



Yatay Kaynak Pozisyonunda Çalışan Bir Operatörün Duruşunun OWAS yöntemi ile Ergonomik Analizi

Bekir Güney^{1*}, Mehmet Akif Erden²

¹ Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojisi Bölümü / Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Karamanoğlu Mehmetbey
Üniversitesi, Türkiye

² Biyomedikal Müh./ Mühendislik Fakültesi, Karabük Üniversitesi, Türkiye, makiferden@karabuk.edu.tr

* (guneyb@kmu.edu.tr) Başlıca yazarın mail adresi

Özet – Günümüzde hızlı sanayileşme, çalışanlar ve işletmelerde insan sağlığı ve iş güvenliği risklerini de beraberinde getirmektedir. Kaynak sanayileşmenin önde gelen sektörlerindedir. Aktif kaynak uygulamaları yapılan işyerlerinde, çalışanların uygunsuz çalışma duruşları nedeniyle ergonomik risklere maruz kalması sonucunda kas iskelet sistemi rahatsızlıkları görülmektedir. Bu alanda çalışan operatörler çok zorlu fiziksel şartlara maruz kalmaktadır. Bu çalışmada, OWAS yöntemi ve Ergofellow 3.0 yazılım programı ile yapılan çalışan postürü analizinde operatörlerin kas-iskelet rahatsızlıklarına maruz kaldığı bulunmuştur. Yapılan analizde yatay kaynak pozisyonunda işlem yapan bir çalışanın duruş skoru 2 olarak hesaplanmıştır. Bu skora göre, çalışmada yüklenme ve zorlanma fazla olmadığından “Ergonomik düzenleme yakın zamanda yapılmalıdır” önerisi sunulmuştur. Eğitilmiş bir kaynak operatörünün, teknolojik alet ve takım kullanarak, uygun bir ergonomik tasarım ile bu istenmeyen durumdan korunması mümkün olabilir. Önerilen iyileştirmeler sonucunda, çalışanın kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının azaltılabilir ve bu da işletmelerin kayıplarının en az seviyeye düşürülmesi sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler – Yatay Kaynak, Ergonomi, OWAS Yöntemi, İnsan Sağlığı ve İş Güvenliği

I. GİRİŞ

Çalışanlar bütün dünyadaki hızla ilerleyen teknoloji nedeniyle iş güvenliği ve insan sağlığı konularında pek çok problemle karşı karşıya kalmaktadır. Çalışanlar ve işletmeler, iş kazası ve meslek hastalıkları şeklinde karşımıza çıkan bu olaylar sonunda birçok maddi ve manevi zararlara uğramaktadır. [1, 2]. Dünya Sağlık Örgütü, dünya çapında iki milyara yakın insanın kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarından (WMSDs) muzdarip olduğunu rapor etmekte ve bu oranın daha da artacağını öngörmektedir [3]. Bu yüzden, iş sağlığı ve güvenliği konularının önemi daha çok öne çıkmaya başlamıştır. Dünyadaki iş gücü ve iş ile ilgili problemler incelendiğinde iş ile ilgili ölümlerde iş kazalarının yanı sıra meslek hastalıkları ile meydana

gelen ölümlerin azımsanmayacak boyutlarda olduğu görülmektedir [1]. WMSD' larına maruz kalan çalışanların, zara gören kemikleri, sinirleri, tendonları, kasları, bağları, eklemleri veya kıkırdakları gibi vücut organları verimliliklerinin azalmasına ve hayat kalitelerinin düşmesine sebep olmaktadır [4, 5]. WMSD'lere çok farklı iş kollarında farklı şekil ve derecelerde meydana gelebilir [6, 7]. Bu nedenle, son zamanlarda WMSD'leri önleme, politika yapıcılar, işletme sahipleri, uygulayıcılar ve araştırmacılar tarafından önem verilen konuların başında gelmektedir. Ergonomi, insan yorgunluğunu azaltabilmek ve verimliliği artırabilmek için insanların kullandıkları şeyleri tasarlama ve sıralama ile ilgilenen biyoteknoloji veya insan mühendisliği bilimidir [8]. Endüstriyel alanda iş operatörleri, tekrarlayan

