS	Yaşları 28 ile 42 arasında değişen 4 işçi
Mirmohamadi vd. (2004)	NMQ, QEC	İran'da bir mobilya üretim hattındaki 500 işçi
Weigall vd. (2005)	ManTRA, RULA	Avustralyadaki temizlik çalışanları
Ghazali vd. (2009)	REBA&RULA	Universiti Malaysia Perlis'teki Üretim Okulu'ndaki bilgisayar laboratuvarlarındaki öğrenciler
Özel ve Çetik (2010)	OWAS	Kütahya'da kiremit fabrikasının yükleme bölümünde çalışan yaşları 25-45 arasında değişen 38 işçi
Habibi vd. (2012)	NMQ, OCRA	İsfahan'daki 94 erkek zanaatkar
Najarkola ve Mirzaei (2012)	RULA&NMQ	Tekstil fabrikası çalışanları
Pandey ve Vats (2012)	OWAS	Tuğla fabrikası çalışanları
Abedini vd. (2013)	NMQ, NIOSH, MAC	Kauçuk endüstrisindeki çeşitli bölümlerden seçilen 136 erkek işçi
Comper ve Padula (2013)	QEC, JFQ	Bir tekstil fabrikasının dikiş bölümünde çalışan 102 kadın ve 5 erkek işçi
Djiono ve Noya (2013)	RULA	Solvent Bazlı boya üretimi yapan tesis çalışanları
Manz ve Silver (2013)	REBA	Amerika'daki tarım(domates) işçileri
Nadri vd. (2013)	REBA, QEC, NMQ	Tahran'da eloksallı ve alüminyum profil üreten fabrikadaki çeşitli işlemlerde bulunan 82 işçi
Xu (2013)	RULA, OWAS, NIOSH	Hong Kong'ta Çin restoranlarında ve fast food restoranlarında çalışan catering endüstrisindeki işçiler
Ansari ve Sheikh (2014)	REBA&RULA	Küçük ölçekli özel imalat atölyesi
Garkaz vd. (2014)	REBA, NMQ	Farklı bölümlerden 60 mesleki görevi olan 120 işçi
Legault vd. (2014)	NMQ	61 ergen
Teeravarunyou (2014)	RULA	Bilgisayar iş istasyonundaki 13 çalışan
Zamanian vd. (2014)	NMQ, QEC	100 erkek çalışan (21-41 yaş)
Amara ve Gaur (2015)	REBA, RULA, NMQ	25 tarım işçisi
Anwar vd. (2015)	RULA&NMQ	İnşaat işçileri
Chakravarthy vd. (2015)	RULA, OWAS	Otomobil montaj hattı çalışanları
Chantaramanee vd. (2015)	RULA, ACGIH-HAL, SI	105 işçi
Erdoğan (2015)	QEC	Otuz bir makine dikiş operatörü
Jahangiri vd. (2015)	QEC	İran'ın Erak şehrindeki maden çalışanları (40 kişi)
Justavino vd. (2015)	OWAS	Orman işlerinde çalışan bir işçi
Mali ve Vyavahare (2015)	RULA&DHM	Dökümhane çalışanları
Ricco ve Yubaidi (2015)	REBA	Duvar örme işi yapan 120 işçi
Shah vd. (2015)	REBA&RULA	Giyim fabrikası çalışanları

