

İŞ İSTASYONLARINDA ÇALIŞANLARDA ZORLANMAYA NEDEN OLAN DURUŞLARIN ERGONOMİK AÇIDAN İRDELENMESİ: ÖRNEK UYGULAMA

Hasan BAŞ^{1*}, Fatih YAPICI²

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü ORCID No: <http://orcid.org/0000-0001-5214-3394>

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

ORCID No: <http://orcid.org/0000-0002-2493-6781>

Anahtar Kelimeler	Öz
Emek-Yoğun Risk analizi Ergonomi RULA REBA	<i>Ergonomi biliminin temel amacı, iş gören ile iş arasında iyi bir uyum sağlayarak insanın çalışırken aşırı zorlanma nedeniyle zarar görmesini engellemek ve bu uyum sayesinde verimliliği artırmak olarak ifade edilebilir. Günümüzde ilerleyen teknoloji iş yerlerinde artan mekanizasyon ve otomasyon iş hızını da arttırmakta olup bu durum özellikle daha çok emek-yoğun çalışanlarda kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına (KISR) neden olmaktadır. Ayrıca bu durum çalışanlarda motivasyon düşüklüğü, verimsizlik ve iş gücü kaybına neden olmaktadır. Bu kayıpların önlenmesi için iş yerlerinde çalışanlara ergonomik açıdan risk analizleri yapılarak riskli durumların tespit edilmesi ve bu riskleri ortadan kaldıracak önlemlerin alınması önemlidir. Bu çalışma, Karadeniz bölgesinde emek yoğun çalışmanın yapıldığı bir gıda işletmesinin hammadde, imalat ve paketlenme bölümünde gerçekleştirilmiştir. İşçilerin çalışma esnasındaki riskli çalışma pozisyonları REBA (Rapid Entire Body Assessment- Hızlı Tüm Vücudu Değerlendirme) ve RULA (Rapid Upper Limb Assessment- Hızlı Üst Vücut Değerlendirme) yöntemleri kullanılarak risk analizi yapılmış ve işletmeye çalışma koşullarını iyileştirici öneriler sunulmuştur.</i>

AN ERGONOMIC INVESTIGATION OF POSITIONS THAT CAUSE STRESS IN WORKSTATIONS: EXAMPLE APPLICATION

Keywords	Abstract
Labor intensive Risk analysis Ergonomic RULA REBA	<i>The main purpose of ergonomics science can be expressed as a good harmony between the worker and the job, preventing the human being from being harmed by excessive strain and increasing productivity through this harmony. In today's advancing technology, increasing mechanization and automation in workplaces also increase the speed of work, and in this case, it causes musculoskeletal disorders (MSR) especially in more labor-intensive employees. In addition, this situation causes low motivation, inefficiency and loss of workforce in employees. In order to prevent these losses, it is important to identify risky situations by performing ergonomic risk analyzes for employees at workplaces and to take measures to eliminate these risks. This study was carried out in the raw material, manufacturing and packaging department of a food business in the Black Sea region where labor-intensive work is carried out. Risky working positions of the workers during work were analyzed using REBA (Rapid Entire Body Assessment) and RULA (Rapid Upper Limb Assessment) methods, and suggestions were made to improve working conditions in terms of ergonomics.</i>

Araştırma Makalesi

Research Article

Başvuru Tarihi : 02.09.2020

Submission Date : 02.09.2020

Kabul Tarihi : 09.10.2020

Accepted Date : 09.10.2020

* Sorumlu yazar e-posta: hasan.bas@omu.edu.tr

1. Giriş

Günümüzde ilerleyen teknolojilere rağmen özellikle emek-yoğun işletmelerdeki çalışanlarda kas iskelet sistemi rahatsızlıkları (KISR) gittikçe artmaktadır. Bu durumda verimsizliğe ve buna bağlı maddi kayba yol açmaktadır. Yapılacak ergonomik risk analizleri ile çalışanlarda fiziksel zorlamaya neden olan etkenlerin ortadan kaldırılması için özellikle çalışma duruşlarında gerekli düzeltici önlemlerin yapılması olası KISR önlenmesinde hayati öneme sahiptir (Kırcı, 2018). Çalışma duruşları; birbirinden bağımsız olarak çalışanın vücut yapısına, yapılan işin niteliğine, iş istasyonlarının tasarımı ve kullanılan makine-ekipmanlara göre değişmektedir. Çalışma sırasında sabit duruşlar, tekrarlı hareketler ve uygun olmayan pozisyonlardan kaynaklanan zorlanmalar çalışanlarda KISR neden olmaktadır. KISR, kaslarda, sinirlerde, kıkırdakta, tendonlarda, bağlarda, eklem birleşme noktalarında ve özellikle disklerde meydana gelen rahatsızlıklardır. Bu rahatsızlıklar bükülme, esneme, kavrama, itme, çekme, dönme ve uzanma gibi vücut hareketlerinden meydana gelir (Akay vd., 2003). Bu nedenle uygun olmayan çalışma pozisyonlarının mümkün olduğu kadar iyileştirilmesi ve çalışanın rahatsızlıklarının en aza indirilmesi, çalışanın sağlığı ve iş performansı açısından oldukça önemlidir (Atıcı, 2016).

Bu çalışmada, gıda sektöründe çalışan işçilerin KISR risk düzeylerinin REBA ve RULA yöntemleri ile tespit edilmesi amaçlanmış olup bu risklere yönelik önlemler önerilmiştir.

