

# Seramik Sektöründe Taşıma İşlemlerinde Ergonomik Risk Değerlendirmesi: Bir Pilot Çalışma

## Ergonomic Risk Assessment for Transporting Operations In Ceramics Sector: A Pilot Study

Emin KAHYA<sup>1</sup>, Ece ÇİÇEK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Prof. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

<sup>2</sup> Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

### ÖZ

**Amaç:** Seramik sektörü fiziksel zorlanmaların yoğun olduğu ve bu nedenle de çalışanlarda kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının olduğu sektörlerden biridir. Bu çalışmada, klozet, lavabo vb ürünleri üreten bir seramik fabrikasının üç ünitesinde işçilerin maruz kaldıkları fiziksel zorlanmaların azaltılması için ergonomik iyileştirme önerileri geliştirilmesi amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntem:** İşletmenin üretim süresi incelenmiş, taşımaların ve zorlanmaların en fazla olduğu basınçlı döküm, fırın yükleme ve fırın boşaltma işlemleri için, her işlem için 3 iş elemanı tanımlanarak, REBA ve BAUA yöntemleri ile ergonomik risk değerlendirmesi yapılmıştır. Her üç işlem için riski azaltacak iyileştirme önerileri geliştirilmiştir. **Sonuçlar:** REBA skorları; basınçlı döküm işlemi için 7, 3 ve 3; fırın yükleme işlemi için 8, 4 ve 3; fırın boşaltma işlemi için 4, 4 ve 4; BAUA skorları ise 1-3 (epey fazla yük) elde edilmiştir. Yapılan ergonomik iyileştirme önerileri sonucunda işlemlerin risk skorları kabul edilebilir düzeye indirildiği tespit edilmiştir. **Tartışma:** Risk faktörlerine dayalı olarak yapılan değerlendirmeler sonucunda elde edilen sonuçlar işletme yönetimi ile paylaşılmış, iyileştirme önerileri hakkında bilgi verilmiştir. Çalışanlara daha sağlıklı bir çalışma ortamı sağlamak için önerilerin maddi boyutunun yerine getirilebilir düzeyde olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Seramik; Ergonomik; Risk değerlendirmesi; REBA; BAUA

### ABSTRACT

**Purpose:** The ceramics industry is one of the sectors where physical strains are intense and therefore workers have musculoskeletal disorders. In this study, it was aimed to develop ergonomic improvement suggestions to reduce the physical strains that workers are exposed to in three units of a ceramic factory that produces products such as closet, sink, etc. **Material and Methods:** The production period of the plant was examined. In the pressure casting, oven loading and oven discharging units where transports and strains were much more, three tasks were defined for each operation and ergonomic risk assessments were made with REBA and BAUA methods. The improvement proposals to reduce the risks were suggested for three operations. **Results:** REBA scores were 7, 3 and 3 for pressure casting; 8, 4 and 3 for oven loading; 4, 4 and 4 for oven discharging and BAUA scores were obtained as 1-3 (very high load). As a result of the ergonomic improvement suggestion made, it was determined that operations' risk score levels were reduced to acceptable level. **Discussion:** The results obtained from the assessments made on the basis of risk factors were shared with business management and information was given about suggestions for improvement. It has been determined that the financial dimension of the suggestions can be fulfilled to provide a healthier work environment for the employees.

**Key Words:** Ceramics; Ergonomics; Risk assessment; REBA; BAUA

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.

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 (Akay ve Toksari, 2009).

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 (Bilir, 2011). İşe bağlı Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları (KİSR) fiziksel çaba ile ilişkili olup, dünyanın her tarafında en yaygın sağlık problemlerinden biridir (İçağasıoğlu, Yumuşakhuylu, Ketenci ve ark., 2015). 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 (Akay ve ark., 2003). 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 (Esen ve Fiğlalı, 2013). Bu tür zorlanmalara karşın gerekli iyileştirmelerin yapılmaması, sorunların göz ardı edilmesi halinde, KİSR artması engellenemez. Artan KİSR, işgücünde verimsizlik hatta kayıplar ortaya çıkar 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 (NIOSH Lifting Equation) ve BAUA (Bundesanstalt für Arbeitschutz und

Arbeitsmedizin); ofis işlemlerinde, RULA (Rapid Upper Limb Assessment) ve ROSA (Rapid Office Strain Assessment); Montaj işlemlerinde, OCRA (Occupational Repetitive Actions Index); üretim ve hizmet işlemlerinde QEC (Quick Exposure Check), REBA (Rapid Entire Body Assessment) ve OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System) sayılabilir. Bu yöntemler kullanılarak; metal (Kee ve Karwowski, 2007; Sağıroğlu, Coşkun ve Erginel, 2015; Gönen, Oral, Ocaktan ve ark., 2017), otomotiv (Atıcı, Gönen ve Oral, 2015), plastik (Ulutaş ve Gündüz, 2017), ormancılık (Jones ve Kumar, 2010; Ünver Okan ve Kaya, 2015; Enez ve Nalbantoğlu, 2015), mobilya (Ülker ve Burdurlu, 2012; Koç ve Testik, 2016; Polat, Mutlu, Çakanel ve ark., 2017), tekstil (Erdoğan ve Vayvay, 2006), toprak ürünleri (Özel ve Çetik, 2010), maden (Gangopadhyay, Das, Das ve ark., 2015), tarım (Kong, Lee, Lee ve ark., 2017) gibi üretim sektörleri ile servis (Akay, Dağdeviren ve Kurt, 2003), sağlık (Atasoy, Keskin, Başkesen ve ark., 2010; Herzog, Beharic, Beharic ve ark., 2014; Kim ve Roh, 2014), eğitim (Hashim, Dawal ve Yusoff, 2012; Apaydın, Erol, Koçyiğit ve ark., 2016) gibi hizmet sektörlerinde çok sayıda ulusal ve uluslararası yayın bulunmaktadır. Fiziksel zorlanmaların etkisiyle, çalışanların maruz kaldıkları KİSR da üretim (Gönen ve ark., 2017), hizmet (Akal ve İlhan, 2017) ve sağlık (Pınar, 2010) sektörlerinde araştırılmıştır.

