

Jant Sektöründe QEC ve REBA Yöntemleriyle Ergonomik Risk Değerlendirmesi

Ergonomic Risk Assessment By Using QEC and REBA Methods in Rim Sector

Emin KAHYA, Sema SÖYLEMEZ

ÖZET

Jant sektörü fiziksel zorlanmaların yoğun olduğu ve bu nedenle de çalışanlarda kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının olduğu sektörlerden biridir. Bu çalışmada, bir jant fabrikasının üretim atölyesinde 4 tezgahta işçilerin maruz kaldıkları fiziksel zorlanmaların tespiti ve azaltılması için iyileştirme önerileri geliştirilmesi amaçlanmıştır. İşletmenin üretim süreci incelenmiş, zorlanmaların en fazla olduğu yıkama, kıvrırma, torna ve pres tezgahlarında, REBA ve QEC yöntemleri ile ergonomik risk değerlendirme yapılmıştır. İki tezgah için riski azaltacak iyileştirme önerileri geliştirilmiştir. Yıkama, kıvrırma, torna ve presleme işlemleri için; REBA skorları, sırasıyla, 11, 6, 7 ve 11; QEC değerleri %85,22, %65,34, %68,18 ve %77,27 elde edilmiştir. Yapılan ergonomik iyileştirme önerileri sonucunda yıkama ve presleme işlemlerinin; REBA skorları 4 ve 5; QEC değerleri %57,95, %69,31 düzeye indirilebilmiştir. Çalışanlara daha sağlıklı bir çalışma ortamı sağlamak için önerilerin finansal boyutunun yerine getirilebilir düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Jant, Ergonomi, Risk değerlendirme, REBA, QEC

ABSTRACT

The rim industry is one of the sectors where physical exposures are intense and therefore workers have musculoskeletal disorders. In this study, it is aimed to develop improvement suggestions to determine and reduce the physical strains that workers are exposed to in four machines in manufacturing workshop of a rim factory. The production process of the plant is examined. In the washing, bending, lathe and press machines where transports and strains were much more and ergonomic risk assessments were made with REBA and QEC methods. The improvement proposals to reduce the risks were suggested for two operations. Risk scores were 11, 6, 7 and 11 for REBA, and %85.22, %65.34, %68.18 and %77.27 for QEC methods for washing, bending, lathe and press operations. As a result of the ergonomic improvement suggestion made, operation's risk score levels 4 and 5 for REBA; %57.95, %69.31 for QEC methods. It has been determined that the financial dimension of the suggestions can be fulfilled to provide a healthier work environment for the employees.

Keywords: Rim, Ergonomics, Risk assessment, REBA, QEC

Prof. Dr. Emin KAHYA – Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eskişehir
Prof. Emin KAHYA—Eskişehir Osmangazi University, Department of Industrial Engineering, Eskişehir
ORCID ID: 0000-0001-9763-2714 ekahya@ogu.edu.tr
Sema SÖYLEMEZ – Proje Mühendisi, Kıraç Grup, Eskişehir
Sema SOYLEMEZ – Project Engineer, Kirac Group, Eskişehir
ORCID ID: 0000-0002-5099-8951 semasoylemezz@gmail.com

Received/Geliş Tarihi : 08.11.2019
Accepted/Kabul Tarihi: 20.12.2019

I. GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler sayesinde işler kolay hale gelse de insanın fiziksel gücüne duyulan ihtiyaç hala birçok sektörde devam etmektedir. İnsan gücünün yoğun olarak kullanıldığı işlerde, çalışma duruşlarının uygun olmaması halinde kas iskelet sistemi rahatsızlıkları kaçınılmaz olmaktadır. Fiziksel güç kullanımı gereksinimi arttıkça, bu işi yapan çalışanlarda kas iskelet sistemi rahatsızlıklarında artış görülmektedir [1].

Araştırmalara göre endüstriyel işlerin ortalama üçte biri; kaldırma, indirme, tutma, taşıma, itme veya çekme gibi elle taşıma işlerinden biri ile bağlantılı ve elle taşıma işlerinin bel rahatsızlıklarına sebep olduğu yönünde güçlü kanıtlar bulunmaktadır [2].

Kas iskelet sistemi hastalıklarının etiolojisinde genel olarak çalışma ortamında sıklıkla karşılaşılan tekrarlayıcı hareketlerin art arda yapılması, vücudun uygun olmayan pozisyonlarda uzun süre kalması ve vibrasyon maruziyeti ile ortaya çıkan birikimli travmaların etkisi söz konusudur [3]. İşe bağlı Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları (KİSR) fiziksel çaba ile ilişkili olup, dünyanın her tarafında en yaygın sağlık problemlerinden biridir [4]. KİSR, dünyanın birçok ülkesinde çarpıcı bir şekilde artmaktadır.

KİSR, kaslarda, sinirlerde, tendonlarda, kıkırdakta, bağlarda, birleşme noktalarında ve disklerde (omurga) meydana gelen rahatsızlıklardır. İskelet ve kas sistemi sendromları eğilme, doğrulma, tutma, kavrama, bükme ve uzanma gibi sıradan vücut hareketlerinden meydana gelir [5]. Bu yaygın hareketler, günlük yaşamın olağan aktiviteleri içerisinde zararlı değildirler. Bu hareketleri zararlı yapan, hareketlerin aralıksız tekrarı, hızı ve toparlanma için iki hareket arasındaki zaman yetersizliğidir [6]. Bu tür zorlanmalara karşı gerekli iyileştirmelerin yapılmaması, so-

runların göz ardı edilmesi halinde, KİSR artması engellenemez. Bu artış, işgücünde verimsizlik, hatta kayıplar ortaya çıkarır ki bu da maliyet ve zaman kaybına neden olmaktadır. Bu önemi nedeniyle, son zamanlarda, KİSR minimum düzeye indirebilmek için ergonomik düzenlemeler oldukça önem kazanmıştır.

Çalışanların maruz kaldıkları fiziksel zorlanma düzeyleri, gözleme dayalı ergonomik risk değerlendirme yöntemleri kullanılarak belirlenebilir. Bu kategoride, işlemin özelliğine bağlı olarak en yaygın kullanılan yöntemler;

- Yük kaldırma ve taşımada; NIOSH ve BAUA;
- Ofis işlemlerinde RULA ve ROSA
- Montaj işlemlerinde OCRA
- Üretim ve hizmet işlemlerinde QEC, REBA ve OWAS sayılabilir [1]. Bu yöntemler kullanılarak; metal, otomotiv, plastik, ormancılık, mobilya, tekstil, toprak ürünleri, maden, tarım gibi üretim sektörleri ile servis, sağlık, eğitim gibi hizmet sektörlerinde çok sayıda ulusal ve uluslararası yayın bulunmaktadır.

Gözleme dayalı ergonomik risk değerlendirme yöntemleri kullanılarak çalışanların maruz kaldıkları fiziksel zorlanma düzeylerinin belirlenmesi amacıyla metal sektöründe çeşitli işletmelerde çok sayıda yayın sunulmuştur. Özellikle ülkemizde son yıllarda yapılan bazı çalışmalar aşağıda açıklanmıştır.