2. Bilimsel Yazın Taraması

Üretim sürecinin en önemli girdi faktörü insandır. Çalışanlar, çalışma ortamındaki olumsuz fiziksel koşullarından çok ciddi şekilde etkilenmektedir. Çalışanların sağlık durumlarını korumak ve güvenliğini sağlamak amacıyla; kamu, işveren ve çalışanlar ortak çaba harcamak zorundadırlar. Çalışma sırasında hangi duruşların insan sağlığı açısından daha riskli olduğunun belirlenmesi disiplinler arası bir bilim olan ergonominin en önemli çalışma alanıdır (Santos vd. 2007; Polat vd. 2016). Uluslararası Ergonomi Derneği (International Ergonomics Association-IEA) ergonomiyi; insan-makine ve çevresindeki etkileşimi anlamak, tüm sistemin performansını daha iyi hale getirmek için teori-ilke-tasarım yöntemlerini uygulayan disiplinler arası bir bilim alı olarak tanımlamaktadır. Ergonomik çalışmalarda temel hedef; insan ile diğer üretim girdileri arasındaki etkileşimi geliştirmek, insana yaraşır çalışma koşullarını oluşturmak, çalışana uygun iş dağılımını sağlamak ve böylece insan sağlığını koruyarak insan-makine sisteminin etkinliğini arttırmaktır (Koç vd. 2016).

Ergonomik risk analizi, çalışma ortamındaki risklerin gözlemlenmesi ve bu kapsamda işletmelerde uygulanmakta olan işlemler veya süreçlerde çalışanların ergonomik yapısına uymayan işlerde görülen tehlike kaynaklarının belirlenmesi ve KISR neden olabilecek riskli duruşların düzeltilmesini amaç edinir. İş istasyonu tasarımı, çalışma duruşlarını (baş, gövde, kol ve bacak) önemli ölçüde etkilemektedir. Ergonomik tasarım prensiplerinin uygulandığı istasyonlarda çalışanlar, yüksek konfora ve iş motivasyonuna sahip olurlar. Bu tür istasyonlarda çalışanlar; daha rahat hareket imkânı sahip olup yapmış olduğu iş özelliklerine göre parçalara, alet ve diğer teçhizatlara ulaşımı da daha kolaydır. Bu tür kolaylıklar çalışanlardaki fiziksel zorlanmayı azaltmaktadır. Yine yapılan ergonomik düzenlemeler ile çalışanlar, farklı açı ve yükseklikler için kolaylıkla kendilerine uygun düzenlemeler yapabilirler (Erdem, 2000; Akay vd., 2003).

Fiziksel iş yükünün değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler genel olarak doğrudan ölçüme dayalı yöntemler (objektif) ve gözleme dayalı yöntemler (öznel yöntemler) olarak ifade edilebilir (Li & Buckle, 1999). Bu yöntemlerin herbirinin farklı sektör ve farklı iş türleri için avantaj ve dezavantajları söz konusudur.

Kara vd. (2014)'te "Montaj Hatlarında Çalışma Duruşlarının REBA Yöntemi ile Analizi ve Ergonomik Risk Değerlendirmesi" adlı çalışmada bir montaj hattındaki çeşitli istasyonlarda çalışanların duruşları REBA yöntemiyle analiz edilmiştir. Bu analizlerin sonuçlarına göre gerekli iyileştirmeler ve öneriler sunulmuştur.

Atıcı vd. (2015)'te "Çalışanlarda zorlanmaya neden olan duruşların REBA yöntemi ile ergonomik analizi" adlı çalışmada kablo üretimi yapan işletmede uygun olmayan çalışma pozisyonlarının iyileştirilmesi amacıyla REBA yöntemi kullanılarak analizler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda çalışanlarda ortaya çıkan zorlanmalar belirlenmiş ve bu zorlanmaları azaltacak iyileştirme önerilerinde bulunulmuştur.

Massaccesi vd. (2003)' te yapmış oldukları çalışmada çöp toplama kamyonu kullanan şoförlerin standart koltuklardaki oturuş ve pozisyonları RULA metodunu kullanmışlardır. Analiz sonucunda boyun bölgesindeki risklerin daha fazla olduğu ve farklı sürücülerin çok farklı yakınmalarının olduğu tespit edilmiştir.

Kocabaş (2009)'da yapmış olduğu "Ağır ve Tehlikeli İşlerde Çalışan İş görenlerde Zorlanmaya Neden Olan Çalışma Duruşlarının Analizi" adlı çalışmada çeşitli sektörlerde ağır ve tehlikeli iş yapan çalışanların duruşlarının OWAS ve REBA yöntemlerini kullanılarak analizler yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre gerekli iyileştirmeler ve öneriler sunulmuştur.

Neşeli (2016)'da yüksek lisans tezi olan "Ergonomik Risk Analizi Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Kalıp İmalat Firmasında Uygulanması" adlı çalışmasında elektrikli ev aletleri ve inşaat sanayi şirketi olan bir fabrikanın çalışanlarının duruşları REBA ve RULA yöntemleri ile incelenmiş ve risk analizi skorlarına göre iyileştirme önerilerinde bulunulmuştur.

Kırcı (2018)'de yapmış olduğu "Lojistik Depo Sektöründe REBA, RULA ve NIOSH Yöntemleri ile Ergonomi Alanında Bir İrdeleme" adlı çalışmasında bir lojistik deposunda çalışanların duruşlarını REBA, RULA ve NIOSH yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Sonuçlardan elde edilen veriler doğrultusunda, ergonomi biliminin amacı olan iş esnasında çalışanın sağlığını ve güvenliğini korurken aynı zamanda iş verimini ve kalitesini arttırmak için gerekli olan çalışma pozisyonları tartışılıp, iyileştirmelere yönelik öneride bulunulmuştur. Delice vd. (2018) çalışmalarında bir tüp üretim fabrikasındaki ergonomik riskleri REBA, OWAS, QEC ve MANTRA yöntemlerini kullanarak değerlendirmişlerdir. Bu yöntemleri AHP metodunu kullanarak önceliklendirmişlerdir. Kahya ve Söylemez (2019) bir jant fabrikasında tezgah işçilerinin maruz kaldıkları ergonomik riskleri REBA ve QEC yöntemlerini kullanarak incelemişler ve sonuçta yıkama, kıvrırma, torna ve presleme işlemleri için REBA skorlarını 11, 6, 7 ve 11 olarak bulduklarını belirtmişlerdir. Koçak vd. (2019) gemi inşa sürecinde işçilerin çalışma duruşlarını REBA yöntemi ile incelemiştir.