fiziksel çaba gerektiren görevleri yaparken sağlıkları için birçok riskli problemle karşılaşmak zorunda kalabilirler [9]. Bu riskli durumların ergonomik açıdan değerlendirilebilmesi için birçok yöntem ve teknik geliştirilmiştir. Bunlar arasında: gözlem araçları ile raporlama [10], doğrudan ölçümler (hareket yakalama sistemi kullanılarak gerçek verilerin toplandığı) ve giyilebilir sensörler kullanarak [11] ve sanal simülasyonlar (dijital insan modellerinin oluşturulduğu ve etkinliklerinin simüle edildiği) [12] teknikleri sayılabilir. Bu nedenle, oluşabilecek ergonomik riskleri yok etmek için alanda faaliyet gösteren sorumlular çalışma şartlarını düzenleyen bir takım fiziki, ruhi ve sosyal tedbirler almaktadır. Bilhassa çalışanların duruşlarına bağlı, iş yükleri, duruşlar, çalışma süresi ve görev yapma yöntemleri gibi çalışma şartlarının iyileştirilmesi amacıyla çeşitli değerlendirme yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler tatbik edilerek kas-iskelet sisteminde oluşabilecek hasarlar önlenmeye çalışılmaktadır. Kas-iskelet sistemi bozukluklarının ergonomik risklerini analiz etmek için araçlar; hızlı üst ekstremiteler değerlendirilmesi (RULA) [13], Ovako Çalışma-Duruş Analiz Sistemi- Ovako Working Postures Analysing System (OWAS) [14], ve hızlı tüm vücut değerlendirilmesi (REBA) [15] gibi tipik indeksleri bulunur. Bu teknikler, tipik olarak tüm vücut postüral yüklerin değerlendirildiği endüstrilerde uygulanır [16, 17]. Gözlemsel yöntemlerin güvenilirliği, çalışan, iş, yöntem, değerlendirici ve zaman gibi beş değişkenden etkilenebilir. İşin belirli bir zaman sürmesi ve tekrarlanması ve puanlayıcının deneyimi doğrudan güvenilirliği etkileyebilir [18]. Çalışanların duruşun kaydedilmesi esasına dayanan OWAS ergonomik risk değerlendirme yöntemi, Ovako Çelik Şirketi tarafından Finlandiya'da geliştirilmiştir [14]. Bu yöntemle, çalışma sisteminin yol açtığı kötü duruşlar, çalışanların kas ve iskelet sistemindeki yüklenmeleri gözlemleyerek yapılmaktadır [19, 20]. Bu analiz yönteminde, çalışanların görüntüleri dijital yöntemlerle kaydedilerek analiz edilmektedir. OWAS Çalışma Duruşları olarak standartlaştırılan postür analizleri, birçok endüstriyel alanında uygulanmaktadır. Sistematik iyileştirme yapılabilmesi için, standartlaştırılan postür analizlerine dayalı olarak çalışana rahatsız edici unsurların ortadan kaldırılması için tasarım ve şartlar geliştirilmesi gerekmektedir [21]. Sistem, çalışanın vücut bölgelerinden sırt, kol ve bacaklarının; öne eğilme, dönme, bükülme

pozisyonları ve yüklenme durumlarını analiz etmekte ve her bir duruş için harcanan zamana bağlı olarak o duruşun tekrarlanma sıklığını da değerlendirmektedir [22]. Hareket sağlığı, vücudumuzun yürüme, kaldırma, taşıma, uzanma, eğilme, itme, çekme, tutma veya diğer temel fiziki işlemler gibi günlük hayattaki aktiviteler sırasında hareketleri gerçekleştirme yeteneği olarak tanımlanmaktadır [23]. Genel anlamda duruş; vücudun, başın, gövdenin, kol ve bacakların boşlukta kendi doğal denge pozisyonu olarak tanımlanmaktadır. Çalışma duruşu ise; vücudun, başın, gövdenin, kol ve bacakların yapılan işin niteliğine göre pozisyon alınması olarak tanımlanabilir. Uygun olmayan çalışma duruşu ise, vücut eklemlerinin normal duruşunun bozulması olarak tanımlanmakta; kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarının önemli nedenlerinden biri olarak görülmektedir [24]. Çalışma duruşlarının analizi sonucunda elde edilen veriler; genellikle yüksek risk taşıyan işlerin belirlenerek, azaltılmasında gerekli düzeltici çalışmaların yapılmasına imkân sağlar. Çalışma ortamlarında, uzun süreli tekrarlanan görevler ve uygunsuz çalışma pozisyonları gibi fiziksel etkenlere maruz kalındığında, operatörlerin yaptıkları işe bağlı olarak kas-iskelet yaralanması ve sakatlanması söz konusu olabilmektedir. Bu durum ergonomik düzenlemeler yapılmadığı takdirde artacak, iş gücü kaybı, bedene verilen zarardan dolayı verilmesi gereken tazminat ve işçinin tedavisi için yapılan masraflar gibi maliyetleri ortaya çıkaracaktır [25]. Elle taşıma ve vücudu aktif olarak kullanan kaynak işçisinin motor becerileri ve çalışma duruşlarının ergonomik açıdan değerlendirilmesi bedende oluşabilecek rahatsızlıklara önceden önlem alınmasını sağlayabilir. Vücudun pozisyonu, el hareketleri, özellikle ellerin ve parmakların kaynak elektrotu tutucusunu ve diğer koruyucuları (maske vb.) taşıması, kaynak dikişinin farklı pozisyonlarında (yatay, dikey, baş üstü) doğru elektrot hareketinin yapılabilmesi yapılan işin kalitesi açısından önem arz etmektedir. Bu durum da kaynakçı postürünün önemini ortaya çıkarmaktadır. Karmaşık pozisyonlar işle ilgili kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının (WMSD'ler) ortaya çıkmasına sebep olabilir. Bu da işin kalitesinin bozulması enerji ve malzeme maliyetinin artmasına sebep olur [26]. Kaynak, birden çok malzemenin birleştirilerek yeni konstrüksiyonlar veya aparatların üretilmesi için en popüler yöntemlerden