Seramik sektörü emek yoğun sektörler arasında yer almaktadır. Çalışma esnasında 30 kg'a varan ağırlıkta parçaları kaldırma, indirme, taşıma, itme gibi uygunsuz çalışma pozisyonlarına maruz kaldığından, 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 BAUA yöntemleri kullanılarak klozete, hela taşı, lavabo vb ürünleri üreten bir seramik fabrikasının fırın yükleme, boşaltma ile döküm işleminde ergonomik risk değerlendirmeleri ele alınmış, çalışanların maruz kaldıkları zorlanmaları azaltacak iyileştirme önerileri geliştirilmiştir.

#### *Ergonomik Risk Değerlendirme*

Uygun olmayan çalışma duruşlarının iyileştirilmesi, zorlanmaların azaltılması çalışanın sağlığı ve aynı zamanda iş performansı açısından oldukça önemlidir (David, 2005). KİSR riskini değerlendirmek için kullanılan yöntemler; kişisel anket yöntemleri, sistematik gözlemlere dayalı yöntemler ve direkt ölçüm yöntemleri olarak sınıflandırılabilir (Özel ve

ark., 2010; Chiasson, Imbeau, Major ve ark., 2012; Mert, 2014).

**Kişisel Anket Yöntemleri:** KİSR riskinin değerlendirilmesi için kullanılan öznel anketler ve kontrol listeleridir. En yaygın kullanılanı Cornell KİSR Anketi (Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire)'dir. Bu yöntemlerin en büyük üstünlüğü, maliyetinin düşük olması, etkili yöntemler olması ve büyük çaplı örneklerle uygulanabilmesidir (Koç ve ark., 2016).

**Sistemik Gözlemlere Dayalı Yöntemler:** KİSR riskinin nicel olarak değerlendirilebilmesi amacıyla kullanılan yöntemler de basit gözleme dayalı yöntemler ve gelişmiş gözleme dayalı yöntemler olarak ikiye ayrılabilir.

a) Basit gözleme dayalı yöntemler; NIOSH (NIOSH Lifting Equation) (Amerika Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü Yük Kaldırma Endeksi), BAUA, RULA, SI (The Strain Index) (Zorlanma İndeksi), OCRA, QEC, REBA, OWAS

b) Gelişmiş gözleme dayalı yöntemler; Ergo-Man, 3DSSPP, Jack, RAMSIS Model, AnyBody Modelleme Sistemi sayılabilir.

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 (David, 2005; Koç ve ark., 2016).

**Direkt ölçüm yöntemleri:** İnsan hareketlerini ve duruşlarının analizi için direkt ölçümlerde elektromiyografi (EMG), açölçer, biyomekanik analiz araçları ve optik araçlar kullanılmaktadır.

### REBA Yöntemi

Hignett ve McAtamney (2000) 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 (Kocabaş, 2009). Çalışanın vücut bölümleri duruşuna puanlar vererek çalışanın o işi yaparken ne kadar zorlandığını analiz eder. Böylelikle çalışanın zorlandığı noktaları belirleyerek KİSR engellenebilmesi için nelere, hangi duruşlara dikkat edilmesinin gerektiğini tespit yardımcı olur.

REBA yöntemi iş yerinde risk değerlendirmesi yapılırken duruş analizine ihtiyaç duyulduğunda, a) çalışma esnasında tüm vücudun kullanıldığı durumlarda, b) çalışma duruşunun statik, dinamik tekrarlı veya değişken olduğu durumlarda c) canlı ya da cansız yükler sıklıkla ya da seyrek olarak elle taşındığında ve d) İşyeri ve ekipman değişikliğinde eğitimden önce ve sonra çalışanların risk alma algılarını gözlemlemek için kullanılabilir. REBA bir işin kritik olan her görevi için her bölgeye puan atayarak vücut duruş faktörlerini değerlendirme işlemidir. Böylece analiz edilmek istenen bir çalışma duruşu veya hareketin neden olduğu risk sayısal olarak ifade edilmiş olunur.

REBA yöntemi bir çalışma duruşu esnasında gövdede, boyunda, bacaklarda, üst kollarda, alt kollarda ve bileklerde ortaya çıkan esneme ve bükülme ve bu duruşlar esnasında çalışanın maruz kaldığı yüklerle ilgili olarak 1 ile 15 arasında değişen bir skor belirlenmektedir. Hesaplanan REBA skoru ile ele alınan çalışma duruşunun risk seviyesi ihmal 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

### BAUA Yöntemi

BAUA Yöntemi; 1) kaldırma, tutma ve taşıma işlemlerinde 2) yük çekme - itme işlemlerinde ayrı ayrı risk değerlendirme yapılmaktadır. Yapılan işle

ilgili 4 kriter incelenmekte ve tablolardan koşula uygun puanlar tespit edilmektedir. Kaldırma, tutma ve taşıma işlemlerinde risk değeri; yük önemliliği, yükün beden konumuna göre belirlenen konum

ağırlığı ve çalışma ortam koşullarının (uygulama şartları) aldığı değerler toplanarak zaman ağırlığı ile çarpılır ve risk faktörü değeri hesaplanır.