Günay (2017)'de yapmış olduğu "Genel Mikrobiyoloji Laboratuvarlarında Ergonomik Yüklenimin REBA ve RULA Yöntemleriyle Belirlenmesi" adlı çalışmasında en çok yapılan işler ergonomik açıdan ele alınarak REBA ve RULA yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Araştırma, laboratuvar çalışanlarında KİSR görülme sıklığını azaltmayı ve bu çalışanlarda laboratuvar ergonomisine dair farkındalık oluşturmayı amaçlandığı ifade edilmiştir. Munavir vd. (2020) bir un fabrikasında ergonomik olmayan çalışma duruşlarını analiz etmek için REBA ve MAC (Manuel Activity Chart-Manuel Aktivite Tablosu) yöntemlerini kullanmışlardır. 18 iş faaliyeti için yaptıkları REBA analizine göre 1 iş aktivitesi düşük risk, 15 iş aktivitesi orta düzeyde risk, 2 iş aktivitesi ise yüksek düzeyde risk taşıdığını bulmuşlardır. Pelaez vd. (2021) REBA ve RULA yöntemlerini kullanarak yüksek gerilim hatlarında çalışan işçilerde oluşabilecek riskleri incelemiş oldukları çalışmalarının sonucunda duruşların %32'si yüksek riskli, %65'i ise orta riskli olduğunu bulmuşlardır. Aliakbari vd. (2020) RULA yöntemini kullanarak diş hekimlerinin iş sağlığı ve ergonomik koşullarını incelemiştir. Dabholkar vd. (2020) kulak burun boğaz hastalıkları ile ilgilenen cerrahlarda meydana

gelebilecek ergonomik riskleri RULA yöntemiyle incelemişler ve tüm cerrahların ortalama RULA skorlarını 6-7 aralığında olduğunu tespit etmişlerdir. Literatürde kas iskelet rahatsızlıklarının incelenmesinde REBA ve RULA, yöntemlerinin kullanıldığı birçok çalışma mevcuttur (Arminas and Aulia 2020; Okuyucu vd., 2021; Widodo vd., 2020; Kar ve Hedge, 2021.; Joshi ve Deshpande, 2020; Gomes-Galan vd., 2020; Huang vd. 2020; Nurwahidah ve Satria 2020; Kee, 2020)

Özellikle emek yoğun çalışma ortamlarında aşırı yük kaldırma ve uygunsuz çalışma pozisyonları gibi fiziksel etkenlere maruz kalındığında işçilerin işe bağlı olarak kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları ve sakatlanmaları söz konusu olabilir. Bu yüzden çalışma ortamlarının ergonomik açıdan düzenlenmesi hem işçilerin sağlığı açısından hem de verimlilik dolayısı ile işletmelerin karlılığı açısından önemlidir. Bu çalışma kapsamında, gıda sektöründe çalışan işçilere yönelik KİSR risk düzeylerinin REBA ve RULA yöntemi ile tespit edilmesi ve buna karşı yapılması gerekli olabilecek önerilerin sunulması amaçlanmıştır.

3. Yöntem

Bu çalışma, kuruyemiş üretimi yapan orta ölçekli bir işletmede gerçekleştirilmiştir. İşletmenin üretim bölümündeki çalışanlar vardiya boyunca; hammadde depolama, imalat ve paketleme işlerinde ağır yükleri taşıma ve kaldırma işlerini yerine getirmektedirler. Çalışmanın ana hedefi; çalışma ortamında gündelik çalışma süreçlerinde sürekli tekrarlanan tehlikeli durum ve davranışların tespit edilerek bunlara yönelik basit ve önleyici önlemler ile daha güvenli çalışma ortamlarının oluşturulması sağlamaktır. Bunun sonucunda; çalışan memnuniyetinin sağlanması, olası iş kazası ve sakatlanmaların ve buna bağlı iş gücü kayıplarının önlenmesi ve verimliliğin artırılması amaçlanmıştır.

Üretim sürecinde yapılan bu işlemler için çalışanların zorlanmaları REBA ve sadece seçme bandında ise RULA yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Uygulama yerinde yapılan başlıca işlemler; hammadde hazırlama, seçme, kavurma, paketleme ve koli hazırlama olmak üzere 5 temel adımdan oluşmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Üretim Süreci

Yapılan her bir işlem için video kaydı yapılmış ve video kayıtları temel işlemlerin tamamını ifade edecek şekilde (her bir alt işlemlerde dahil) video kaydı her 20sn aralıkla durdurularak vücut duruşları

analiz edilmiştir. Her bir temel adımda yapılan alt işlemler ve onlara ait örnek temsili bazı resimler Şekil 2'de gösterilmiştir.