birdir [27-31]. Kaynakla ilgili çalışmalar birçok bilim adamının araştırma konusu olmuştur. Manuel kaynak işleri (özellikle baş üstü kaynak, dikey ve ağır kaldırma) bu bozukluklara katkıda bulunabilir. Kaynakçıların uygun eğitimi ve kaldırma teknikleri ile kaynak sırasında karşılaşılan problemlerin önüne geçilebilir [8]. Bu noktadan hareketle, tüm vücudu ele alan OWAS yöntemi, endüstriyel alanda kaynak işlemlerinde çalışanların çalışma duruşlarına bağlı riskleri değerlendirmek için uygun yöntem olduğu düşünülmüştür. . Kaynak işlemi pozisyonları sırasında vücut duruşunu değerlendirmek için baş üstü kaynak (OH), yatay kaynak (H) ve dikey kaynak (V) için değerlendirme araçları uygulanmıştır. Kaynakçılar, sırt yaralanmaları, omuz ağrısı, tendinit, azalmış kas gücü, karpal tünel sendromu ve diz eklemi hastalıkları dâhil olmak üzere yüksek sıklıkta kas-iskelet sistemi şikâyetlerine sahiptir [32]. Bu çalışmada, yatay kaynak pozisyonunda sürekli iş yapan bir çalışanın ergonomik riskleri, OWAS (OVAKO çalışma-duruş değerlendirmesi) kriterlerine göre belirlenmiş ve ErgoFellow 3.0. yazılımı kullanılarak, değerlendirilmiştir. Bu ikili analiz yaklaşımı geleneksel olarak WMSD risk değerlendirmeleri için güvenilir veriler elde etmek amacıyla yapılmıştır. Böylece kaynak işlemi esnasında çalışanın duruşuna ait risk değeri belirlenmiştir. Bu pozisyonun yol açtığı kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olabilecek risklerin önceden tahmin edilip, en aza indirmesi için duruşlarda yapılacak iyileştirmeler belirlenmiştir ve alandaki diğer çalışanlara önerilmiştir.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

A. Materyal

Çalışma da kaynaklı birleştirmelerde sıklıkla çalışmak zorunda kalınan yatay pozisyonundaki işleme ait Şekil 1'deki öne eğik pozisyonu değerlendirmek ve yapılacak iyileştirmeleri önermek için OWAS yöntemi seçilmiştir. Dünya çapında yüz milyondan fazla işçinin kaynak işlemlerinde çalıştığı [27] düşünüldüğünde, çalışma duruşlarına bağlı risklere karşı önlem alınmasının önemi ortaya çıkmaktadır. Kaynak işlemi süreçlerinde farklı alet ve cihazın kullanımı da operatörün eforlarını değerlendirmek için önemli bir durumu ortaya koymaktadır. Şekil 1'deki resim, kaynak çalışanlarının çok sık uyguladıkları belden öne eğilme pozisyonu duruşunu simüle etmektedir. Kaynak süreçlerinde birçok pozisyonda çalışmak

mümkündür. Ancak, bu pozisyon, kaynak işlemlerinde çalışanların çok yaygın çalışmak zorunda kaldıkları bir duruş olduğu için seçilmiştir.



Şekil 1. Yatay kaynak pozisyonunda çalışan işçinin duruşu.