Sağiroğlu vd. [7], bir kompresör fabrikasında üretim hattındaki iş istasyonlarında REBA yöntemi ile risk analizi yapmışlardır. Çalışmada, 10 adet iş istasyonu değerlendirilmiş ve iyileştirme önerileri sunulmuştur. Atıcı vd. [8], otomotiv sektöründe kablo üretimi yapan bir işletmede uygun olmayan çalışma pozisyonlarının iyileştirilmesi amacıyla REBA analizi gerçekleştirmişlerdir. Yapılan analiz ile çalışmada meydana gelen zorlanmalar belirlenmiş ve bu zorlanmaları azaltacak iyileştirmeler sunulmuştur. Duran ve Yeşi-

lova [9], operatörlerin, ortalama ağırlıkları 13 ile 18 kg arasında değişen yarı mamulleri indirme, kaldırma ve ara sıra da taşımaya elle gerçekleştirdiklerini gözlemlemişlerdir. Yapılan işin operatörü ergonomik olarak nasıl etkilediği NIOSH kaldırma eşitliği, REBA, RULA ve QEC metotları kullanılarak belirlenmiştir. Risk taşıyan faaliyetleri minimize edebilmek için tasarım ve iyileştirmeler önermişlerdir. Ulutaş ve Gündüz [10], kablo imalatı yapılan bir fabrikada belirlenen iki özel iş istasyonunda, QEC ve REBA metotlarını kullanarak, fiziksel risk etmenlerinin iyileştirilmesi için yeni uygulamalar geliştirmişlerdir. Yapılan düzenlemeler sonrası tekrar analizler yapılarak elde edilen sonuçların etkinliği değerlendirilmiş ve kas iskelet sistemi hastalıklarına maruz kalma riski azaltılmıştır. Gönen vd. [11], bir transformatör montaj hattı çalışanlarının KİSR'nı, Cornell anketinden esinlenilerek oluşturulan bir anket ile REBA ve OWAS yöntemleri kullanarak analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda, sırt, bel, ayaklar, boyun, sağ pazu ve omuzlar en riskli vücut bölümleri olarak belirlenmiş ve bu riskleri azaltmak üzere ayarlanabilir bir montaj sehpası tasarımı yapılmıştır.

Özoğul vd. [12], bir metal sanayi işletmesinde genişleme tankları üretim hattında 7 işlemde incelemeler yapmış; çalışanın maruz kaldığı ergonomik risk düzeylerini REBA ve OWAS yöntemleri ile tespit etmişlerdir. Önerilen iyileştirmeler sonucunda işlemlerin risk düzeylerinin ihmal edilebilir seviyelere çekilerek çalışanın kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının azaltılması sağlanmıştır. Aydın vd. [13], kabin üretimi yapan bir fabrikanın kaynaklar atölyesinde, kaynak gazı ve ışın zararları başta olmak üzere iş kazası ve meslek hastalıklarına neden olan her tehlike için Fine-Kinney ve matris yöntemleri ile iş sağlığı ve güvenliği risk ve REBA yöntemi ile de ergonomik risk değerlendirmesi yapmışlardır. Atölyede ergonomik riskin yüksek seviyelerde olduğu görülmüş olup; yapılan mekanizma ile risk skoru 9'dan 3'e

düşürülmüştür. Kahya ve Çiçek [1], bir seramik işletmesinin, taşımaların ve zorlanmaların en fazla olduğu basınçlı döküm, fırın yükleme ve fırın boşaltma işlemleri için, REBA ve BAUA yöntemleri ile ergonomik risk değerlendirmesi yapmışlar; her üç işlem için riski azaltacak iyileştirme önerileri geliştirmişlerdir.

Jant sektörü emek yoğun sektörler arasında yer almaktadır. Çalışma esnasında 50 kg'a varan ağırlıkta parçaları kaldırma, indirme, taşıma, itme gibi uygunsuz çalışma pozisyonlarına maruz kalındığından, işçilerde işe bağlı kas iskelet sistemi rahatsızlıkları ile iş kazaları (yaralanma ve sakatlanma) olabilmektedir. Buna rağmen Türkiye'de bu sektörde ergonomik risk değerlendirme konusunda yapılmış çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, REBA ve QRC yöntemleri kullanılarak bir jant fabrikasında yıkama, kıvrma, tornalama ve presleme işlemlerinde ergonomik risk değerlendirmeleri ele alınmış, çalışanların maruz kaldıkları zorlanmaları azaltacak iyileştirme önerileri geliştirilmiştir.

II. ERGONOMİK RİSK DEĞERLENDİRME

Uygun olmayan çalışma duruşlarının iyileştirilmesi, zorlanmaların azaltılması çalışanın sağlığı ve aynı zamanda iş performansı açısından oldukça önemlidir [14]. KİSR riskini değerlendirmek için kullanılan yöntemler;

- Kişisel anket yöntemleri,
- Sistematik gözlemlere dayalı yöntemler ve
- Direkt ölçüm yöntemleri

olarak sınıflandırılabilir [15,16].

Kişisel Anket Yöntemleri: KİSR riskinin değerlendirilmesi için kullanılan öznel anketler ve kontrol listeleridir. En yaygın kullanılanı Cornell KİSR Anketidir. Bu yöntem-

lerin en büyük üstünlüğü, maliyetinin düşük olması, etkili yöntemler olması ve büyük çaplı örneklere uygulanabilmesidir [17].

Sistematiik Gözlemlere Dayalı Yöntemler: KİSR riskinin nicel olarak değerlendirilebilmesi amacıyla kullanılan yöntemler de basit gözleme dayalı yöntemler ve gelişmiş gözleme dayalı yöntemler olarak aşağıdaki gibi iki grup altında incelenebilir [1] :

- Basit gözleme dayalı yöntemler; NIOSH, BAUA, RULA, SI, OCRA, QEC, REBA, OWAS
- Gelişmiş gözleme dayalı yöntemler; Ergo-Man, 3DSSPP, Jack, RAMSIS Model, AnyBody Modelleme Sistemi

Gözlemsel metotlar, uygulayıcılar tarafından hala en çok kullanılan yöntemlerdir. İş yerindeki iş sağlığı ve güvenliği yönetimi kapsamında, sıklıkla uygulayıcılar için geliştirilir ve KOBİ'nin gereksinimlerine göre uyarlanır. Alanda veri toplamak söz konusu olduğunda kullanımı daha kolay, maliyeti daha düşük ve daha esnek metotlardır [17].

Direkt ölçüm yöntemleri: İnsan hareketlerini ve duruşlarının analizi için direkt ölçümlerde elektromiyografi (EMG), açölçer, biyomekanik analiz araçları ve optik araçlar kullanılmaktadır. Bu yöntemler, en doğru maruziyet seviyesi göstermekte; ancak, diğer yöntemlerle kıyaslandığında, maliyeti yüksektir.