Hammadde hazırlama: (Çuvalı kendine çekme işlemi)	Hammadde hazırlama: (Çuvalı kaldırma işlemi)	Hammadde hazırlama: (Çuvalı palete koyma işlemi)
		
İmalat bölümü (Kavurma hattı 1)	İmalat bölümü (Kavurma hattı 2)	İmalat bölümü (Kavurma hattı 3)
		
Paketleme bölümü (Dökme ürün paketleme)	Paketleme bölümü (Ambalajlı ürün kolileme)	
		

Şekil 2. Üretim süreçleri ve çalışanların temsili resimleri

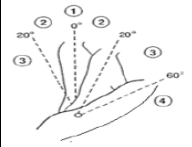

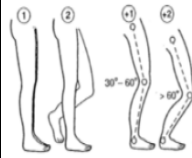
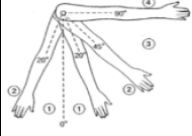
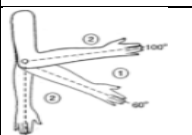
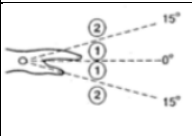
Uygun olmayan çalışma duruşlarının ergonomik olarak değerlendirilmesi için pek çok yöntem kullanılmakta olup basit gözleme dayalı yöntemlerden olan REBA ve RULA çalışma esnasında çalışanın tüm vücudunun ve vücut üst kısmının değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

REBA yöntemi, vücudun tüm kısımlarının hem nicel (bükülme, esneme) hem de nitel (yana dönme, kavrama kolaylığı) olarak hızlı bir şekilde analiz edilmesine olanak tanıyan ve çalışma duruşu yapılan hareketin neden olduğu riski sayısal olarak ifade etmektedir. Çalışma duruşu esnasında boyun, gövde, üst-alt kollar, bacaklar ve bileklerde ortaya çıkan bükülme (fleksiyon), esneme (ekstansiyon) ile bu duruşlar esnasında çalışanın maruz kaldığı yüklere bağlı olarak 1 ile 15 arasında değişen bir skor belirlemektedir. Bir çalışma duruşuna ilişkin REBA skoru belirlenirken öncelikle vücut kısımları, A (gövde, boyun, bacaklar) ve B (üst kollar, alt kollar, bilekler) grubu olmak üzere ikiye ayrılır. Gövde, boyun ve bacakların puanları ayrı ayrı belirlenerek Tablo A (Şekil 1) yardımıyla bu puanların kombinasyonundan oluşan bir puan belirlenir. Bu puana Yük/Kuvvet puanı eklenerek A Puanı elde edilir. Üst kol, alt kol ve bileklerin puanları ayrı ayrı belirlenerek, Tablo B (Şekil 1) yardımıyla bu

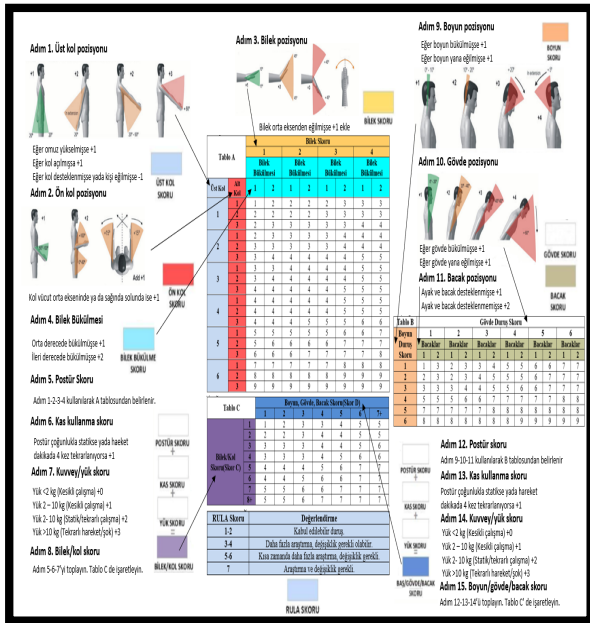
puanların bir kombinasyonundan oluşan bir puan belirlenir. Bu puana da kavrama puanı eklenerek B Puanı elde edilir. Daha sonra Tablo C (Şekil 1) kullanılarak, A ve B puanlarının bir kombinasyonundan oluşan C puanı elde edilerek buna aktivite yoğunluğu puanı ilave edilmesiyle suretiyle REBA skoru elde edilmiş olur. (Hignett ve Mc Atamney, 2000).

Çalışma esnasında vücut duruşu işin niteliğine göre değişim gösterebilmektedir. REBA yönteminde boyun, gövde, bacaklar, üst-alt kol ve bileklerde oluşan bükülme ve esnemeye ait temsili hareket pozisyonu ve skor değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. REBA Duruş Puanlama Tablosu (Hignett ve Mc Atamney, 2000).

Hareket	Puan/Skor	Skor değişimi	Temsili pozisyon	
Gövde	Dik duruş	1	Eğer yana doğru dönme yada eğilme hareketi varsa +1 ekle	
	0°-20° fleksiyon (bükülme) veya ekstansiyon (esneme)	2		
	20°-60° fleksiyon	3		
	>20° ekstansiyon	4		
	>60° fleksiyon	4		
Boyun	0°-20° fleksiyon (bükülme)	1	Eğer yana doğru dönme yada eğilme hareketi varsa +1 ekle	
	>20° fleksiyon (bükülme)	2		
Bacaklar	Ağır iki bacak üzerine biniyorsa	1	Dizler 30-60 arasında bükülüyorsa +1	
	Ağır tek bacak üzerine biniyorsa veya dengesiz bir duruş varsa	2		
Üst Kol	0°-20° fleksiyon (bükülme) veya ekstansiyon (esneme)	1	Koldan açılma (abduksiyon) ve dönme (rotasyon) varsa +1	
	20°-45° fleksiyon (bükülme)	2		
	>20° ekstansiyon (esneme)	3		
	45°-90° fleksiyon (bükülme)	4		
Ön Kol	60°-100° fleksiyon (bükülme)	1	Omuzlar yukarı kalkırsa +1	
	>60° <100° fleksiyon (bükülme)	2		
Bilek	0°-15° fleksiyon (bükülme) yada esneme	1	Bileklerde yana esneme veya dönme varsa	
	>15° fleksiyon (bükülme) yada esneme	2		