Zaman ağırlığında, öncelikle, işin kaldırma-yer değiştirme, tutma ya da taşıma işlerinden hangisi olduğuna karar vermek gerekmektedir. Örneğin koli içine ürün yerleştiriliyorsa, çuval istifleniyorsa, kaldırma-yer değiştirme, matkapla duvar deliniyorsa, taşlama makinası kullanılıyorsa tutma ve bir noktadan diğer noktaya eşya taşınıyorsa da taşıma kategorisine göre değerlendirme yapılır. Zaman ağırlığının belirlenmesinde kaldırma-yer değiştirmede günlük yapılan iş sayısı, tutmada bir günde işi yaparken tutma süresi ve taşımada işi yaparken yol alınan mesafe zaman ağırlığını belirlemektedir.

Yük önemliliği, tutma şekli ve uygulama şartları belirlenmektedir. Yük önemliliğinde işi yapan kişinin

cinsiyeti önemlidir. Erkek ve kadın için yük önemliliği ayrı hesaplanır. İş esnasında aynı ağırlıktaki yükler kaldırılmıyorsa kaldırılan yüklerin ortalaması alınmalıdır. Konum ağırlığını belirlemek için yükün bedene göre konumu, gövdeden uzak ya da gövdeye yakın olması yükü alırken eğilmek veya uzanmak önemlidir. Uygulama koşullarında işin yapıldığı ortam önemlidir. Zemin, aydınlatma, tavan yüksekliği, yükün ağırlık merkezinin değişkenliği gibi durumlar etkilidir.

Risk faktörü değeri, Tablo 2'te verilen risk derecelendirme tablosuna göre değerlendirilir ve hangi risk bölgesinde olduğu bulunur (Babalık, 2016). Bu değerlendirme yönteminin temelini bedenine öne eğilme durumu, yükün büyüklüğü, süresi, tekrar sıklığı ve yana dönme veya eğilmenin olup olmadığına göre omurganın zorlanmasının arttığı bilgisi oluşturur.

**Tablo 2.** BAUA Risk Derecelendirme Tablosu

Risk Bölgesi	Risk Faktörü Değeri	Açıklama
1	< 10	Düşük Yük; vücudun fazla yüklenmesi nedeniyle sağlığın kaybedilmesi olası değil.
2	10...25	Biraz Fazla Yük; Az yüklenebilen personel için vücudun fazla zorlanması olası. Böyle personel için iş düzenlemesinde iyileştirme anlamlı olur.
3	25...50	Epey Fazla Yük; Normal yüklenebilir kişiler için de vücudun fazla zorlanması olası. İş düzenlemesi iyileştirme yönüne gidilmeli.
4	> 50	Çok Fazla Yük; Vücudun fazla zorlanma yüklenme olasılığı çok yüksek. İş düzenlemesinde iyileştirme önlemleri almak şart

### GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, klozet, lavabo gibi ürünleri üreten bir seramik fabrikasında, ergonomik risk değerlendirmesi ele alınmıştır. Araştırma için ilgili işletmeden izin alınmış, işletmenin tüm atölye ve üretim hatları incelenerek, işçilerin maruz kaldıkları fiziksel zorlanmaların en yüksek olduğu döküm atölyesinde a) basınçlı döküm ile fırın atölyesinde b) yükleme, c) boşaltma işlemlerinde, REBA ve BAUA yöntemleri kullanılarak risk değerlendirme yapılması

uygun görülmüştür. Her üç işlem için birer işçi çalışmaya dahil edilmiş, gözlemlenen işçilerden onay alınmıştır.

**Basınçlı Döküm:** Çamur, basınçlı döküm makinelerinde belli bir basınç ile şekillendirilir. Şekillenen mamül ceketler ile tutularak sehpalara yüklenir (Şekil-1). Şekillenen yarı mamül, nemli olduğu için çok daha ağır olmakta, taşıma işi için kullanılan ceket ile birlikte 35 kg'a yaklaşmaktadır.



**Şekil 1.** Basınçlı Döküm

Basınçlı döküm işlemi için yarı mamulü kalıptan çıkarma, sehpaye taşıma, sehpaye yerleştirme olarak üç iş elemanı tanımlanmıştır.

Fırın Yükleme: Fırın yükleme, sırlı mamullerin fırın arabalarına yükleme işlemidir. 7,5 saatlik çalışmada 3 yükleme işçisi bu işlemi gerçekleştirmekte olup,

fırın giriş süresi 17,75 dk ve ortalama bir fırın arabasına yüklenen yük 345,7 kg'dır. Fırın yükleme işlemi, yarı mamulü transfer arabasından alma, taşıma, fırın arabasına yükleme (Şekil-2) olmak üzere üç iş elemanından ibarettir.



a. Yarı mamulü transfer arabasından alma



b. Taşıma



c. Fırın arabasına yükleme

**Şekil 2.** Fırın Yükleme

*Fırın Boşaltma:* Fırın boşaltma işleminde, ürünü fırın arabasından alma, taşıma, kalite kontrol bandına

yükleme olmak üzere üç iş elemanı (Şekil-3) tanımlanmıştır.



a. Ürünü fırın arabasından  
alma



b. Taşıma



c. Kalite kontrol bandına  
yükleme

### Şekil 3. Fırın Boşaltma

İşletmede her bir işlemi yapan birden fazla işçi olmasına rağmen, işlemlerin yapılış şekli işçiler arasında bir farklılık göstermediğinden, üretim hattında bir işçi rassal olarak seçilerek yazarlardan biri tarafından REBA ve BAUA analizi yapılmıştır.