A. REBA Yöntemi

Hignett ve McAtamney [18] tarafından duruşları analiz etmek üzere geliştirilen REBA yöntemi, elle yapılan işlemlerin risklerini hesaplamak için kullanışlı bir araçtır. REBA yöntemiyle dinamik hareketler analiz edilebildiği gibi sabit duruşlar da analiz edilebilmektedir [19]. Çalışanın vücut bölümleri duruşuna puanlar vererek çalışanın o işi yapar-

ken ne kadar zorlandığını analiz eder. Böylelikle çalışanın zorlandığı noktaları belirleyerek KİSR engellenebilmesi için nelere, hangi duruşlara dikkat edilmesinin gerektiğini tespitte yardımcı olur.

REBA yöntemi bir çalışma duruşu esnasında gövdede, boyunda, bacaklarda, üst kollarında, alt kollarında ve bileklerde ortaya çıkan esneme ve bükülme ve bu duruşlar esnasında çalışanın maruz kaldığı yüklerle bağlı olarak 1 ile 15 arasında değişen bir skor belirlenmektedir. Hesaplanan REBA skoru ile ele alınan çalışma duruşunun risk seviyesi "İhmal edilebilir", "Düşük", "Orta", "Yüksek" ve "Çok yüksek" risk olmak üzere derecelendirilmektedir. Risk seviyeleri ve her seviyeye göre alınması gereken önlem dereceleri Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1 : REBA Risk Dereceleri

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

B. Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi

Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi (QEC), Li ve Buckle [20] tarafından geliştirilmiş ve David vd. [21] tarafından yeniden gözden geçirilerek iyileştirilmiştir. Yaklaşık 200 sağlık ve güvenlik uygulayıcısının katılımcı yaklaşımıyla oluşturulan ölçeğin önemli özelliklerinden biri değerlendirme sürecinde çalışanın da katılımını sağlamaktır. Böylece ergonomik girişimlerde katılımcı yaklaşım cesaretlendirilmektedir. Çalışanların maruz kaldıkları risk düzeyini belirleyerek maruziyette değişimi değerlendiren QEC ölçeği, ergonomik girişim yapılması gereken öncelikli işlerin belirlenmesinde ve uygulanan ergonomik programının etkinliğinin değerlendirilmesinde yardımcıdır. Hem çalı-

şanlar, hem de değerlendiriciler için kılavuz özelliği taşır. Tekniğin öğrenilmesi kolaydır ve uygulama süresi yaklaşık 20 dakikadır [22].

İki bölümden oluşan ölçeğin (EK-1), gözlemciye ait bölümünde; çalışma esnasında bel, omuz/kol, el bileği/ el ve boyunda postür ve hareketler için 18 değerlendirme yapılır. Çalışana ait bölüm elle kaldırılan, taşınan en fazla ağırlık, iş süresi, bir elle uygulanan en yüksek kuvvet, işin gerektirdiği görsel dikkat, taşıt kullanma, titreşim, iş performansı ve iş stresi için 25 değerlendirmeden oluşur. Bunların birbirine etkileşiminden bir puanlama tablosu elde edilir. Puanlara göre maruziyet düzeyi düşük, orta ve yüksek olarak değerlendirilir [23].

Yöntem, elle kaldırma görevlerinin yapıldığı birçok işe rahatça uygulanabilmektedir. Uygulaması 5 adımdan oluşmaktadır [17] :

1. Adım: Eğitim : Öncelikle, gözlemcinin terminoloji ve değerlendirme kategorilerini anlaması için QEC yöntemi konusunda bilgilendirilmesi gerekmektedir.

2. Adım: Gözlemcinin Değerlendirme Kontrol Listesi : Gözlemci, risk değerlendirmesi için “Gözlemcinin Değerlendirmesi” kontrol listesini kullanır. Kontrol listesinin maddelerinin çoğu rahatlıkla anlaşılır. Eğer yapılan iş birden fazla görevi içeriyorsa, her görev ayrı ayrı değerlendirilebilir. Eğer yapılan iş kolaylıkla görevlere ayrılamıyorsa, yüklenmenin en çok yaşandığı en kötü pozisyon gözlemlenmelidir. Yapılan değerlendirme, direkt gözlem, fotoğraf veya video kamera ile yürütülebilmektedir.

3. Adım: Çalışanın Değerlendirmesi Kontrol Listesi : Değerlendirmeye alınan çalışan “Çalışanın Değerlendirmesi” kontrol listesini doldurmalıdır.

4. Adım: Maruziyet Puanlarının Hesaplanması : Maru-

ziyet puanlarının hesaplanması için “Puan Çizelgesi” kullanılmalı ve her görev için aşağıdaki değerlendirmeler yapılmalıdır:

1.“Gözlemcinin Değerlendirmesi” ve “Çalışanın Değerlendirmesi” bölümlerindeki ilgili sorulara uygun cevapları yuvarlak içine alarak işaretlenir.

2.“Puan Çizelgesi” kullanarak yuvarlak içine alınan her harf çiftinin kesiştiği puan işaretlenir ve her harf çifti için ayrılan kutucuğa işaretlenen puanı yazılır.

3.Sırt, omuz/kol, bilek/el, boyun, taşıt kullanma, titreşim, iş temposu ve stres bölümlerindeki puanlar toplanarak toplam maruziyet puanı hesaplanır.

5. Adım: Eylemlerin Değerlendirilmesi : QEC yöntemi sırt, omuz/kol, el/el bileği ve boyun için hızlı ve etkili bir yolla analiz yapmaktadır. Yöntem, ergonomik bir girişimin maruziyet seviyelerini etkili bir şekilde azaltıp azaltmadığını analiz etmektedir. QEC eylem seviyeleri Tablo-2’de verilmiştir.

Tablo 2: QEC Başlangıç Eylem Seviyeleri

QEC Puanı (Toplam Yüzde)	Eylem
≤40%	Kabul edilebilir
41–50%	Daha fazla incelenmeli
51–70%	Daha fazla incelenmeli ve kısa zamanda değişiklik yapılmalı
>70%	incelenmeli ve derhal değişiklik yapılmalı

Tablo-2’de yer alan QEC puanı (E), gerçek toplam maruziyet puanı X ve muhtemel en büyük toplam puanı X_{max}'in oranının yüzdesi ile hesaplanmaktadır. Elle taşıma görevleri için X_{max}=176, diğer görevler için X_{max} = 162 olarak alınır.

$$E (\%) = X/X_{\max} \times 100\% \quad (1)$$

III. YÖNTEM

Bu çalışmada, ticari taşıtlar (kamyonet, kamyon, TIR vb) ile tarım araçları (traktör, mibzer, biçer döver vb) jantları üreten orta ölçekli bir fabrikada, ergonomik risk değerlendirmesi ele alınmıştır. Araştırma için ilgili işletmeden izin alınmış, işletmenin tüm atölye ve üretim hatları incele-

nerek, işçilerin maruz kaldıkları fiziksel zorlanmaların en yüksek olduğu 4 işlem (yıkama, kıvrırma, tornalama ve presleme) için REBA ve QEC yöntemleri kullanılarak risk değerlendirmesi yapılmıştır.