B. Metot

Çalışma kapsamında otomotiv tamir, bakım ve onarım işlemlerinde en yaygın karşılaşılan öne bel bölgesinden eğik pozisyonda süreçte çalışan operatörün postürü OWAS yöntemi ile ergonomik olarak değerlendirilmiştir. OWAS risk değerlendirme yönteminde; dört farklı sırt duruşu, üç farklı kol duruşu, yedi farklı bacak duruşu ile üç farklı yük kombinasyonundan oluşan toplamda 252 duruş ve yük kriteri vardır. Bu yöntemde kullanılacak veriler toplanırken, çalışan çalışma süresince gözlemlenmiş; sırt, kol ve bacak duruşlarını içeren vücut duruşları ve çalışma boyunca uygulanan yükler Tablo 1'de gösterilmiştir. OVAKO çalışma-duruş değerlendirmesi (OWAS), tüm vücut taleplerinin yüksek olduğu ve işle ilgili bozuklukların rapor edildiği kötü tasarlanmış görevlerin sonuçları olan yöntem, uygunsuz duruş, ağır ekipmanların taşınması ve tamir, bakım ve onarım görevleriyle ilgili hareketlerin değerlendirilmesini içerir. Kaynak çalışmasının süreç boyunca kas-iskelet sistemini etkileyen faktörler WMSD risk değerlendirmeleri Tablo 1'de akış şeması ve Tablo 2'de puanlama kriterleri verilen geleneksel olarak ve sanal olarak ErgoFellow 3.0. yazılımı yardımıyla OWAS risk değerlendirmesi tekniğine göre analiz yapılmıştır.

Tablo 1. OWAS tekniğine göre postüral duruşlara ait puan hesaplama kriterleri [20, 33, 34].

Duruşlar	Duruş şekli	Görüntüsü	Skoru
Sırt duruşu	Düz		1
	Eğilmiş		2
	Dönmüş		3
	Dönme ve eğilme aynı anda		4
Kol duruşu	Her iki kol omuz hizasının altında		1
	Bir kol omuz hizasının üstünde		2
	Her iki kol omuz hizasının üstünde		3
Bacak duruşu	Oturma		1
	Dik olarak iki bacak üzerinde ayakta durma		2
	Dik olarak tek bacak üzerinde ayakta durma		3
	Dik durumda, her iki bacağın bükülmesi		4
	Dik durumda, bir bacağın bükülmesi		5
	Diz çökerek durma		6
	Yürüme		7
Yük durumu	<10 kg		1
	10-20 kg		2
	>20 kg		3

Tablo 2. OWAS tekniği skor hesaplama tablosu [35, 36]

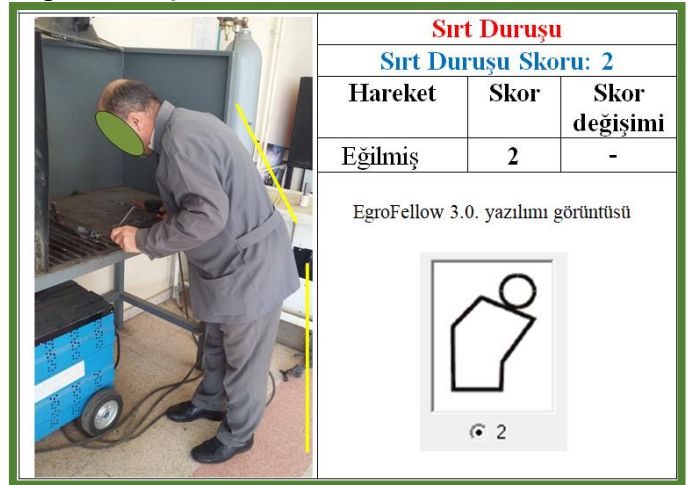
Sırt duruşu	Kol duruşu	Bacak duruşu																				
		1							2							3						
		Yük durumu																				
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	2
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3

Tablo 3. OWAS tehlike kategorileri [34]

Skor	Tehlike kategorileri	Hareket sınıfı	Açıklama
1	C1	Çalışanın normal duruşu	Ergonomik düzenleme gerekli değil
2	C2	Çalışanda zorlanma fazla değil	Ergonomik düzenleme yakın bir zamanda yapılmalıdır
3	C3	Çalışanda yüklenme ve zorlanma fazla	Ergonomik düzenleme mümkün olan en kısa bir zamanda yapılmalıdır
4	C4	Çalışanda yüklenme ve zorlanma çok fazla	Ergonomik düzenleme acilen yapılmalıdır