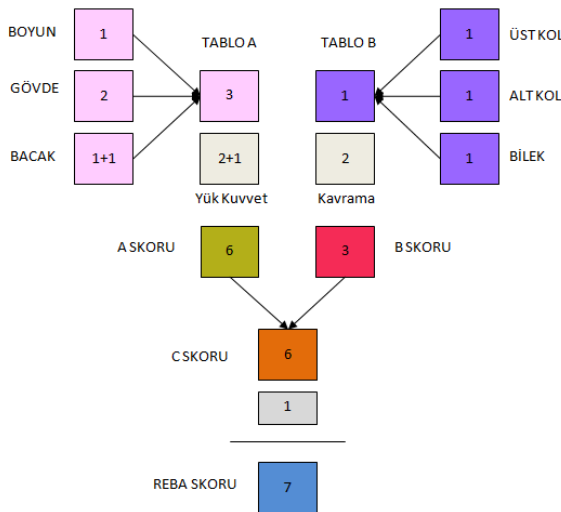
### SONUÇLAR

#### Basınçlı Döküm

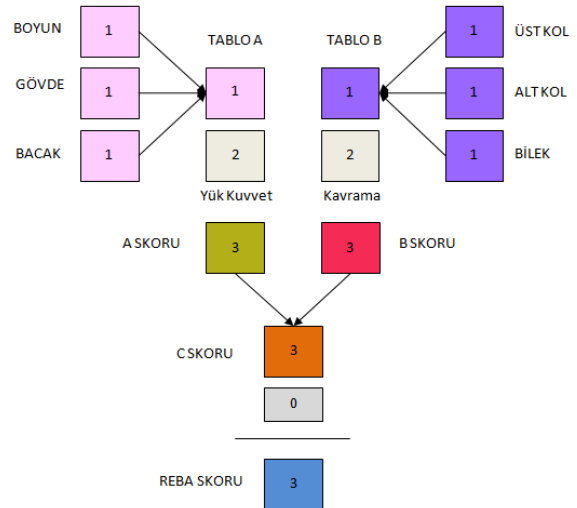
Kalıptan çıkarma: Şekillenen çamur kalıbın arasından almak için kalıp açılır. Yarı mamulün

taşınması sırasında zarar görmesini engellemek için ceketler takılır. Çamur ile kalıp yüzeyi arasında hava basılır, böylelikle kalıptan yarı mamul daha kolay çıkarılır. Burada işçiler ani bir şekilde ağırlık yüklenmektedir. Bu da çalışanlarda bel ve kol ağrılarına neden olmaktadır.

Bu iş elemanı için REBA gözlem formu doldurulmuş ve risk skoru 7 hesaplanmıştır (Şekil-4a). Risk seviyesi orta düzey ve "önlem gereklidir" sonucuna varılmaktadır (Bakınız Tablo 1).



a. Mevcut



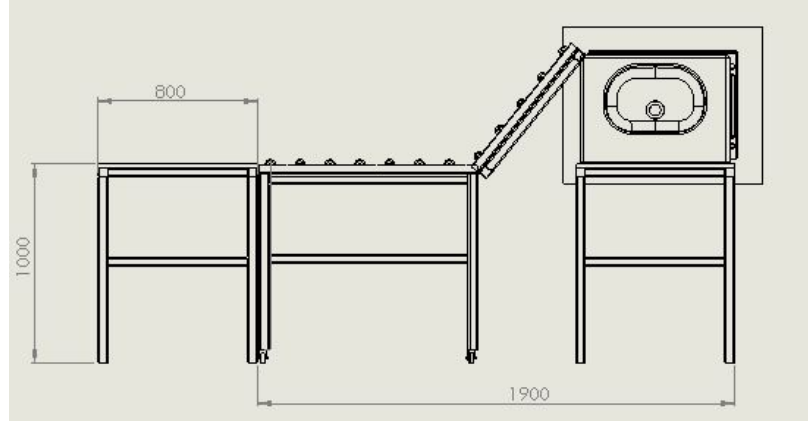
b. İyileştirme sonucu

Şekil-4. Kalıptan Çıkarma İçin REBA Skorları

Kalıptan çıkarma esnasında ani yüklenmeleri en aza indirebilecek bir iyileştirme önerisi geliştirilmiştir. Öneri, yarı mamül yerleştirecekleri sehpa ile kalıplar arasına konveyör bandı yerleştirilmesidir (Şekil-5). Böylelikle kalıptan çıkarılan yarı mamül bandın üzerine işçinin ufak desteğiyle yerleşecektir, çalışana yüklenen ani ağırlık ortadan kaldırılmış olacaktır.

Konveyör ileri geri hareket edebilecek, katlanabilir özellikle olup basınçlı döküm makinasındaki 10 kalıp için kullanılabilir.

Konveyör ölçüleri için, aynı işlemi yapan 10 işçiden dirsek yüksekliği (105,5 cm) ve kol uzunluğu (58,5 cm) ölçüleri alınmış olup, bantın yüksekliği 100 cm ve genişliği 80 cm belirlenmiştir.



Şekil 5. Konveyör Bandı

İyileştirme önerisi sonucunda REBA skorunun 3'e (düşük risk) düşmesi (Şekil-4.b) beklenmektedir. Tüm işlemlerin mevcut ve iyileştirilmiş için REBA skorları Tablo-3'de verilmiştir.

BAUA Yöntemi için; 10 kalıplı bir basınçlı döküm makinasına bakmakla sorumludur. Bir vardiyada  $15 \times 10 = 150$  adet yarı mamülü kalıptan çıkarmaktadır,

zaman ağırlığı 4; ortalama 35 kg yarı mamül ağırlığı olduğu için yük önemliliği 7; kalıptan çıkarırken hafif eğildiği için de konum 2 olup risk skoru 36, risk bölgesi 3 (epey fazla yük) olarak bulunmuştur (Tablo-4). Önerilen iyileştirme sonrasında ise risk skoru 8, risk bölgesinin 1 (düşük yük) olması beklenmektedir.