Yıkama İşlemi : İşçi, işlemi gerçekleştirebilmek için parçaya doğru eğilip, bacaklarını kırmadan, zaman zaman

Şekil 1: İşlemler esnasında çalışma duruşları



a. Yıkama



b. Kıvrırma



c. Tornalama



d. Presleme

jantı çevirerek çalışmaktadır. Yıkama işlemi gerçekleştirilirken hortumdan gelen basınçlı su ellerde titreşim oluşturmaktadır. İşçi çalışma esnasında uygun olmayan çalışma duruşları yapmaktadır (Şekil 1.a).

Kıvrırma İşlemi : Kıvrırma tezgahında çalışan işçi parçayı işlemek için parçaya doğru eğilmek zorunda kalmakta. fakat parçayı işlerken kollarda zorlanma olmaktadır (Şekil 1.b).

Tornalama İşlemi : Torna tezgahında çalışan işçi, iş esnasında üst kolunu belden yukarıya kaldırma zorunda kalmaz. Fakat operatörün çalışma sırasındaki bilek duruşları uygun olmayan çalışma duruşu yaratmaktadır (Şekil-1.c).

Presleme İşlemi : Hidrolik pres tezgahında çalışan işçi, parçaları kaldırıp prese yerleştirmek için eğilmesi gerekmektedir. Boyun, gövde ve bacak duruşları uygun değildir (Şekil 1.d).

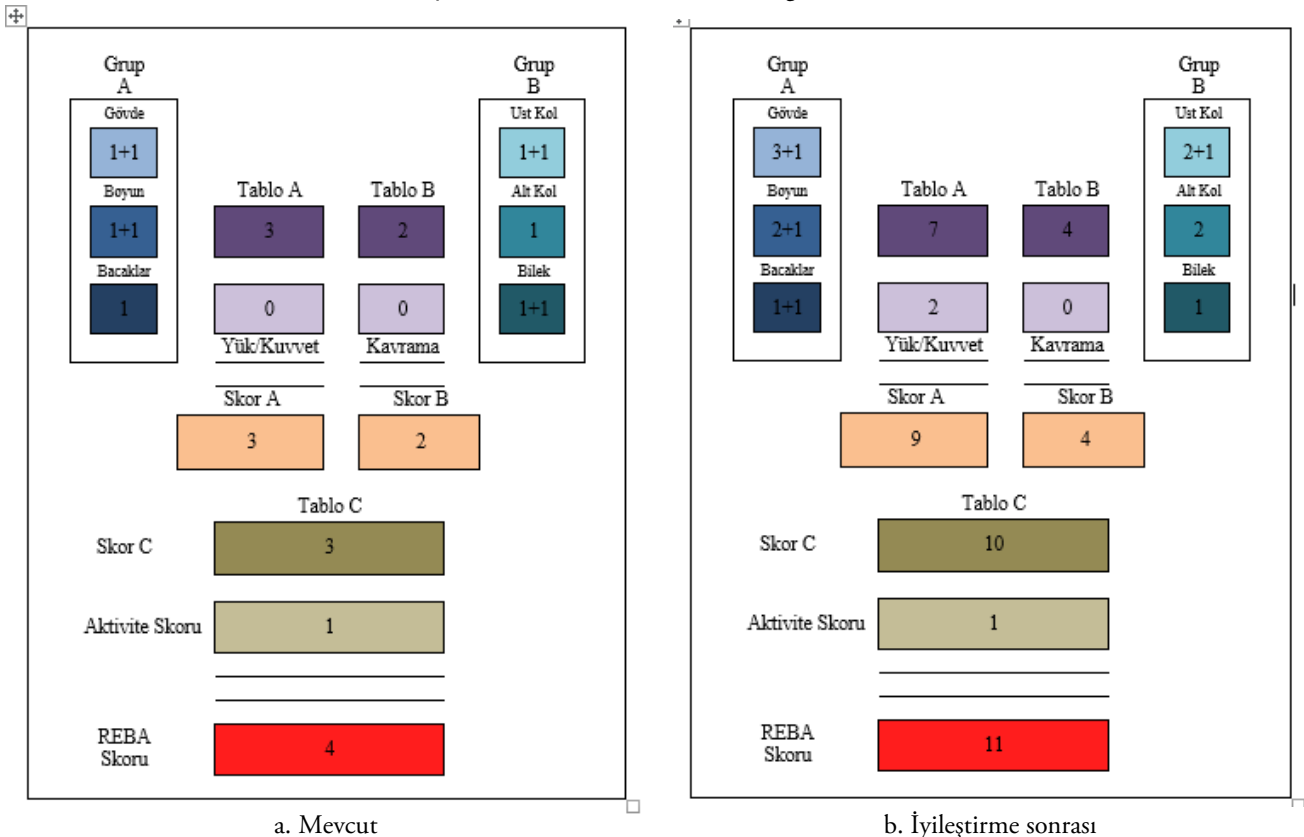
IV. BULGULAR

A. Yıkama İşlemi

Çalışan, REBA yönteminin ilk aşaması olan boyun, gövde ve bacak değerlendirmesine göre uygun olmayan çalışma duruşu sergilemektedir. Ayrıca A skoruna etki eden yük/kuvvet değeri de skoru arttırıcı şekilde etki etmektedir. Kol ve bilek analizlerinde üst kolda olan rotasyon B skorunu yükseltmektedir. Kavrama değeri, bu tezgah için iyi olduğundan, skora herhangi bir etki göstermemiştir. C skoru 10 çıkmıştır. Aktivite skoru, bu bölümde çalışan işçilerde +1 puan etkilediği için REBA skoru da 11 elde edilmiştir (Şekil 2.a). Tablo-1'den, REBA eylem seviyesi 4, risk seviyesi "çok yüksek" düzeyde olup işlemi düzeltici önlemlerin hemen alınması gerekmektedir.

Yıkama işlemi için QEC yönteminde, tezgahta çalışan

Şekil 2: Yıkama işlemi REBA değerlemesi



işçinin de katılımın sağlanmasıyla QEC değerlendirme formu doldurulmuştur. İşçi değerlendirmesine göre, işi yaparken bazen zorluk çektiği ve yaptığı işin stresli olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Tüm değerlendirme kriterlerini içeren QEC değerlendirme sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3: Yıkama işlemi QEC değerlendirmesi

Değerlendirme	Mevcut	İyileştirme Sonrası
Sırt(statik)	-	-
Sırt(hareketli)	46	22
Omuz/kol	42	26
Bilek/el	28	22
Boyun	16	14
Taşıt kullanımı	4	4
Titreşim	9	9
İş Temposu	4	4
Stres	1	1
Toplam	150	102

Değerlendirme sonucunda yıkama işlemi için toplam puan 150 bulunmuş olup

$$\text{QEC Puanı} = 150/176 \% = \%85,22$$

elde edilmiştir.