RULA (Rapid Upper Limb Assessment- Hızlı Üst Vücut Değerlendirme) Yöntemi; çalışanın üst uzuvlarındaki zorlanmaların hızlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlayan bir yöntemdir. RULA yöntemi; boyun, gövde, üst kol ve ellerin iş görevlerindeki biyomekanik ve postural yük gereksinimlerini dikkate almakta olup özellikle vücudun üst kısmındaki baskıların fazla, bel, sırt ve bacaklardaki yükün daha az olduğu işlerden kaynaklanan kas iskelet sistemi hastalığı risklerini analiz etmeyi yardımcı olur. RULA yöntemine göre bir çalışma durumunda vücut kısımları A (Üst Kol, Alt Kol ve Bilekler) ve B (Boyun, Gövde ve Bacaklar) grubu olarak ikiye ayrılır. Üst kol, alt kol ve bileklerin ayrı ayrı skorları belirlenir ve Tablo A yardımıyla bu skorların kombinasyonundan oluşan bir postür skoru belirlenerek bu skora Kuvvet/Yük Skoru ve Kas Kullanım Skorunun eklenmesiyle Bilek/Kol Skoru elde edilir. Boyun, gövde ve bacakların ayrı ayrı skorları belirlenir ve Tablo B yardımıyla bu skorların kombinasyonundan oluşan bir postür skoru belirlenerek bu skora da Kuvvet/Yük Skoru ve Kas Kullanım Skorunun eklenmesiyle Boyun/Gövde/Bacak Skoru elde edilir. Daha sonra Tablo C kullanılarak Bilek/Kol Skoru ve Boyun/Gövde/Bacak Skorunun kombinasyonundan oluşan RULA Skoru elde edilir. RULA yöntemindeki anlatılan adımlar Şekil 3'de gösterilmektedir.



Şekil 3. RULA Yöntemi Uygulama Aşamaları

RULA yönteminde Üst Kol, Alt Kol, Bilekler, Boyun, Gövde ve Bacaklarda oluşan bükülme ve esnemeye ait temsili hareket pozisyon ve skor değerleri Çizelge 2'de verilmiştir (McAtamney ve Nigel Corlett, 1993).

Tablo 2. Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi (Rapid Upper Limb Assesment-RULA)

Tablo 2. Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi (Rapid Upper Limb Assesment-RULA)

Hareket	Puan	Puan değişimi	Temsili pozisyon
Üst kol	0° - 20° fleksiyon (bükülme) 0° - 20° ekstansiyon (esneme)	1	Omuz yükselmişse +1 Eğer kollar açılmışsa +1 Eğer kol desteklenmiş yada kişi eğilmiş ise -1.
	20° - 45° fleksiyon (bükülme) > 20° ekstansiyon (esneme)	2	
	45° - 90° fleksiyon (bükülme)	3	
	>90° fleksiyon (bükülme)	4	
Ön kol	0° - 90° fleksiyon (bükülme)	1	Kol vücut orta ekseninden sağında ya da solunda ise +1 ekle
	> 90° fleksiyon (bükülme)	2	
Bilek	0° Nötr halde	1	Bilek orta ekseninden sağa-sola bükülüyorsa +1 ekle
	0° - 15° fleksiyon (bükülme) 0° - 15° ekstansiyon (esneme)	2	
	> 15° fleksiyon (bükülme) > 15° ekstansiyon (esneme)	3	
Gövde	Nötr- düz duruş	1	Eğer gövdede bükülme ile beraber sağa-sola dönme varsa +1 ekle
	0° - 20° fleksiyon (bükülme)	2	
	20° - 60° fleksiyon (bükülme)	3	
	> 60° fleksiyon (bükülme)	4	
Boyun	0° - 10° fleksiyon (bükülme)	1	Eğer çalışma esnasında boyunda dönem yada yana bükülme varsa +1 ekle
	10° - 20° fleksiyon (bükülme)	2	
	> 20° fleksiyon (bükülme)	3	
	> 20° ekstansiyon (esneme)	4	

4. Sonuçlar

4.1. Hammadde Hazırlama Süreci REBA Analizi Sonuçları

Uygulama yerinde yapılan başlıca işlemler; hammadde hazırlama, seçme, kavurma, paketlenme ve koli hazırlama olmak üzere 5 temel adımdan

oluşmaktadır. Hammadde hazırlama bölümünde işlenecek olan hammadde ürün çuvalı kas gücü ile bir palet yüklenmekte olup bu süreçte üç işlem (hammadde çuvalını kendine çekme işlemi, çuvalı kaldırma işlemi ve çuvalı palet koyma işlemi) gerçekleştirilmektedir. Hammadde hazırlama sürecindeki işlemler REBA yöntemi ile analiz edilmiş ve elde edilen değerler Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Mal Hazırlama Süreci REBA Analizi Sonucuna Ait Bulgular

Süreç	Alt işlemler	REBA Skoru
Hammadde hazırlama	Çuvalı Kendine Çekme İşlemi	11
	Çuvalı Kaldırma İşlemi	5
	Çuvalı Palet Koyma İşlemi	9
Ortalama REBA Skoru		8,33

Tablo 3'deki verilere göre hammadde hazırlama sürecinde çuvalı kendine çekme ve çuvalı palet koyma işlemlerinde yüksek risk bulunmakta olup bu işlemler için acilen önlem alınması gerekmektedir.