Tablo 3. REBA Risk Değerleri

Ünite/İşlem	İş Elemanı	Mevcut	İyileştirilmiş
Basınçlı döküm	Kalıptan çıkarma	7	3
	Sehpaya taşıma	3	-
	Sehpaya yerleştirme	3	1
Fırın yükleme	Yarımamülü transfer arabasından alma	8	5
	Fırın arabasına taşıma	4	1
	Fırın arabasına yükleme	3	-
Fırın boşaltma	Fırın arabasından alma	4	1
	Kalite kontrol bandına taşıma	4	1
	Kalite kontrol bandına yükleme	4	1
		40	13

**Tablo 4.** Basınçlı Döküm İçin BAUA Risk Değerleri

İş Elemanı	Yöntem	Zaman		Yük		Uygulama		Risk	
		ağırlığı	önemliliği	Konum	koşulları	Değerlendirme	bölgesi	Açıklama	
Kalıptan çıkarma	Mevcut	4	7	2	0	$(7+2+0)*4=36$	3	Epey fazla yük	
	Beklenen	4	1	1	0	$(1+1+0)*4=8$	1	Düşük yük	
Sehpaya taşıma	Mevcut	1	7	1	0	$(7+1+0)*1=8$	1	Düşük yük	

*Sehpaya taşıma:* Kalıptan çıkarılan yarı mamuller, transfer arabalarına yüklenmeden önce sehpa taşınilar. Bu iş elemanı için REBA skoru 3 (düşük risk) belirlenmiştir. Fakat kalıptan çıkarma iş elemanı için geliştirilen öneri sayesinde taşıma tamamen ortadan kaldırılmış olacaktır.

BAUA için; taşıma 150 cm mesafe arasında yapılmaktadır. Çalışan vardiyada  $150*150=225$  m. taşıma yapmaktadır. Zaman ağırlığı 1; ortalama 35 kg yarı mamul ağırlığı olduğu için yük önemliliği 7; taşıma yaparken gövde dik konumda olduğu için konum ağırlığı 1 olup risk skoru 8 (risk bölgesi 1) bulunmuştur (Tablo-4). Tasarlanan konveyör bandı sayesinde taşımalar ortadan kaldırılacağı için risk skoru sıfır olur.

*Sehpaya yerleştirme:* Kalıptan çıkarılıp taşınan yarı mamul sehpa üzerine yerleştirilir. Böylelikle transfer arabalarına yüklenene kadar sehpa üzerinde bekler. Bu iş elemanı için REBA skoru 3'dür. Risk düşük derecededir. Konveyör bandı sayesinde bu iş elemanı da daha kolay hale gelecektir. Çalışan, yarımamulü, banttan sehpa, kaldırmadan, sadece ittirerek aktaracaktır. İyileştirme sonrası REBA

skorunun 1 olması tahmin edilmektedir.

#### *Fırın Yükleme*

Yarı mamulü transfer arabasından alma: İşçi, pişirilmek üzere fırın arabalarına yüklenmek için gelen yarı mamulleri, araba raflarından alıp yerleştirilmesi gereken yere taşır. Bu iş elemanı için işin yapılışı esnasında doldurulan gözlem formu sonucunda REBA skoru 8 bulunmuştur (Bakınız Tablo-3). Risk seviyesi yüksek çıkmış olup kısa zamanda önlem gereklidir. İyileştirme olarak transfer arabalarındaki raf sayısının dörtten ikiye düşürülmesi önerilmiştir. Böylelikle çalışan üst raftan yarı mamul alırken kollarını omuzdan yukarıya kaldırmak, alt raftan alırken de eğilmek zorunda kalmayacaktır. İyileştirme sonrası REBA skorunun 5 olması beklenmektedir.

7.5 saatlik vardiyada çalışan ortalama 116 adet yarı mamulü transfer arabalarından almaktadır. Zaman ağırlığı 4; ortalama 27 kg yarı mamul ağırlığı olduğu için yük önemliliği 4; arabadan yarı mamulü alırken eğilmeler ve uzanmalar olduğu için konum 4 olup BAUA için risk skoru 32, risk bölgesi 3 belirlenmiştir. İyileştirme sonrasında risk bölgesinin 2 olması öngörülmektedir (Tablo-5).

**Tablo 5.** Fırın Yükleme İçin BAUA Risk Değerleri

İş Elemanı	Yöntem	Zaman		Yük		Uygulama		Risk	
		ağırlığı	önemliliği	Konum	koşulları	Değerlendirme	bölgesi	Açıklama	
Yarı mamulü arabadan alma	Mevcut	4	4	4	0	$(4+4+0)*4=32$	3	Epey fazla yük	
	Beklenen	4	4	2	0	$(4+2+0)*4=24$	2	Biraz fazla yük	
Fırın arabasına taşıma	Mevcut	2	4	1	0	$(4+1+0)*2=10$	2	Biraz fazla yük	
	Beklenen	1	1	1	0	$(1+1+0)*1=2$	1	Düşük yük	
Fırın arabasına yükleme	Mevcut	4	4	1	0	$(4+1+0)*4=20$	2	Biraz fazla yük	

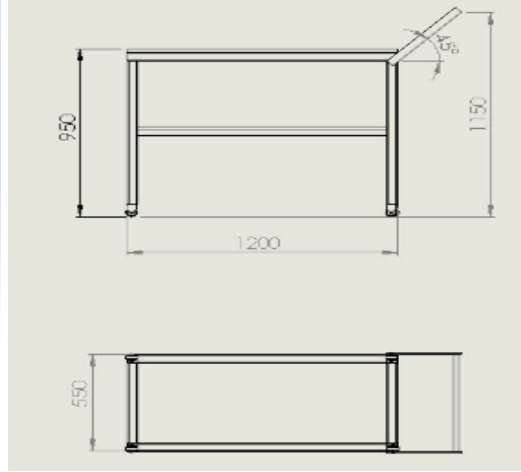


Fırın arabasına taşıma: Bir çalışan 7,5 saatlik çalışmada 17,75 dk periyotlar ile bir fırın arabasına 115,3 kg (345,7 / 3 kişi), toplamda 3113,1 kg (115,3 \* 27 araba/vardiya) taşımaktadır. Bu iş elemanı için REBA skoru 4 BAUA skoru 10 (risk bölgesi 2) bulunmuştur.