Yıkama işlemi için yapılan analizler incelendiğinde, boyun, gövde ve bacak duruşları risk puanını arttırmaktadır. Aynı şekilde QEC puanını bel, omuz/kol bileşenleri arttırmaktadır. QEC yöntemi için ayrıca ağırlık ve çalışma süresi de önemli ölçüde puan üzerinde etkilidir. Bu özelliklerden hareketle, yıkama işlemi yapılan parçaların boyutlarına göre ayarlanabilen, çalışanın hem yük kaldırmasını engelleyen hem de çalışma duruşunu düzenleyen bir vinç tasarlanmıştır. İyileştirme amacıyla önerilen ve kaldırma özelliğine sahip olan vinç Şekil 3’de verilmiştir.

Şekil 3 : Önerilen kaldırma aracı



Önerilen vinç, parçaların yukarıya kaldırılmasında kullanılabilir. Vinçin kaldırma kancası parçaya zarar vermeyecek kadar sıkıştırma özelliğine sahiptir. Parçaları kavrayabilmesi ve parçaların ağırlığını taşıyabilmesi açısından kanca kısmının sertlik derecesi yüksek olan tolox44 olması geri kalan kısmında ise imalat çeliği kullanılması düşünülmüştür. Tasarlanan vinçin kaldırma işlemini gerçekleştirebilmesi için 3 kW’lık bir motor gerekir. Kumanda yardımıyla parça işçinin rahat çalışabileceği vücut duruşunu koruyabileceği seviyeye kadar çıkarılabilmektedir.

Kaldırma aracının önerilmesiyle yıkama işlemi için yeniden REBA yöntemi uygulanmıştır (Şekil 2.b). Öneri sonucu yük/kuvvet değerinin, A skorunu 2 puan artırıcı etkisi engellenmiştir. İşçinin çalışma duruşu da nötral çalışma duruşu haline geldiği için Tablo A’da 4 puan düşmesi sağlanmış ve REBA skoru 4 elde edilmiştir. Önerilen iyileştirme ile REBA risk eylem derecesi 4’ten 2’ye, risk seviyesi çok yüksekte ortaya düşmüştür.

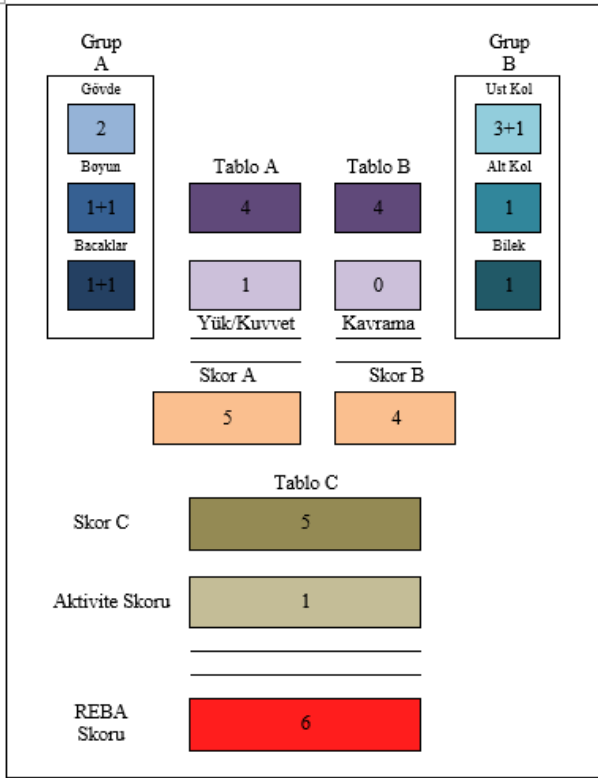
Önerilen kaldırma aracı sonrası QEC değerlendirmesine göre, sırt ve omuz/kol duruşlarında puanların azaldığı görülmektedir. Toplam puan 102, QEC puanı ise %57,95 olarak hesaplanmış olup QEC için de risk düzeyi çok yüksekte ortaya indirilmiştir.

B. Kıvrma İşlemi

Tezgah başında çalışma duruşundan yola çıkarak, üst kol duruşu REBA skorunun yükselmesine neden olmakta-

dır. Boyun, gövde ve bacak duruşları da ayrı olarak skoru arttırmaktadır. REBA yöntemin kıvrıma tezgahına uygulanması sonucu değerler Şekil 4'de gösterilmektedir. C skoru 5 olup aktivite skoru bu tezgah için 1 dakikada 4 kereden fazla tekrar eden iş olduğu için +1 olarak belirlenmiş ve REBA skoru 6 elde edilmiştir. REBA eylem seviyesi 2, risk seviyesi ortadır.

Şekil 4: Kıvrıma işlemi REBA değerlendirme



Kıvrıma tezgahı için QEC değerlendirme Tablo 4'de verilmiştir. Çalışan operatör değerlendirmesine göre iş gereği ince ayrıntıları görmek gerekli olduğu için yüksek dikkat gerektiği belirtilmiştir. Görevi yaparken zorluk çekmediği ve yapılan işin orta derece stresli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. QEC Puanı = $115/176 \% = \%65,34$ dir.

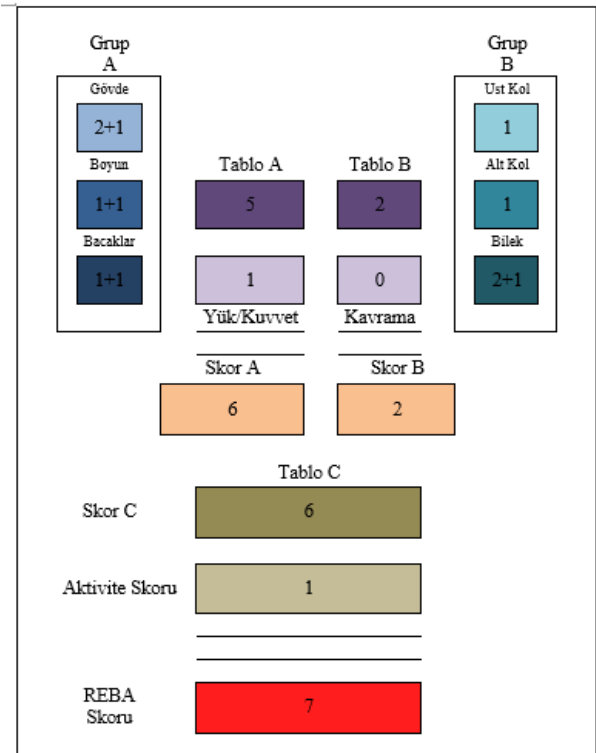
Tablo 4: Kıvrıma işlemi QEC değerlendirme

Değerlendirme	Mevcut
Sırt(statik)	-
Sırt(hareketli)	28
Omuz/kol	36
Bilek/el	28
Boyun	16
Taşıtlı kullanımı	1
Titreşim	1
İş Temposu	1
Stres	4
Toplam	115

C. Tornalama İşlemi

Torna tezgahında çalışan işçinin çalışma duruşu göz önünde bulundurularak uygulanan REBA yöntemine göre, boyun ve bacak duruşlarının puanlanması normal çalışma duruşuna uygun niteliktedir. Fakat buralardaki rotasyonlar puanı arttırıcı yönde etki etmektedir. Bu tezgahta bilek duruşu ve rotasyonları REBA skorunun yükselmesine neden olmaktadır (Şekil 5).