Shah ve Vyas (2015)	REBA	70 sağlıklı işçi (50 kadın, 20 erkek)
Yasobant vd. (2015)	REBA, RULA, QEC, NMQ	280 otobüs şoförü
Batham ve Yasobant (2016)	REBA&NMQ	Hindistan'ın Bhopal şehrindeki dişçiler
Kaliniene vd. (2016)	RULA, NMQ	513 kamu hizmeti ofisi çalışanı
Kazemi vd. (2016)	REBA, NMQ	260 beden eğitimi ve spor bilimleri öğrencisi
Norhidayah vd. (2016)	REBA	Malezyada madencilik sektörü çalışanları
Polat ve Kalaycı (2016)	REBA	Giyim fabrikası çalışanları
Purnomo ve Apsari (2016)	REBA	Endonezyadaki bir inşaatçı çalışan işçiler
Ramasamy vd. (2016)	QEC REBA, RULA, OWAS,	Hintli motorsiklet sürücüleri
Seo (2016)	PATH	Amerika'daki inşaat işçileri
Vachhani vd. (2016)	REBA, QEC	Farklı bölümlerde çalışan 90 inşaat işçisi
Wibisono ve Triyanti (2016)	ManTRA, Rodgers Kas Analizi Metodu	Ahşap mobilya üretimi yapan atölye çalışanları
Labbafinejad vd. (2017)	RULA	İlaç endüstrilerinde paketleme üniteleri
MacDermidand vd. (2017)	REBA, RULA, OWAS, NIOSH	İtfaiyeciler
Marcon vd. (2017)	RULA, NERPA	Milano şehrindeki dişçiler
Mokarami vd. (2017)	REBA	İranlı traktör sürücüleri
Öngel vd. (2017)	REBA&RULA	Kalıp fabrikası çalışanları
Plantard vd. (2017)	RULA	Bir araba üreticisi fabrikasındaki 7 işçi
Prasetya vd. (2017)	RULA	Darussalam Üniversitesindeki bilgisayar operatörleri
Rahman vd. (2017)	WERA, QEC	Malezya yarımadasındaki 65 otel çalışanı
Saftarina vd. (2017)	REBA	101 otobüs sürücüsü
Siregar vd. (2017)	QEC	Çiftlik işçileri
Souza ve Filho (2017)	RULA	14 süpermarket satın alma operatörü
Takanokura vd. (2017)	REBA&RULA	Üretim hattındaki iş istasyonlarında çalışan 4 işçi
Upasana ve Vinay (2017)	REBA&RULA	Pantnagar'daki 60 erkek terzi
Ayub ve Shah (2018)	RULA, QEC, ANOVA REBA&RULA, OWAS,	İmalat atölyesi çalışanları
Galán vd. (2018)	OCRA, VIRA	İspanyadaki bir sera çalışanları
Imran vd. (2018)	REBA	7 işçi
İşler vd. (2018)	REBA, OWAS, PLIBEL	8 farklı Giyim fabrikası çalışanları
Jahanimoghadam vd. (2018)	REBA	90 diş hekimi
Kathiravan ve Gunarani (2018)	REBA&RULA	6 konut inşaat sahasından 40 işçi
Khandan vd. (2018)	REBA, RULA, NERPA	Dört şirketin operasyonel birimlerinin 455 çalışanı
Meksawi vd. (2018)	RULA	Asyada plastik yalıtım bandı çalışanları
Namwongsa vd. (2018)	RULA	30 tane akıllı telefon kullanıcısı
Ojha ve Vinay (2018)	REBA	Hindistanda otomobil sektöründeki montaj hattı çalışanları
Oliveira vd. (2018)	REBA	Brezilya'nın Paraná eyaletinde bulunan 156 mandıra çiftliğinden 163 tarım işçisi
Yadi vd. (2018)	REBA&RULA	Kimya endüstrisindeki iş istasyonlarında çalışan askıya alma çalışanları
Yazdanirad vd. (2018)	RULA, LUBA, NERPA	İlaç fabrikası, otomotiv ve montaj sektörü
Cremasco vd. (2019)	REBA&RULA	Tarım ve ormancılık operatörleri
Fazli vd. (2019)	RULA, OCRA	80 banka çalışanı
Gorde ve Borade (2019)	REBA&RULA	Yaşları 23 ile 55 arasında değişen erkek operatörler

Tablo 3. Harç Hazırlama İşlemine İlişkin REBA Değerlendirme Sonuçları

Boyun	2	Üst kollar	2
Gövde	4	Alt kollar	1
Bacaklar	4	Bilek	2
Duruş Skoru A	8	Duruş Skoru B	2
Yük	0	Kavrama	1
A skoru	8	B skoru	3
C skoru	8	Aktivite skoru	1
REBA Skoru	9	Risk Seviyesi/Önlem	Yüksek, Kısa zaman içerisinde değişiklik gerekli

Tablo 4. Harç Hazırlama İşlemine İlişkin RULA Değerlendirme Sonuçları

Üst kollar	2	Boyun	3
Alt kollar	1	Gövde	4
Bilek/Bilek Bükme	3/1	Bacaklar	1
A skoru	3	B skoru	5
Kavrama	1	Kavrama	1
Yük	0	Yük	0
Bilek ve kol skoru	4	Boyun, Gövde, Bacak skoru	6
RULA Skoru	6	Risk Seviyesi/Önlem	Orta risk, daha fazla inceleme ve kısa zamanda değişiklik gerekli

Tablo 5. Harç Hazırlama İşlemine İlişkin HMD Sonuçları

El/Bilek			Omuz/Kol		
Tekrarlanan Hareket & Kuvvet	F2-K2	6	Yükseklik & Ağırlık	H1-C1	2
Tekrarlanan Hareket & Süre	F2-J3	8	Yükseklik & Süre	C1-J3	6
Süre & Kuvvet	J3-K2	8	Süre & Ağırlık	J3-H1	6
Bilek Postürü & Kuvvet	E2-K2	6	Sıklık & Ağırlık	D2-H1	4
Bilek Postürü & Süre	E2-J3	8	Sıklık & Süre	D2-J3	8
Toplam Skor		36	Toplam Skor		26
Bel			Boyun		
Bel postürü & Ağırlık	A2-H1	4	Boyun Duruşu & Süre	G2-J3	8
Bel postürü & Süre	A2-J3	8	Görsel Dikkat & Süre	L1-J3	6
Süre & Ağırlık	J3-H1	6	Toplam Skor		14
Statik Postür & Süre	B4-H1	4	Araba Kullanma	M2	4
Sıklık & Ağırlık		0	Titreşim	N1	1
Sıklık & Süre	B4-J3	0	İş Temposu	P2	4
Toplam Skor		22	Stres	Q3	9
El/Bilek+Omuz/Kol+Bel+Boyun Skoru		98	HMD Skoru 98/176=0,56		Yüksek Risk