Riski azaltmak için amaca uygun bir taşıma aracı tasarlanmıştır. Taşıma aracının boyutları için aynı işlemi yapan 10 işçinin antropometrik ölçüleri alınmış ve en iyi itirme açısının 45° ve vücut-kol açısının 45° olduğu dikkate alınarak araç ebatları belirlenmiştir (Şekil-6).



a. Genel görünüş



b. Yandan ve üstten görünüş

Şekil 6. Taşıma İçin Araba Tasarımı

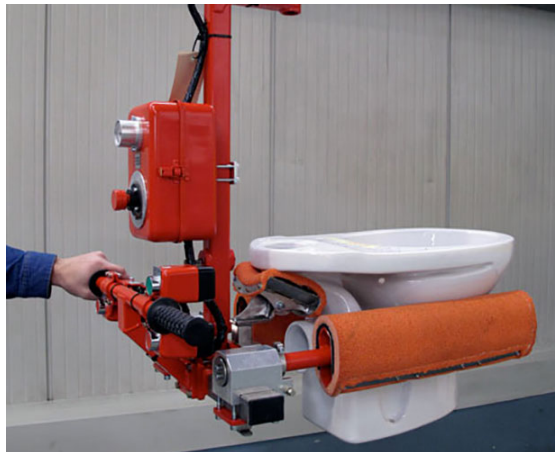
Çalışan bu tekerlekli arabaya iki ürün yerleştirecek, ittirerek fırın arabasına getirecek ve ürünleri yükleyecektir. Böylelikle aradaki yürüme mesafesindeki taşımalar ortadan kaldırılmış olacaktır. İyileştirme sonucunda REBA skorunun 1, BAUA skorunun 2 olması beklenmektedir.

Fırın arabasına yükleme: Taşınan yarı mamul fırın arabalarına yerleştirilir. Bu noktada dikkatli olunması gerekir, yarı mamul çok kırılabilir olduğu için sert bir şekilde yerleştirilirse mamulün ayaklarında kırıklar oluşur. Fırın arabasına yükleme için REBA skoru 3 bulunmuştur. Risk seviyesi düşüktür. BAUA

skoru ise; zaman ağırlığı 4, yük önemliliği 4, konum 1 olup 16 ve risk bölgesi 2 olur.

#### Fırın Boşaltma

Ürünü fırın arabasından alma: Fırından çıkan ürün ilk olarak kalite kontrol bandına taşınır. Kontrolü yapıldıktan sonra paketlemeye gönderilir. Ürünü fırın arabasından alma iş elemanı için REBA skoru 4 bulunmuştur (Bakınız Tablo-3). Arabadan alma, taşıma ve kalite kontrol bandına yükleme için ortak bir iyileştirme olarak manipülör (Şekil-7) kullanılması önerilmiştir. İyileştirme sonrası REBA skorunun 1 olması öngörülmektedir.



Şekil-7. Manipülör

7,5 saatlik vardiyada çalışan ortalama 360 ürün taşımaktadır, zaman ağırlığı 6; ortalama 25 kg yarı mamul ağırlığı olduğu için yük önemliliği 4; arabadan ürünleri alırken eğilmeler ve uzanmalar olduğu için

konum 4 olup BAUA risk skoru 48, risk bölgesi 8 olur. İyileştirme sonrasında risk bölgesinin 2 olması beklenmektedir (Tablo-6).

**Tablo 6.** Fırın Boşaltma İçin BAUA Risk Değerleri

İş Elemanı	Yöntem	Zaman	Yük	Uygulama		Risk	Açıklama	
		ağırlığı	önemliliği	Konum	koşulları	Değerlendirme		bölgesi
Fırın arabasından alma	Mevcut	6	4	4	0	$(4+4+0)*6=48$	3	Epey fazla yük
	Beklenen	6	1	1	0	$(1+1+0)*6=12$	2	Biraz fazla yük
Kalite kontrol bandına taşıma	Mevcut	2	4	1	0	$(4+1+0)*2=10$	2	Biraz fazla yük
	Beklenen	2	1	1	0	$(1+1+0)*1=2$	1	Düşük yük
Kalite kontrol bandına yükleme	Mevcut	6	4	2	0	$(4+2+0)*6=36$	3	Epey fazla yük
	Beklenen	6	1	1	0	$(1+1+0)*6=12$	2	Biraz fazla yük

Kalite kontrol bandına taşıma: Fırın boşaltma ünitesinde fırından çıkan ürünlerin, kalite kontrol bandına taşıma işlemi yapılmaktadır. 7,5 saatlik çalışmada ortalama bir fırın arabasına yüklenen yük 345,7 kg (28.000 kg/gün / 81 araba/gün)'dir. Her bir çalışan 7,5 saatlik çalışmada 17,75 dk periyotlar ile bir fırın arabasına 9.333,9 kg (345,7 \* 27 araba/vardiya) yük taşımaktadır. Bu iş elemanı için REBA skoru 4 (risk seviyesi orta düzeyde), BAUA risk bölgesi 2 olarak bulunmuştur (Tablo-6).