Şekil 5 : Tornalama işlemi REBA değerlendirme



Tablo 5: Tornalama işlemi QEC değerlendirmesi

Değerlendirme	Mevcut
Sirt(statik)	-
Sirt(hareketli)	32
Omuz/kol	28
Bilek/el	32
Boyun	18
Taşıtlı kullanımı	1
Titreşim	4
İş Tempusu	1
Stres	4
Toplam	120

C skoru 6, işin gereği 1 dakikadan uzun süre tutma gerektirdiği için aktive skoru +1 olarak belirlenmiş ve REBA skoru 7 bulunmuştur. REBA risk eylem seviyesi 2, risk seviyesi ortadır.

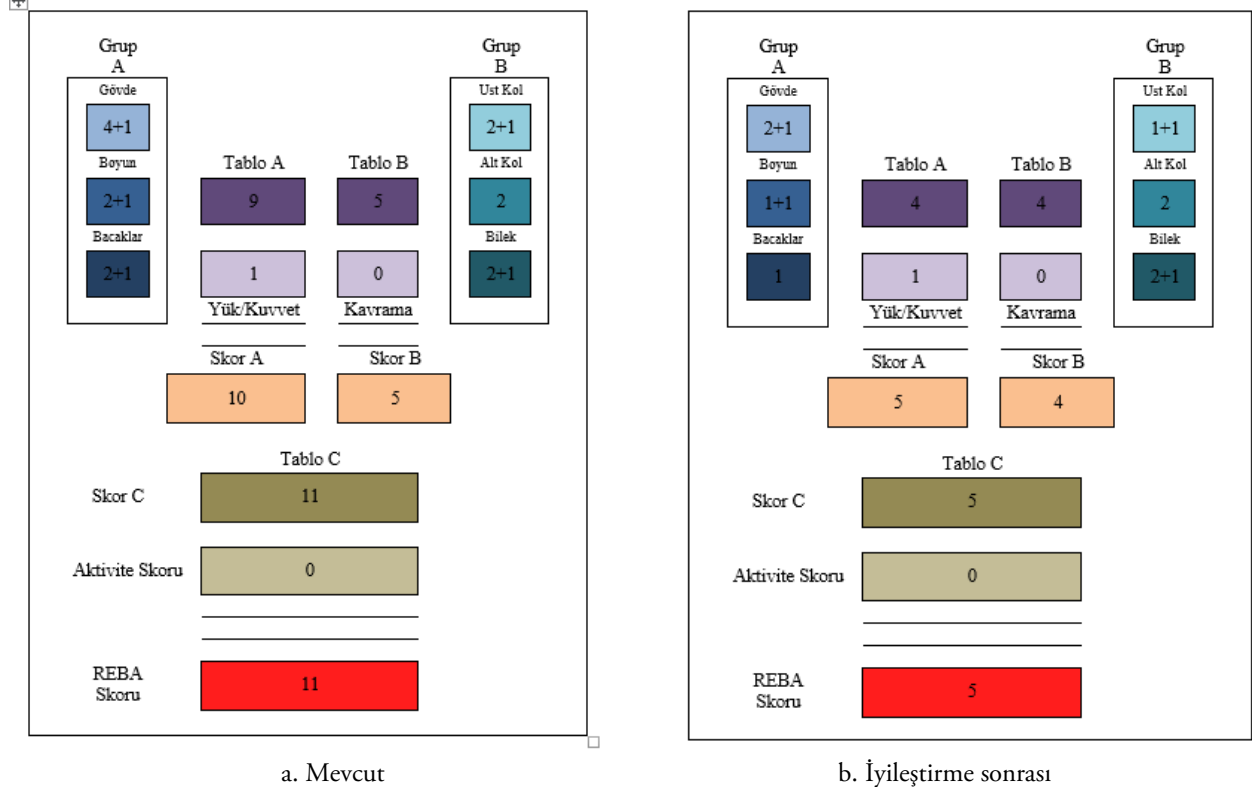
QEC değerlendirmesinde, tezgahta çalışan işçi, yaptığı işte zorluk çekmediğini ve işin biraz stresli olduğunu belirtmiştir. Görev için gerek görsel dikkatin ince ayrıntıları

görebilmesi için yüksek olmaktadır. Torna tezgahında uygulanan QEC yönteminin değerlendirilmesi Tablo 5'de verilmiştir.

QEC Puanı = $120/176$ % = %68,18'dir. QEC eylem seviyelerine göre torna tezgahında yapılan işin daha fazla incelenmesi gerektiği ve tezgah için düzeltici önlemlerin kısa zaman içinde alınması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

D. Presleme İşlemi

REBA değerlendirmesinin ilk aşaması olan boyun, gövde ve bacak duruşlarına bakıldığında, çalışanın boyun, gövde ve bacak duruşu uygun olmayan bir çalışma duruşu yansıtmaktadır. Yük/kuvvet değeri de A skorunu artırıcı yönde etki etmektedir. Değerlendirmenin ikinci aşaması olan kol/bilek analizleri rotasyonlarıyla REBA skorunu yükseltmektedir. Uygulama sonuçları Şekil 6.a'da gösteril-

Şekil 6: Presleme işlemi REBA Değerlemesi

meğdir.

Hidrolik pres tezgahı için C skoru 11, yapılan iş gereği aktivite skoru etkilemediği için REBA skoru 11 hesaplanmıştır. REBA eylem seviyesi 4, risk seviyesi çok yüksektir. Bu tezgah için gereken önlemlerin hemen alınması gerektiği görülmektedir.

Hidrolik pres tezgahı için tezgahta çalışan operatörün de katılımıyla doldurulan QEC değerlendirmesi Tablo 5'de gösterilmektedir. Operatör değerlendirmesine göre yapılan iş için yüksek görsel dikkat gerektirmemektedir. Ayrıca yapılan işin biraz stresli olduğu ve iş yapılırken bazen zorluk çekildiği belirtilmiştir.