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

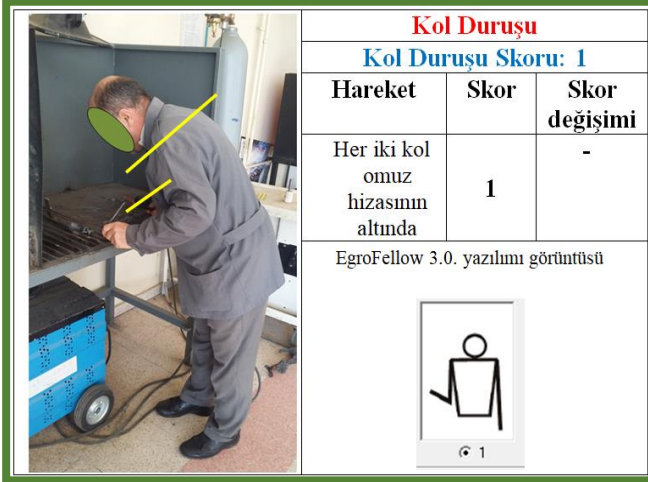
Kaynak işlemlerinde çalışan operatörün ergonomik risk değerlendirmesi OWAS yöntemine göre yapılarak, skor hesaplanmıştır. Sırt, kollar, bacaklar ve yük durumu göz önüne alınarak skor hesabı Tablo 1’deki kriterlere göre Tablo 2 kullanılarak ve ErgoFellow 3.0. yazılımı yardımıyla OWAS risk değerlendirmesi skoru hesaplanmıştır. Şekil 2’de görüldüğü üzere operatörün sırt bölümü gözlemlendiğinde öne eğilmiş durumdadır. Bu pozisyondaki duruşa ait toplam skorun 2 olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 2. Sırt duruşu skorunun hesaplanması

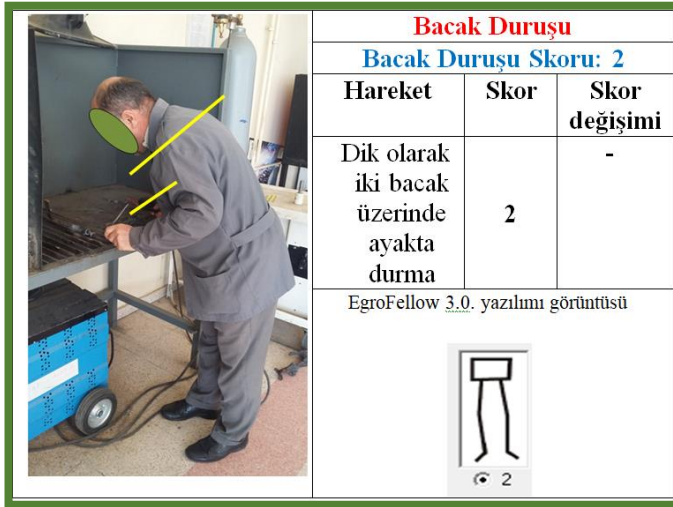
Şekil 3’te operatörün her iki kolu omuz hizasının altında kalacak şekilde çalıştığı görülmektedir. Bu

pozisyondaki duruşa ait toplam skorun 1 olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3. Kol duruşu skorunun hesaplanması

Şekil 4'te operatör dik pozisyonda her iki bacak üzerinde bükülmeden durmaktadır. Bu pozisyondaki duruşa ait toplam skorun 1 olduğu tespit edilmiştir.

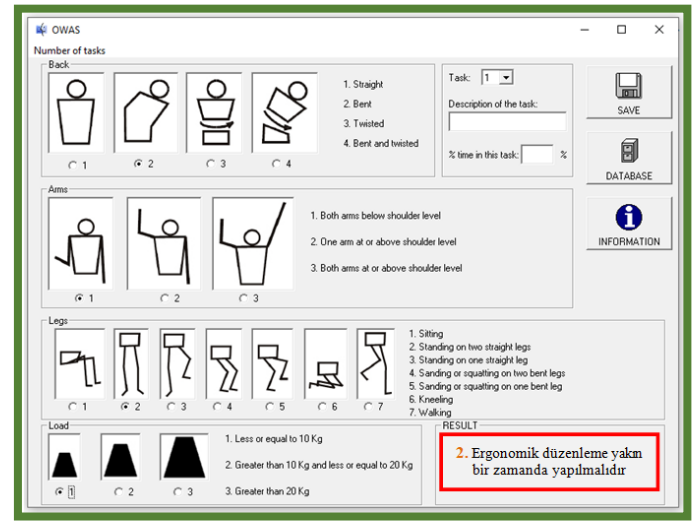


Şekil 5. Bacaklar duruş skorunun hesaplanması

Tablo 4. OWAS skorunun hesaplanması

Sırt duruşu	Kol duruşu	Bacak duruşu																											
		1							2							3							4						
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3							
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2								
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2								
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3								
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2								
	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2								
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4							
	2	3	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4							
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4							