Kalite kontrol bandına yükleme: Nihai ürünlerin kalite düzeylerinin belirlendiği kalite kontrol noktasına taşınması için ürünler banda yüklenir. Bu iş elemanı için REBA skoru 4; vardiyada çalışan ortalama 360 ürünü banda yüklediği için zaman ağırlığı 6; ortalama 25 kg yarı mamul ağırlığı olduğu için yük önemliliği 4, vücutta hafif dönmeler olduğu için konum 2 olup BAUA risk skoru 36 (risk bölgesi 4) olarak belirlenmiştir.

Her çalışan 7,5 saatlik çalışmada 9.333,9 kg yük taşımaktadır. Bu durum göz önüne alındığında caraskal ile taşınmanın, çalışanların sağlığı açısından faydalı olacağı beklenmektedir. Bu taşıma yöntemi ile tüm iş elemanları için risk skorlarının düşük düzeye inmesi beklenmektedir.

## TARTIŞMA

Çalışan duruşlarını analiz etmek için REBA ve BAUA yöntemleri ile basınçlı döküm, fırın yükleme ve boşaltma işlemlerinde ergonomik risk değerlendirmeleri yapılmış, basınçlı dökümde 3 iş

elemanı için mevcut REBA risk skorları 7, 3 ve 3 (toplam 13) iken, bir taşıma bantının tasarlanması ile risk skoru 4'e düşürülmüş ve 9 skorluk bir iyileştirme sağlanmıştır. Fırın yükleme için transfer arabasından alma, taşıma ve fırın arabasına yükleme için toplam REBA skoru 15 iken özel bir taşıma aracının tasarımı ile 6'ya düşmüş ve 9 skorluk iyileştirme elde edilmiştir. Fırın boşaltma için ise REBA skoru 13 iken manipülatör kullanılması halinde skor 3'e düşmektedir. Her üç işlem için de risk skorunun kabul edilebilir seviyeye düştüğü tesbit edilmiştir. BAUA yöntemi ile yapılan analizlerde ise 3 işlem ve 9 iş elemanı için, risk bölgesi 2 (biraz fazla yük) veya 3 (epey fazla yük) düzeyden 1 (düşük) düzeye çekilebilmiştir.

Metal, ormancılık, mobilya sektörlerinde, özellikle ağır parçaların çalışıldığı bazı işlemlerde yüksek risk skorları ile karşılaşmıştır. Metal sektöründe yapılan çalışmalarda, REBA skoru; Sağiroğlu ve ark. (2015) buzdolabı parçalarının üretiminde 6-7, Gönen ve ark. (2017) transformator montaj hattında 9, Atıcı ve ark. (2015) kablo döşeme işleminde 8 elde etmişlerdir. Ormancılık sektöründe, Ünver Okan ve ark. (2015) repikaj işlerinde REBA skoru 7, Enez ve ark. (2015) üretim işleri (ağacın devrilmesi, dallardan temizlenmesi, belirli çapın altında kalan uç kısmının alınması, ibrelili ağaçlar için kabukların soyulması ve tomruklanarak sınıflandırılması işlemleri) için en fazla REBA skoru 4-7 arasında tesbit edilmiştir. Mobilya sektöründe,

Ülker ve ark. (2012) BAUA hesaplamasına göre mobilya atölyesinde çalışanın sağlığını tehdit edecek derece yüklenme olduğu tespit edilmiştir. Polat ve ark (2017), Denizli ilinde faaliyet gösteren büyük ölçekli bir mobilya firmasındaki dört farklı bölümde otuz iki farklı operatör üzerinde REBA yöntemi kullanılarak tespit edilen risk değerlendirilmeleri sonucunda, çalışma duruşlarının %2'si düşük seviyede risk içerirken, %38'i orta düzey risk ve geri kalan yaklaşık %60 yüksek ve çok yüksek risk seviyesi (REBA skoru 8 ve üzeri) içerdiği ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada ise kalıptan çıkarma için 7 ve yarımamülü transfer arabasından alma iş elemanları için 8 elde edilmiştir. Açıkça görülmektedir ki seramik sektörü, fiziksel zorlanmanın yüksek olduğu sektörlerden biridir.

REBA risk değerlendirmesinde, boyun, gövde, bacak, kol (alt ve üst kol) ve bilek analizleri, kısmen işçinin boy ölçüsüne bağlıdır. Daha açık bir ifade ile, bu analizler işçinin kısa veya uzun boylu olmasına bağlı olarak kısmen farklılık gösterir. Zira, eğilme, kaldırma açıları işçinin uzuv ölçülerine bağlıdır. Analizler esnasında işçiler arasında REBA skorlarında farklılık yaşanmaması için orta boy işçiler üzerinde gözlemler alınmıştır.

Her üç işlem için mevcut ve önerilen için sonuçlar gerek işletme yönetimi ve gerekse İş Güvenliği uzmanı ile paylaşılmış, iyileştirme önerileri hakkında bilgi verilmiştir. Her üç iyileştirme önerisi, büyük ölçekli bir işletme için, oldukça düşük sayılabilecek tutarda bir yatırım harcaması gerektirmektedir. Buna karşılık bu işlemleri gerçekleştiren işçilerin kas iskelet sistemi hastalıklarına maruz kalması büyük ölçüde azaltılmış olmaktadır.

İşletmede benzer zorluk derecesinde başka işlemler de bulunmaktadır. Fiziksel zorlanmayı azaltacak ergonomik iyileştirme çalışmalarını genişletilerek muhtemel risk düzeylerinin önemli düzeyde azalması ile çalışanların sağlıklarının korunması sağlanabilecektir.

#### Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

#### Kaynaklar

Akal, D., & İlhan, M. N. (2017). Çağrı merkezleri çalışanlarında olumsuz ergonomik çalışma koşullarından kaynaklanan kas-iskelet sistemi sağlık yakınmaları. *Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 5(1), 27-34.