Tablo 5: Presleme işlemleri QEC değerlendirmesi

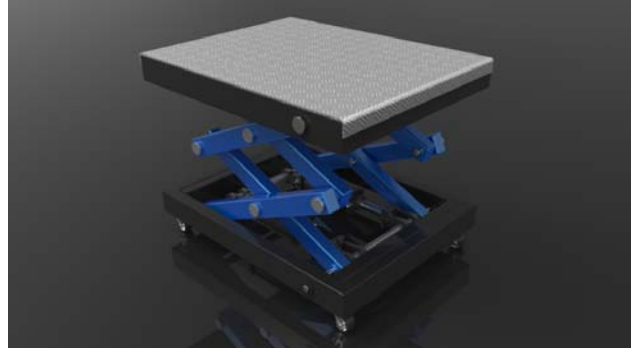
Değerlendirme	Mevcut	İyileştirme Sonrası
Sirt(statik)	-	-
Sirt(hareketli)	44	36
Omuz/kol	36	32
Bilek/el	32	32
Boyun	14	12
Taşıt kullanımı	1	1
Titreşim	1	1
İş Temposu	4	4
Stres	4	4
Toplam	129	122

QEC Puanı = $129/176 \% = \%77,27'$ dir. Tezgahta yapılan işin kas-iskelet sistemi üzerindeki etkileri araştırılmalı ve tezgah için acilen düzeltici önlemler alınmalıdır sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan analizlere göre hidrolik pres tezgahı için, REBA puanını; boyun, gövde ve bacak duruşlarından gelen puanlar ile yük/kuvvet faktörü yükseltmektedir. QEC değerlendirmesine göre de sırt kriteri puanı arttırmaktadır. Her iki yöntemde de ağırlık faktörünün etkisi görülmektedir. Bu durumu engellemek için hidrolik pres tezgahında çalışan işçinin gövde boyun ve bacak duruşunu uygun çalışma

koşuluna getirecek bir hareketli masa tasarlanmıştır (Şekil-7).

Şekil 7: Önerilen hareketli masa



Önerilen masa parçaların tezgaha kaldırılmasında kullanılabilir. Parçaların rahat yerleşebilmesi için 600*1000 mm ölçülerinde 40*40 profilden yapılması gerektiğini düşünülmüştür. Kaldırma işlemi, 50*500 mm ölçüsünde 2 adet yastıklı kare piston yardımıyla hava ile yapılmaktadır. Pistonlar sayesinde parçalar, tezgahın boyutuna kadar çıkarılabilir. Bu araç sayesinde değerlendirme yöntemlerine göre risk puanını arttıran gövde, boyun ve bacak duruşunun daha uygun olması amaçlanmıştır.

Hidrolik pres tezgahı için iyileştirme sonrası yeni REBA değerleri Şekil 6.b'de verilmiştir. Öneri sonucu gövde, boyun ve bacak skorlarının Puan A'yı arttırıcı yönde etki etmesi engellenmiş, ve böylece REBA puanı 5 olarak hesaplanmıştır. Önerilen iyileştirmeye eylem derecesi 4'ten 2'ye, risk seviyesi çok yüksekten ortaya düşürülmüştür.

Önerilen hareketli masa ile QEC değerlendirme formu tekrar doldurulmuş ve sırt ve omuz/kol duruşlarında puanların azaldığı görülmüştür. QEC Puanı = $122/176 \% = \%69,31'$ dir. Risk düzeyi çok yüksekten yükseğe indirilmiştir. Fakat tezgah tekrar incelenerek düzeltici önlemler sunulmalıdır. Omuz/kol ve bilek/el duruşları için iyileştirmeler önerilerek daha iyi sonuçlar elde edilebilir.

V. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde insana verilen değer ve değişen koşullara uyum sağlama yeteneği, işletmelerin rekabet ortamında öne çıkabilmeleri için gerekli olan kavramlardır. Yalnızca sayısal oranlardaki artış, üretkenlikte ya da verimlilikte artış anlamına gelmemekte; aynı zamanda en değerli kaynak olan işgücünü etkin kullanabilmek de önemli hale gelmektedir. İşe bağlı KİSR giderek arttığı iş ortamlarında, atölye çalışanlarının sağlık problemlerini ortaya çıkmadan önlemek, hem maddi hem manevi açıdan büyük bir kazanımdır.

Bu çalışmada KİSR vakalarının azaltılması amacıyla, metal sanayi sektöründe faaliyet gösteren bir jant fabrikasında ergonomik risk değerlendirme metotlarından olan REBA ve QEC yöntemleri dört işlem (tezgah) için uygulanmıştır. Ergonomik risk değerlendirme metotlarının uygulanması ile her bir işlem için risk puanı elde edilmiştir. Yıkama ve hidrolik pres tezgahlarındaki işlemlerin REBA risk puanları çok yüksek (eylem seviyesi 4) bulunmuştur. Bu tezgahlar için düzeltici önlemlerin acilen alınması gerekmektedir. Kıvrırma ve torna tezgahları için REBA eylem seviyesi 2, risk seviyesi orta olmakla birlikte, bu tezgahlar için de inceleme yapılarak, düzeltici önlemlerin alınması gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır. QEC risk puanları göre ise yıkama ve presleme işlemleri için risk seviyesi çok yüksektir. Bu tezgahlarda kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olan etkenler incelenmeli ve iyileştirme faaliyetleri geliştirilmelidir. Kıvrırma ve tornalama işlemleri için risk seviyesi yüksek olmakla beraber, tezgahlarda yapılan işler incelenerek kısa zaman içinde önlemlerin alınması gerekmektedir.

Yapılan analizler incelendiğinde tezgahlar üzerinde risk puanlarını arttıran etmenlerin, tezgahlarda yapılan işlemlerin gereğine göre çalışma duruşlarının uygun olmamasından kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır. QEC yönteminin

bileşenlerinden olan günlük çalışma süresi ve elle kaldırılan en fazla ağırlık etmenleri, risk puanlarını oldukça arttırmaktadır.

Tezgahların risk puanları göz önünde bulundurularak yıkama işlemindeki parçaların boyutlarına göre ayarlanabilen, çalışanların parça kaldırmasına yardım etmek üzere bir araç önerilmektedir. Kaldırma aracın yaptırma maliyeti 8000₺'dir. Bu araç sayesinde REBA ve QEC puanlarını arttıran ağırlık faktörü üzerinde iyileştirme amaçlanmıştır. Presleme işleminde her iki yöntemde göre de risk puanını diğer bileşenlere göre daha çok arttıran etmen boyun, gövde ve bacak duruşudur. Parçaların, operatöre göre alçakta bulunmasından dolayı bu durum uygun olmayan çalışma duruşuna neden olmaktadır. Çalışan operatörün vücut duruşunu bozmadan, boyun, gövde ve bacak duruşunu uygun çalışma duruşuna getirebilmek amacıyla bir hareketli masa önerilmektedir. Bu masanın yapım maliyeti 4000₺'dir. Bu sayede çalışan vücut duruşunu bozmadan parçaları tezgaha yerleştirebilecek ve boyun, gövde ve baktan gelen risk puanlarının etkisinin azaltılması amaçlanmıştır.

İyileştirme önerilerinin getirilmesiyle, uygulamaların etkinliğini gözlemlemek amacıyla yöntemler yeniden uygulanmıştır. REBA yöntemine göre mevcut eylem dereceleri 4 olan yıkama ve presleme işlemlerinin eylem dereceleri 2'e düşürülmüştür. Risk seviyeleri ise çok yüksekte ortaya indirilmiştir. QEC yöntemi uygulamasına göre de yıkama bölümü ve hidrolik pres tezgahının eylem seviyeleri çok yüksekte yükseğe düşürülmüştür. QEC yöntemine göre iyileştirmelerin etkinliğinin az olması nedeni operatörlerin çalışma saatlerinin çok yüksek olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir.