4.2 Seçme Bandı RULA Analizi Sonuçları

Uygulama yerinde yapılan başlıca iş süreçlerinde biri olan seçme bandında RULA yöntemi kullanılarak risk analizi yapılmış olup buna ait bulgular Tablo 4'de verilmiştir. Yapılan risk analizine göre seçme işleminde risk değerinin çok düşük olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4. Seçme Bandı RULA Analizi Sonucuna Ait Bulgular

Süreç	Alt işlemler	RULA Skoru
Seçme	Seçme işlemi	3
Ortalama RULA Skoru		3

4.3 Kavrurma Hattı REBA Analizi Sonuçları

Çalışma yapılan işletmede üç kavrurma hattı bulunmakta olup her hat için ayrı ayrı REBA yöntemi uygulanmıştır. Kavrurma hatlarında yapılan işlemler ve bu işlemlere ait REBA analizi sonuçları Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Kavrurma Hatlarına Ait REBA Analizi Sonuçları

Süreç	Hat türü	Alt işlemler	REBA Skoru
	Hat 1	Çuvalın yerden kaldırılması işlemi	5
		Çuvalın hazneye boşaltılması işlemi	9
		Boş çuvalın yere bırakılma işlemi	1
		Hat-1 Ortalama REBA Skoru	5,0
		Hammadde Boşaltma İşlemi (Çuval Yarılanana Kadar)	6

Kavrurma işlemi	Hat 2	Hammadde Boşaltma İşlemi (Çuvalın Kalan Kısmı)	7
		Hammadde Dolu Kovanın Yerden Alınma İşlemi	7
		Kovadaki Hammaddenin Döner Kazana Dökülme İşlemi	4
		Boş Kovanın Yere Bırakılma İşlemi	7
		Döner Kazana Şerbet Dökme İşlemi	2
		Döner Kazana Tuz Dökme İşlemi	2
		Döner Kazanda Karıştırılmış Hammaddenin Hazneye Dökülme İşlemi	6
		Hat-2 Ortalama REBA Skoru	5,12
	Hat 3	Hammadde Boşaltma İşlemi (Çuval Yarılanana Kadar)	6
		Hammadde Boşaltma İşlemi (Çuvalın Kalan Kısmı)	7
		Hammadde Dolu Kovanın Yerden Alınma İşlemi	7
		Kovadaki Hammaddenin Kavrurma Kazanına Dökülme İşlemi	6
		Boş Kovanın Yere Bırakılma İşlemi	7
		Kovaya Dökülen Kavrulmuş Ürünlerin Çuvala Dökülmesi	3
		Hat-3 Ortalama REBA Skoru	6
		Hat 4	Hammadde Boşaltma İşlemi (Çuval Yarılanana Kadar)
	Hammadde Boşaltma İşlemi (Çuvalın Kalan Kısmı)		7
	Hammadde Dolu Kovanın Yerden Alınma İşlemi		7
	Kovadaki Hammaddenin Hazneye Dökülme İşlemi		7
	Boş Kovanın Yere Bırakılma İşlemi		7
Kovaya Dökülen Kavrulmuş Ürünlerin Çuvala Dökülmesi	3		
Hat-4 Ortalama REBA Skoru	6,16		
Kavrurma İşlemi Ortalama REBA skoru			5,57

Kavrurma hattında özellikle çuvalın hazneye boşaltılması işleminde yüksek risk bulunmakta olup kısa zamanda önlem alınması gerekmektedir. Diğer işlemlerdeki risk değerlerinin orta ve düşük risk grubunda olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu işlemler içinde gerekli önlemlerin zaman içerisinde alınması gerekir.

4.4 Paketleme Süreci REBA Analizi Sonuçları

Dökme ürünlerin paketleme sürecinde yedi işlem yapılmaktadır. Bu işlemler; paketin tezgâhtan alınıp açılması işlemi, ürünün pakete dolmuş işlemi, paketin kaldırılıp tartıya konulması işlemi, paketin tartıdan alınıp yapıştırma aletine koyulması işlemi, paketin ağız kısmının düzeltilip yapıştırıcı bölümüne yerleştirilmesi işlemi, paketin yapıştırılıp üstüne delik delinmesi işlemi ve paketin alınıp palet üzerine yerleştirilmesi işlemi olarak sıralanabilir. Dökme ürünlerin paketlenmesine ait işlemler için yapılan REBA analizi sonuçlarına ait bilgiler ise Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Paketleme Bölümüne Ait REBA Analizi Sonuçları

Süreç	Alt İşlemler	REBA Skoru
Paketleme (Dökme ürün)	Paketin Tezgâhtan Alınıp Açılması	2
	Ürünün Pakete Dolum İşlemi	3
	Paketin Kaldırılıp Tartıya Konulması	5
	Paketin Tartıdan Alınıp Yapıştırma Aletine Konulması	3
	Paketin Ağız Kısmının Düzeltip Yapıştırıcı Bölümüne Yerleştirilmesi	2
	Paketin Yapıştırılıp Üstüne Delik Delinmesi	2
	Paketin Alınıp Palet Üzerine Yerleştirilmesi	4
Ortalama REBA Skoru		3

Tablo 6'daki verilere göre paketleme sürecinde paketin kaldırılıp tartıya konulması ve paketin alınıp palet üzerine yerleştirilmesi işlemleri orta seviyede risk grubundadır. Bu işlemler için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

4.5 Ambalajlı Ürünlerin Kolilenme Sürecine Ait REBA Analizi Sonuçları

Ambalajlı ürünlerin kolilenmesinde yapılan işlemler; koli açma işlemi, ambalajlı ürünlerin koliye yerleştirilmesi işlemi, kolinin ağzının kapatılması işlemi, kolinin bantlama tezgâhına gönderilmesi işlemi olarak sıralanabilir. Ambalajlı ürünlerin kolilenmesindeki işlemler için yapılan REBA analizi sonuçları Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Kolilenme İşlemlerine Ait REBA Analizi Sonuçları

Süreç	Alt İşlemler	REBA Skoru
Kolilenme / Paketleme	Koli Açma İşlemi	4
	Ambalajlı Ürünlerin Alınıp Koliye Yerleştirilmesi	4
	Kolinin Ağzının Kapatılması	4
	Kolinin Bantlama Tezgâhına Gönderilmesi	2
Ortalama REBA Skoru		3,5

Kolilenme/paketleme sürecinde koli açma, ambalajlı ürünlerin alınıp koliye yerleştirilmesi ve kolinin ağzının kapatılması işlemleri orta seviyede risk değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu işlemler için gerekli önlemler alınmalıdır.