Akay, D., Dağdeviren, M., & Kurt, M. (2003). Çalışma duruşlarının ergonomik analizi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 18(3), 73-84.

Akay, D., & Toksarı, M. D. (2009). Ant colony optimization approach for classification of occupational low back disorder risks. *Hum Factor Ergon Man*, 19 (1), 1–14.

Apaydın, U., Erol, E., Koçyiğit M. F., & Elbasan, B. (2016). Öğretmenlerde bel ağrısı ile ilişkili faktörlerin belirlenmesi. *Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation*, 27(2), 42-47.

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.

Atasoy, A., Keskin, F., Başkesen, N., & Tekingündüz, S. (2010). Laboratuvar çalışanlarında işe bağlı kas iskelet sistemi sorunları ve ergonomik risklerinin değerlendirilmesi. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*, 2, 1309-1972.

Babalık F. (2016). *Mühendisler İçin Ergonomi –İşbilim-*, (Beşinci Baskı). Bursa: Dora Yayın Dağıtım Ltd Şti.

Bilir, N. (2011). Meslek hastalıkları tanı, tedavi ve korunma ilkeleri. *Hacettepe Tıp Dergisi*, 42(4), 142-157.

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. *Int J Ind Ergon*, 42, 478-488.

David, C. G. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occup Med*, 55, 190-199.

Enez, K., & Nalbantoğlu, S. S. (2015). REBA yönteminin ormancılık faaliyetleri açısından değerlendirilmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), ÖS:Ergonomi, 127-131.

Erdinç, O., & Vayvay, Ö. (2006). *Hızlı maruziyet değerlendirme ölçütü (quick exposure check) yöntemiyle tekstil üretimindeki ergonomik iyileştirmelerin kas-iskelet risklerine etkisinin incelenmesi*. 12.Ulusal Ergonomi Kongresi Bildirileri, 82-86.

Esen, H., & Fiğlalı, N., (2013). Çalışma duruşu analiz yöntemleri ve çalışma duruşunun kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına etkileri. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 17(1), 41-51.

Gangopadhyay, S., Das, B., Das, T., Ghoshal, G., & Ghosh, T. (2015). An ergonomics study on posture-related discomfort and occupational-related disorders among stonecutters of West Bengal, India. *Int J Occup Saf Ergon*, 16(1), 69-79,

Gönen, D., Oral, A.D., Ocaktan, M.A.B., Karaoğlan, A., & Cicibaş, A. (2017). Bir transformatör işletmesinde montaj ünitesinin ergonomik analizi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(5), 1067-1080.

Hashim, A., Dawal, S., & Yusoff, N. (2012). Ergonomic evaluation of postural stress in school workshop. *Work*, 41, 827-831.

Herzog, N.V., Beharic, R.V., Beharic, A., & Buchmeister, B. (2014). Ergonomic analysis of ophthalmic nurse workplace using 3D simulation. *Int J Simul Model*, 4, 409-418.

Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid entire body assessment (REBA). *Appl Ergon*, 31, 201-205.

İçağasioğlu, 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.

- Jones, T., & Kumar, S. (2010). Comparison of ergonomic risk assessment output in four sawmill jobs. *Int J Occup Saf Ergon*, 16(1), 105–111.
- Kim, T., & Roh, H. (2014). Analysis of risk factors for work-related musculoskeletal disorders in radiological technologists. *J Phys Ther Sci*, 26, 1423–1428.
- Kee, D., & Karwowski, W. (2007). A comparison of three observational techniques for assessing postural loads in industry. *Int J Occup Saf Ergon*, 13, 3-14.
- Kocabaş, M. (2009). *Ağır ve tehlikeli işlerde çalışan iş görenlerde zorlanmaya neden olan çalışma duruşlarının analizi* (Doktora Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Koç, S., & Testik, Ö.M. (2016). Mobilya sektöründe yaşanan kas-iskelet sistemi risklerinin farklı değerlendirme metodları ile incelenmesi ve minimizasyonu. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 27(2), 2-27.
- Kong, Y.K., Lee, S.Y., Lee, K.S., & Kim, D.M. (2017). Comparisons of ergonomic evaluation tools (ALLA, RULA, REBA and OWAS) for farm work. *Int J Occup Saf Ergon*, 24(2), 218-223
- Mert, E. A. (2014). *Ergonomik risk değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması ve bir çanta imalat atölyesinde uygulanması* (İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi). T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Özel, E., & Çetlik, O. (2010). Mesleki görevlerin ergonomik analizinde kullanılan araçlar ve bir uygulama örneği. *Dumlupınar Üni Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22, 41-56.
- Pınar, R. (2010). Work-related musculoskeletal disorders in Turkish hospital nurses. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 30(6), 1869-1875.
- Polat, O., Mutlu, Ö., Çakanel, H., Doğan, O., Özçetin, E., & Şen, E. (2017). Bir mobilya fabrikasında çalışan işçilerin çalışma duruşlarının REBA yöntemi ile analizi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5 ÖS: Ergonomi, 263-268.
- Sağıroğlu, H., Coşkun, M.B., & Erginel, N. (2015). REBA ile bir üretim hattındaki iş istasyonlarının ergonomik risk analizi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), ÖS: Ergonomi, 339-345.
- Ulutaş, İ., & Gündüz T. (2017). Otomotiv kablo imalatında ergonomik risk analizi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 22(2), 107-119.
- Ülker, O., & Burdurlu, E. (2012). Panel mobilya imalatında kullanılan bazı makinelerde OWAS yöntemi ile eylemsel duruş analizi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 12 (2), 291-300.
- Ünver Okan, S., & Kaya, A. (2015). Orman fidanlıklarında fidan repikaj işlerinde çalışma duruşlarının REBA yöntemi ile analizi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), ÖS: Ergonomi, 157-163.