Çalışma kapsamında kaynak işlemlerinde en yaygın karşılaşılan öne bel bölgesinden eğik pozisyonda süreçte çalışan operatörün ergonomik postür skoru geleneksel yöntemle ek olarak ErgoFellow 3.0 yazılım programı ile de hesaplanmıştır (Şekil 9). Her iki skorda birbiriyle uyumlu olarak 2 olarak hesaplanmıştır. OWAS yöntemi ile ergonomik olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 9. Ergofellow 3.0 yazılım programı ile hesaplanan OWAS skorunun ekran görüntüsü.

Tablo 5. OWAS skorunun kategorisinin belirlenmesi

Skor	Tehlike kategorileri	Hareket sınıfı	Açıklama
1	C1	Çalışanın normal duruşu	Ergonomik düzenleme gerekli değil
2	C2	Çalışanda zorlanma fazla değil	Ergonomik düzenleme yakın bir zamanda yapılmalıdır
3	C3	Çalışanda yüklenme ve zorlanma fazla	Ergonomik düzenleme mümkün olan en kısa bir zamanda yapılmalıdır
4	C4	Çalışanda yüklenme ve zorlanma çok fazla	Ergonomik düzenleme acilen yapılmalıdır

Hesaplanan 2 skor değeri OWAS tekniğine göre, çalışanda fazla zorlanma olmadığından, yapılan işin gözden geçirilip, ergonomik düzenlemenin yakın bir zamanda yapılması gereken bir skor olarak hesaplanmıştır.

IV. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında, yatay kaynak işlemlerinde çalışan bir operatörün bir postürü

ergonomik açıdan değerlendirilmiştir. Analiz sürecinde OWAS aracı kullanılarak operatörlerin çok sıklıkla maruz kaldığı bir duruş geleneksel yöntemle ve Ergofellow 3.0 yazılım programı kullanılarak analiz edilmiştir. Operatörün işlem sürecinde maruz kaldığı sırt, kollar, bacaklar ve yüklenme durumları ergonomik olarak değerlendirilerek OWAS skoru hesaplanmıştır. Her iki analiz sonucunda OWAS skoru 2 olarak bulunmuştur. Operatörlerin eğitim düzeyine bağlı olarak ergonomideki ihmallerin işlem sırasında kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına yol açabileceği OWAS skoru ile tespit edilmiştir. Ancak, OWAS tekniğine hesaplanan skor göre çalışmada yüklenme ve zorlanma fazla olmadığından “Ergonomik düzenleme yakın zamanda yapılmalıdır” önerisini bize sunmaktadır. Çalışma, yatay kaynak işlemlerinde sürekli çalışma, ergonomik açıdan ciddi bir endişe kaynağı olduğunu ve proses düzenine daha fazla dikkat edilmesi gerektiğini göstermektedir. Operatör tarafından tekrarlı olarak bu işin yapılması durumunda kas ve iskelet yapısında geri dönüşmez bozulmaların oluşması kaçınılmazdır. Bu nedenle çoğu operatör, OWAS değerlendirme tekniğinin yönlendirdiği şekilde belirli risk düzeylerinde çalışmaktadır. Bu nedenle kaynak işleri çalışma alanlarında biyomekanik ve mühendislik ilkelerinin ergonomik ilkeleri güçlü şekilde takviye etmesi gerekmektedir.

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkarılmıştır: kaynak operatörünün kötü duruşları, ergonomik tasarlanmamış iş istasyonuna ve yerleşimine bağlıdır. Bu da ergonomik ilke ve standartlara yeterince bağlı kalınmadığını göstermektedir. Kaynak işlemi sonunda uzun süre tekrarlanan işlemlere bağlı olarak belirli derecelerde WMSD'lerin ortaya çıkması kaçınılmazdır. Kullanılan alet ve güvenlik ekipmanları da bu rahatsızlıkları arttırabilir. Bu sonuçlara bağlı olarak WMSD'lerin önlenmesi veya azaltılması için aşağıdaki önerilerde bulunabiliriz;

1. Kaynak operatörleri ergonomik standartlara bağlı kalarak süreçleri etkin şekilde uygulayan eğitimli ve yetenekli kişilerden seçilmelidir.
2. İş istasyonları, farklı kaynak pozisyonlarına hitap eden, yüksek ergonomik standartlarda tasarlanmalıdır.
3. İş ekipmanlarının yüksek teknolojik özelliklere sahip olması, WMSD'lerin azaltılmasına katkı sağlayabilir.