5. Tartışma

Genel bir tanım olarak duruş (postür); vücudun, başın, gövdenin, kol ve bacak üyelerinin boşluktaki normal konfigürasyonu yani hizalanması olarak ifade edilmekte olup çalışma duruşu ise; vücudun, başın, gövdenin, kol ve bacakların yapılan işin özelliklerine göre pozisyon almasıdır. Uygun olmayan çalışma duruşları, bir veya birden fazla uzvun, normal-nötr vücut duruşundan sapması olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada; emek-yoğun faaliyetlerin sürdürüldüğü bir işletmede ergonomik risk analiz yöntemlerinden REBA ve RULA yöntemleri kullanılarak çalışanlarda zorlanmaya neden olan uygun olmayan duruşların tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu yöntemlerden elde edilen sonuçlara göre;

Hammadde hazırlama sürecinde çuvalı kendine çekme ve çuvalı pakete koyma işlemlerinde yüksek risk bulunmaktadır. Çalışanların sağlık durumlarının korunması ve olası KISR 'nın önlenmesi için bu riskleri azaltıcı önlemler alınmalıdır. Hammadde bölümünde risk değerinin fazla çıkmasında depoda çuvaların özensiz bir şekilde üst üste konulması önemli bir etkidir. Bunun için raf sisteminin oluşturulması, çuval hacim ve ağırlıkları düşürülmesi, hammadde çuvallarının daha düzenli bir şekilde istiflenmesi, hammadde çuvallarının kaldırılması ve taşınmasında emek yoğun güç kullanımından ziyade birçok sektörde başarı bir şekilde tercih edilen mekanik taşıyıcılar (forklift, mekanik tutucular vb.) kullanılabilir.

Seçme bandında yapılan işlem çok basit ve kolay olmasından dolayı belirlenen risk değerinin düşük olduğu görülmüştür. Kavurma hattında (Hat-1) özellikle çuvalın hazneye boşaltılması işleminde yüksek risk (REBA skoru:9) bulunmakta olup kısa zamanda önlem alınması gerekmektedir. Burada hammadde çuvallarının hacim ve ağırlık olarak azaltılması, hammaddenin başka bir kap ile parçalı olacak şekilde kavurma haznesine boşaltılması ya da depo bölümünden itibaren tüm sistemi kapsayacak taşıyıcı istemlerin tasarlanıp kurulması bu problemin giderilmesinde faydalı olacaktır. Özellikle hammaddenin bulunduğu yüzeyin zeminden bel hizasına kadar kaldırılması çalışanın aşağı eğilmeden işlenecek ürünün hazneye konuşmasında büyük kolaylık sağlayacaktır. Kavurma hatlarında çalışanların sağlığının olumsuz etkileyecek gürültü düzeylerinin ve ortamdaki partikül miktarlarının belirlenmesi ve yüksek değer içeren işlemlerde iyileştirici önlemlerin alınması ayrı bir çalışma konusu olarak incelenmesi faydalı olacaktır.

Paketleme sürecinde paketin kaldırılıp tartıya konulması ve paketin alınıp tekrar palet üzerine yerleştirilme işlemleri orta seviyede risk grubundadır. Bitmiş ürünlerin kolilenmesi sürecinde koli açma, ambalajlı ürünlerin alınıp koliye

yerleştirilmesi ve kolinin ağzının kapatılması işlemleri orta seviyede risk taşımaktadır. Paketleme sürecinde paketlenen ürünün tartı elamanları ile aynı hizada olacak şekilde tezgahların kullanılması yada paketlenen bitmiş ürünlerin kapalı sistem içerisinde taşınarak tartı cihazlarının üzerine tasarlanacak haznelere paketlenmesi ve aynı hizada tasarlana taşıyıcı bantlara aktarılması bu problemin çözümünde faydalı olacaktır.

İşletmede çalışacak işçilerin alımında işe uygun olanların belirlenmesi, çalışanlar arasında dengeli iş dağıtımı ve uygun rotasyonun yapılması KISR ve olası iş kazalarının önlenmesinde faydalı olacaktır. İşletmede verilmekte olan yıllık eğitim planlarında özellikle ISG kapsamında verilen eğitimlerde ergonomik çalışma düzeninden bahsedilecek tarza eğitim içeriğinin düzenlenmesinin faydalı olacağı aşikardır. Yine doğru tutuş ve çalışma tekniklerini gösteren afişlerin hazırlanarak çalışma ortamında uygun yerlere hatırlatıcı mahiyette asılması önerilebilir.

Sonuçta her açıdan oluşturulan rahat çalışma ortamı çalışanların sağlığını koruyacak, motivasyonunu arttıracak dolayısıyla işletmede verim ve karlılığının artmasını sağlayacaktır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

Aliakbari, R., Vahedian-Shahroodi, M., Abusalehi, A., Jafari, A. & Tehrani, H. (2020). A Digital-Based Education to Improve Occupational Health and Ergonomic Conditions of Dentists: An Application of Theory of Planned Behavior. *International Journal of Health Promotion and Education*, 58(5), 268-281.

Akay D., Dağdeviren M. ve Kurt M. (2003). Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi, *Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University* 18(3), 73-84.

Arminas, M. B. & Aulia, I. R. (2020). Working Posture Analysis on Musculoskeletal Disorder to Workers in The Sack Warehouse PT Makassar Tene Makassar. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 885(1), 012036.

Atıcı H., Gönen D. ve Oral A. (2015) Çalışanlarda Zorlanmaya Neden Olan Duruşların REBA

Yöntemi İle Ergonomik Analizi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 21. Ulusal Ergonomi Kongresi Özel Sayısı, Balıkesir, Türkiye.