Mevcut durum ve iyileştirme sonrası durum karşılaştırılmasına göre tezgahlar için risk düzeylerinde anlamlı azal-

malar görülmektedir. İşe bağlı KİSR risk oluşturabilecek faktörlerin azalmasında iyileştirmeler yararlı olmuştur. Her tezgahta çalışma duruşları tekrar incelenerek zorlanmanın en çok olduğu duruşlar için çeşitli iyileştirme önerileri getirilerek risk puanları daha kabul edilebilir seviyelere çekilmelidir. Ayrıca tezgahlarda çalışan operatörlerin iş rotasyonu sağlanarak, aynı işte devamlı olarak çalışmalarının önüne geçilebilir.

KİSR oluşumunda çalışma duruşları çok önemlidir. Uygun olmayan çalışma duruşları, bu rahatsızlıklarının oluşumuna zemin hazırlamaktadır. İş esnasındaki duruşlarda nötral pozisyonun sağlanması, hem çalışanın rahat etmesi hem de işle ilgili olarak oluşabilecek KİSR korunmak açısından önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle çalışma ortamının ergonomik kurallara göre düzenlenmesi işle ilgili KİSR korunmak için gereklidir.

Çalışanların sağlık yönünden rahat etmesi ve güvenliklerinin korunması adına yapılan bu ergonomik iyileştirmeler çalışan verimliliği üzerinde de iyileştirici etki yapmaktadır. Çalışanların sağlığı ve güvenliği ile verimliliği arasında doğru orantılı bir ilişki bulunmaktadır. Yapılan ergonomik risk değerlendirmeleri ile KİSR ve yaralanmalardan önemli derecede koruma sağlanarak, sağlık ve güvenlik yönünden daha iyi bir çalışma ortamı sağlanmış olacaktır. Bunlara ek olarak çalışan performansı ve üretim kalitesi artacak, iş gücü kayıplarıyla beraber ekonomik kayıpların önüne geçilmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Kahya, E., Çiçek, E. (2019). Seramik sektöründe taşıma işlemlerinde ergonomik risk değerlendirmesi - Bir pilot çalışma. Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi, 7 (1), 47-58.
- [2] Akay, D., Toksari, M. D. (2009). Ant Colony Optimization Approach for Classification of Occupational Low Back Disorder Risks. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, 19 (1), 1-14.
- [3] Bilir, N. (2011). Meslek Hastalıkları Tanı, Tedavi ve Korunma İlkeleri. Hacettepe Tıp Dergisi, 42(4), 142-157.
- [4] İçağasıoğlu, A., Yumuşakhuylu, Y., Ketenci, A., Toraman, N.F., Maymak Karataş G., Kuru, Ö. & et al. (2015). Burden of Chronic Low Back Pain in the Turkish Population. Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, 61, 58-64.
- [5] Akay, D., Dağdeviren, M., Kurt, M. (2003). Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18(3), 73-84.
- [6] Esen, H. & Fırlı, N., (2013). Çalışma duruşu analiz yöntemleri ve çalışma duruşunun kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına etkileri. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 17(1), 41-51.
- [7] Sağıroğlu, H., Coşkun, M.B. & Erginel, N. (2015). REBA ile Bir Üretim Hattındaki İş İstasyonlarının Ergonomik Risk Analizi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 3(3), ÖS:Ergonomi2015, 339-345.
- [8] Atıcı, H., Gönen, D., Oral, A., (2015). Çalışanlarda Zorlanmaya Neden Olan Duruşların REBA Yöntemi ile Ergonomik Analizi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 3(3), 239-244.
- [9] Duran, F. M., Yeşilova, T., 2015, Manuel Yükleme Yapılan Bir İstasyonda Ergonomik İyileştirme. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 3(3), 507-510.
- [10] Ulutaş. İ. & Gündüz T. (2017). Otomotiv Kablo İmalatında Ergonomik Risk Analizi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 22(2), 107-119.
- [11] Gönen, D., Oral, A.D., Ocaktan, M.A.B., Karaoğlu, A., & Cicibaş, A. (2017). Bir Transformator İşletmesinde Montaj Ünitesinin Ergonomik Analizi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21(5), 1067-1080.
- [12] Özoğul, B., Çimen, B., Kahya, E. (2018). Bir metal sanayi işletmesinde ergonomik risk analizi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6(ÖS: Ergonomi2017), 159 – 175.
- [13] Aydın, F. , Çidem, Ç. , Kahya, E . (2018). Kabin Üretimi Yapan Bir İşletmenin Kaynak Atölyesinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi. Ergonomi, 1 (3) , 137-147.
- [14] David, C. G. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders, Occupational Medicine, 55, 190

- 199.
- [15] Chiasson, M.E., Imbeau, D., Major, J., Aubry, K. & Delisle A. (2012). Comparing the Results of Eight Methods Used to Evaluate Risk Factors Associated With Musculoskeletal Disorders, *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 42, 478-488.
- [16] Mert, E. A. (2014). Ergonomik Risk Değerlendirme yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Çanta İmalat Atölyesinde Uygulanması. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [17] Koç, S. & Testik, Ö.M. (2016). Mobilya Sektöründe Yaşanan Kas-İskelet Sistemi Risklerinin Farklı Değerlendirme Metotları İle İncelenmesi Ve Minimizasyonu. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 27(2), 2-27.
- [18] Hignett, S. & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31, 201-205.
- [19] Kocabaş, M. (2009). Ağır ve Tehlikeli İşlerde Çalışan İş Görenlerde Zorlanmaya Neden Olan Çalışma Duruşlarının Analizi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya.
- [20] Li, G., Buckle, P., 1999, Evaluating Change in Exposure to Risk for Musculoskeletal Disorders – A Practical Tool. University of Surrey for the Health and Safety Executive.
- [21] David, G., Woods, V., Buckle, P. (2003). Musculoskeletal Risk: Assessment Methodologies. Launch Of A New Version Of The Quick Exposure Check. Institute of Chemical Engineers, Human Factors in the Process Industry, March 20th 2003, The Dennison Centre, University of Hull, Cottingham Road, Hull.
- [22] Kesiktaş, N., Özcan, E. (2007). Mesleki kas iskelet risklerinin değerlendirilmesinde güncel teknikler ve quick exposure check (QEC). *Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, Ocak, Şubat-Mart, 33-38.
- [23] Özcan, E., Kesiktaş Sakar, N., Alptekin, H. K., Özcan E. E., 2007, Mesleki Kas-İskelet Risklerinin Değerlendirilmesinde QEC Ölçeğinin Türkçe Uyarlamasının Güvenilirliği. *İstanbul Tıp Fakültesi*, 70,4, 98-102.