4. İş yerlerinin iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin üst seviyede alınması WMSD'lerin azaltılmasına katkı sağlayabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Karabük Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri KBÜBAP-22-DS-061, KBÜBAP-22-YL-074 numarası altında gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle bu çalışmayı destekleyen Karabük Üniversitesi Rektörlüğü BAP Koordinatörlüğü teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- [1] Erdemir, F., & Eldem, C. (2020). Bir döküm atölyesindeki çalışma duruşlarının dijital insan modelleme tabanlı REBA yöntemi ile ergonomik analizi. *Politeknik Dergisi*, 23(2), 435-443.
- [2] David, G., Woods, V., Li, G., & Buckle, P. (2008). The development of the Quick Exposure Check (QEC) for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Applied ergonomics*, 39(1), 57-69.
- [3] WHO. *Musculoskeletal Health*. 2023 [Available date:02.01.2023]; Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>.
- [4] Goes, R. A., Lopes, L. R., Cossich, V. R. A., de Miranda, V. A. R., Coelho, O. N., do Carmo Bastos, R., ... & Perini, J. A. (2020). Musculoskeletal injuries in athletes from five modalities: a cross-sectional study. *BMC musculoskeletal disorders*, 21(1), 1-9.
- [5] Smith, P., LaMontagne, A. D., Lilley, R., Hogg-Johnson, S., & Sim, M. (2020). Are there differences in the return-to-work process for work-related psychological and musculoskeletal injuries? A longitudinal path analysis. *Social psychiatry and psychiatric epidemiology*, 55(8), 1041-1051.
- [6] European Risk Observatory. Work-related musculoskeletal disorders: prevalence, costs and demographics in the EU European Risk Observatory. Report by European Agency for Safety and Health at Work, 2019. <https://healthy-workplaces.eu/en/publications/workrelated-musculoskeletal-disorders-prevalence-costs-and-demographics-eu> (accessed 02 January 2023).
- [7] Patel, D. R., Yamasaki, A., & Brown, K. (2017). Epidemiology of sports-related musculoskeletal injuries in young athletes in United States. *Translational pediatrics*, 6(3), 160.
- [8] Singh, B., & Singhal, P. (2016, December). Work related musculoskeletal disorders (wmsds) risk assessment for different welding positions and processes. In *14th International Conference on Humanizing Work and Work Environment HWWE* (pp. 264-267).
- [9] Shin, H. J., & Kim, J. Y. (2007). Measurement of trunk muscle fatigue during dynamic lifting and lowering as