Atıcı, H. (2016). Kablo Demetleme Konveyör Hattında Bilgisayar Destekli Ergonomik Analizler, Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Dabholkar, T., Dabholkar, Y.G., Yardi, S. & Sethi, J. (2020). An Objective Ergonomic Risk Assessment of Surgeons in Real Time While Performing Endoscopic Sinus Surgery. *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*, 72:3, 342-349.

Delice, E. K., Ayık, İ., Abidinoğlu, Ö. N., Çiftçi, N. N. ve Sezer, Y. (2018). Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemleri ve Ahp Yöntemi ile Çalışma Duruşlarının Analizi: Ağır ve Tehlikeli İşler için Bir Uygulama. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* 6, 112 – 124.

Erdem, M.A. (2000). Ergonomik İş İstasyonu Dizaynı, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Günay İ. C., (2017). Genel Mikrobiyoloji Laboratuvarlarında Ergonomik Yüklenimin REBA ve RULA Yöntemleriyle Belirlenmesi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.

Gómez-Galán, M., Callejón-Ferre, Á. J., Pérez-Alonso, J., Díaz-Pérez, M. & Carrillo-Castrillo, J. A. (2020). Musculoskeletal Risks: RULA bibliometric review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 4354.

Joshi, M. & Deshpande, V. (2020). Investigative Study and Sensitivity Analysis of Rapid Entire Body Assessment (REBA). *International Journal of Industrial Ergonomics*, 79, 103004.

Hignett, S. & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31, 201-205.

Huang, C., Kim, W., Zhang, Y. & Xiong, S. (2020). Development and Validation of A Wearable Inertial Sensors-Based Automated System For Assessing Work-Related Musculoskeletal Disorders in The Workspace. *International*

- Journal of Environmental Research and Public Health, 17(17), 6050.
- Kahya, E. ve Söylemez, S. (2019). Jant Sektöründe QEC ve REBA Yöntemleriyle Ergonomik Risk Değerlendirmesi. *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 3(2), 83-96.
- Kar, G. & Hedge, A. (2021). Effect of Workstation Configuration on Musculoskeletal Discomfort, Productivity, Postural Risks, And Perceived Fatigue in A Sit-Stand-Walk Intervention for Computer-Based Work. *Applied Ergonomics*, 90, 103211.
- Kara Y., Atasagun Y. ve Peker A. (2014). Montaj Hatlarında Çalışma Duruşlarının REBA Yöntemi ile Analizi ve Ergonomik Risk Değerlendirmesi, 7. Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Konferansı, İstanbul, Türkiye.
- Kee, D. (2020). An Empirical Comparison of OWAS, RULA and REBA Based on Self-Reported Discomfort. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 26(2), 285-295.
- Kocabaş M. (2009). Ağır ve Tehlikeli İşlerde Çalışan İşgörenlerde Zorlanmaya Neden Olan Çalışma Duruşlarının Analizi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Kırcı B. K. (2018). Lojistik Depo Sektöründe REBA, RULA ve NIOSH Yöntemleri ile Ergonomi Alanında Bir İrdeleme, Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Koç, S. ve Testik, Ö.M. (2016). Mobilya Sektöründe Yaşanan Kas-İskelet Sistemi Risklerinin Farklı Değerlendirme Metotları ile İncelenmesi ve Minimizasyonu, *Endüstri Mühendisliği Dergisi* 27 (2), 2-27.
- Koçak, S. T., Özok, A. F. Ve Kahyaoglu, N. (2019). Gemi İnşa Sürecinde Ergonomik Değerlendirmeler. 25. Ulusal Ergonomi Kongresi, Samsun, Türkiye.
- Li, G. & Buckle, P. (1999). "Current Techniques for Assessing Physical Exposure to Work-Related Musculoskeletal Risks, With Emphasis on Posturebased Methods", *Ergonomics*, 42 (5), 674-695.
- Massaccesi, M., Pagnota, A., Socetti, A., Masali, M., Masiero, C. & Greco, F. (2003). Investigation of Work, Related Disorders in Truck Drivers Using RULA Method, *Applied Ergonomics*. 34, 303-307.
- McAtamney, L. & Nigel Corlett, E. (1993). "RULA: A Survey Method for The Investigation of Work-Related Upper Limb Disorders", *Applied Ergonomics*, 24 (2), 91- 99.
- Munavir, H., Wulansari, R. E., Setiawan, E. & Djunaidi, M. (2020). Analysis of Work Posture and Manual Material Handling in a Flour Production Process. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 8(7), 3720-3727.
- Neşeli C. (2016). Ergonomik Risk Analizi Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Kalıp İmalat Firmasında Uygulanması, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- Nurwahidah, M. A. & Satria, N. D. (2020). Ergonomic Risk Analysis of Lecture Chairs at The Engineering Faculty, Hasanuddin University. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 885(1), 012033.
- Okuyucu, K., Hignett, S., Gyi, D. & Doshani, A. (2021). Midwives' Thoughts About Musculoskeletal Disorders with An Evaluation of Working Tasks. *Applied Ergonomics*, 90, 103263.
- Peláez, S., Zea, C., Mondragón, I., García, R. & Hernández, G., (2021). Comparison of Muscular Activity Analysis for Electrical Technicians in High Voltage Lines Using Exoskeleton in The Colombian Industry, Enel-Codensa Study Case. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1253, 435-440.
- Polat, O., Özkaya, K. Ve Kalinkara, V. (2016). Physical Workload Assessment of Workers in Furniture Industry Using the OWAS Method, Second International Furniture Congress, Mugla, 13-15 Ekim, Turkey.
- Santos, J., Sarriegi, J.M., Serrano, N. & Torres, J.M (2007). Using Ergonomic Software in Non-Repetitive Manufacturing Processes: A Case Study", *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 37, 267-275.

Widodo, L., Adiantoa, Nasution, S.R. & Wijaya, P. (2020). Designing Press Tool for Carton Finishing Process to Improve Productivity and Efficiency. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 852(1), 012019.