- recovery time changes. *International journal of industrial ergonomics*, 37(6), 545-551.
- [10] Battini, D., Persona, A., & Sgarbossa, F. (2014). Innovative real-time system to integrate ergonomic evaluations into warehouse design and management. *Computers & Industrial Engineering*, 77, 1-10.
- [11] Panariello, D., Grazioso, S., Caporaso, T., Palomba, A., Di Gironimo, G., & Lanzotti, A. (2022). Biomechanical analysis of the upper body during overhead industrial tasks using electromyography and motion capture integrated with digital human models. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 1-20.
- [12] Tarallo, A., Di Gironimo, G., Gerbino, S., Vanacore, A., & Lanzotti, A. (2019). Robust interactive design for ergonomics and safety: R-IDEaS procedure and applications. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 13(4), 1259-1268.
- [13] 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.
- [14] Karhu, O., Kansu, P., & Kuorinka, I. (1977). Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. *Applied ergonomics*, 8(4), 199-201.
- [15] Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid entire body assessment (REBA). *Applied ergonomics*, 31(2), 201-205.
- [16] Lowe, B. D., Dempsey, P. G., & Jones, E. M. (2019). Ergonomics assessment methods used by ergonomics professionals. *Applied ergonomics*, 81, 102882.
- [17] Dilay, Y., Özkan, A., , Analysis of The Body Posture of The Employees in Pruning Apple Trees with Reba Method, in II-International Conference on Global Practice of Multidisciplinary Scientific Studies Conference. 2022: Batumi, Georgia
- [18] Stephens, J. P., Vos, G. A., Stevens Jr, E. M., & Moore, J. S. (2006). Test-retest repeatability of the Strain Index. *Applied ergonomics*, 37(3), 275-281.
- [19] Eriş, H., Can, G. F., & Fırlı, N. (2009). Çalışma Duruşu ve Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları. V. *Endüstri Mühendisliği Bahar Konferansları-Ergonomi*, (129).
- [20] Özoğul, B., Çimen, B., & Kahya, E. (2018). Bir metal sanayi işletmesinde ergonomik risk analizi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6, 159-175.
- [21] Ayhan, B. (2015). Bakanlığı, Montaj Hattında Ergonomik Risk Unsurlarının İncelenmesi: Otomotiv Sektörüne Yönelik Bir Uygulama. Uzmanlık Tezi, Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Eğitim Ve Araştırma Merkezi, Ankara.
- [22] Sakar, N. K., Alptekin, H. K., Özcan, E. E., Özcan, E., & At, A. L. L. (2007). Mesleki Kas İskelet Risklerinin Değerlendirilmesinde Qec Ölçeğinin (Quick Exposure Check-Hızlı Maruziyet Değerlendirme) Türkçe Uyarlamasının Güvenilirliği. *Journal of Istanbul Faculty of Medicine*, 70(4), 98-102.
- [23] Fanton, M., Harari, Y., Giffhorn, M., Lynott, A., Alshan, E., Mendley, J., ... & Jayaraman, A. (2022). Validation of Amazon Halo Movement: a smartphone camera-based assessment of movement health. *NPJ digital medicine*, 5(1), 1-9.
- [24] Kara, Y., Atasagun, Y., & Peker, A. (2014). Montaj hatlarında çalışma duruşlarının reba yöntemi ile analizi ve ergonomik risk değerlendirmesi, 7. Uluslararası İş Sağlığı Ve Güvenliği Konferansı, İstanbul-Türkiye, 5(7).
- [25] Sağıroğlu, H., Coşkun, M. B., & Erginel, N. (2015). Reba İle Bir Üretim Hattındaki İş İstasyonlarının Ergonomik Risk Analizi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 339-345.
- [26] Dukhovnyi, L. F. (2014). Author's experimental program of the health culture development at future electric welders in the process of vocational training. *Pedagogical Journal*, (1-2), 26-41.
- [27] Güney, B. (2021). Microstructure analysis of welding fume of low and medium carbon steels. *Revista de Metalurgia*, 57(1), e187.
- [28] Güney, B. (2022). Sürtünme Karıştırma Kaynak Tekniği, Güncel Multidisipliner Teknik Araştırmalar, SRA Academic Publishing, pp.1-20.
- [29] Erden, M. A., Gündüz, S., Çalgılı, U., & Boz, M. (2018). Tozaltı kaynak yöntemi ile birleştirilen alaşımsız ve hardoks çeliklerin mikroyapı ve sertlik özelliklerinin araştırılması. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 33(1), 221-226.
- [30] Köse, C., & Kaçar, R. AISI 420 Martenzitik Paslanmaz Çeliğin Co2 Lazer Işını Kaynak Yöntemiyle Kaynak Kabiliyetinin Araştırılması. *Technological Applied Sciences*, 10(4), 13-27.
- [31] Durgutlu, A., Fındık, T., Gülenç, B., Cevik, B., Kaya, Y., & Kahraman, N. (2015). Effect of continuous and pulsed currents on microstructural evolution of stainless steel joined by TIG welding. *Practical Metallography*, 52(11), 627-637.
- [32] Rahman, A., Palaneeswaran, E., Kulkarni, A., & Zou, P. (2015, March). Musculoskeletal health and safety of aged workers in manual handling works. In *2015 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM)* (pp. 1-4). IEEE.
- [33] İnan, U., Karacin, C., Yıldırım, A., & Yılmaz, C. (2011). OWAS metodu ile çalışma duruşlarının incelenmesi: Etiket ve matbaacılık sektöründe bir uygulama. 17. *Ulusal Ergonomi Kongresi*, 14-16.
- [34] Ülker, O., & Burdurlu, E. (2012). Panel mobilya imalatında kullanılan bazı makinelerde OWAS yöntemi ile eylemsel duruş analizi. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 12(2), 291-300.
- [35] 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.
- [36] Koç, S., & Testik, Ö. M. (2016). Mobilya Sektöründe Yaşanan Kas-İskelet Sistemi Risklerinin Farklı Değerlendirme Metotları İle İncelenmesi Ve Minimizasyonu. *Journal of Industrial Engineering (Turkish Chamber of Mechanical Engineers)*, 27(2).