

# NIOSH ve REBA yöntemleri kullanılarak ergonomik risk analizi vaka çalışması

Serhat AYDIN\*

Milli Savunma Üniversitesi Hava Harp Okulu, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yeşilyurt, İstanbul

Geliş Tarihi (Received Date): 15.06.2020

Kabul Tarihi (Accepted Date): 06.01.2021

## Öz

*Bu çalışmada perakende sektöründe et ve tavuk ürünleri satışı yapan bir firmada, çalışanların elle kaldırma işlemlerini gerçekleştirdiği sipariş hazırlama iş istasyonunda ve müşterilere hizmetin sunulduğu reyon iş istasyonundaki çalışma duruşları gözlenmiştir. Bu kapsamda, çalışanların elle kaldırma işlemi için NIOSH kaldırma denklemi modeli, reyon kısmındaki çalışma duruşları için ise REBA yöntemi kullanılmıştır. Her iki iş istasyonunda yapılan analiz sonucunda, bu bölgelerdeki çalışmaların risk seviyelerinin yüksek olduğu belirlenmiş ve iyileştirmeye ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır. Sipariş hazırlama alanında gerçekleştirilen analizde, kaldırmanın başladığı paletin yükseltilebilir bir transpalet ile değiştirilmesi gerektiği ancak bu işlemin tek başına yeterli olmayacağı, ayrıca taşınan kasaların ağırlıklarının 20 kg'dan 15 kg'a düşürülmesi gerektiği önerisi firmaya sunulmuştur. Reyon alanında gerçekleştirilen çalışma öncesinde REBA puanı ilk başta 9 olarak hesaplanmış, bu istasyonda gerçekleştirilen iyileştirmeler sonucunda ise REBA puanı 3'e düşürülmüştür. Nihai olarak çalışma ortamında kaldırma işlemi için işletmeye öneri getirilmiş, çalışma pozisyonu için ise çeşitli iyileştirmeler sağlanarak ergonomik riskler azaltılmıştır.*

**Anahtar kelimeler:** Ergonomi, ergonomik risk analizi, NIOSH, REBA.

## A case study of ergonomic risk analysis using NIOSH and REBA methods

### Abstract

*In this study, working positions are observed in a company that sells meat and chicken products in the retail sector, in the order preparation workstation where employees perform manual lifting operations and in the workstation where the customers are*

\* Serhat AYDIN, saydin3@hho.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-0861-8297>

*served. In this context, the NIOSH lifting equation model is used for manual lifting of employees, and the REBA method is used for working postures in the section. As a result of the analysis made at both workstations, it is determined that the risk levels of the studies in these regions are high and there is a need for improvement. In the analysis carried out in the order preparation area, the company is presented with the suggestion that the pallet truck that the lifting started should be replaced with an upgradable pallet truck, but this process alone will not be sufficient, and the weight of the transported crates should be reduced from 20 kg to 15 kg. The REBA score is initially calculated as 9 in the rayon section, and after the improvements made here, the REBA score was reduced to 3. Finally, a proposal is made to the enterprise for the lifting process in the working environment, and ergonomic risks are decreased by providing various improvements for the working position.*

**Keywords:** Ergonomics, ergonomic risk analysis, NIOSH, REBA.

## 1. Giriş

Ergonomi kelimesinin kökeni Yunanca “Ergon (iş)” ve “Nomos (Hukuk)” kelimelerinden meydana gelmektedir. Uluslararası Ergonomi Derneği tarafından ergonomi “Bir sisteme ait olan elemanların ve insanların arasındaki etkileşimin anlaşılması ve teori, prensipler, veriler ve yöntemleri tasarıma uygulayan meslek ile ilgili bilimsel disiplindir” [1] ifadesi ile tanımlanmıştır. Ergonominin diğer bir önemli tanımı ise; insanların anatomik özelliklerini ve fizyolojik olarak sergileyebilecekleri limitlerini göz önünde tutarak, iş ortamındaki çeşitli faktörlere bağlı oluşabilecek psikolojik stresler karşısında, sistem verimliliği ve insan-makine-çevre uyumunun temel kurallarını ortaya koyan, çok disiplinli bir araştırma alanıdır [2]. Ergonomi; teknik bilimler, sosyal bilimler, tıbbi bilimler, psikososyal bilimler gibi birçok disiplin ile paralel olarak çalışan uygulamaya dayalı bir bilim dalı olması çok disiplinli bir yapıya sahip olmasının sonucudur.

Çalışanlar işyeri ortamıyla etkileşim içerisinde. Endüstrinin ve teknolojinin çok hızlı bir şekilde gelişmesi, insan ve makine etkileşiminin her geçen gün arttığı günümüzde, birçok meslek hastalığı ve iş kazalarına karşı çalışanların korunması kavramı çok önemli bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışanların gün içerisinde oldukça fazla zaman harcadıkları iş yerlerindeki çalışma koşullarında sağlıklarına olumsuz etki yapan faktörlerin belirlenmesi ve bunlara yönelik önlem alınması hususu ergonomi kavramını ön plana çıkarmaktadır. Ayrıca iş performansı konusunda yapılan çalışmalara paralel olarak, çalışanların iş memnuniyetlerinin artması iş performansına olumlu yönde etki yapması, çalışma ortamlarının ergonomik faktörlere göre tasarlanması ve olumsuz faktörlerin bertaraf edilmesi ergonominin önemini ön plana çıkaran diğer bir unsurdur.

Ergonomi biliminin amaçlarından bir diğeri de çalışanın çalışma duruşunu incelemek, hatalı duruşları tespit edip gerekli düzenlemeleri ve gerekli iyileştirmeleri sağlayarak sistemin verimliliğini artırmaktır [3]. Çalışanların, çalışma ortamlarındaki kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının meydana gelmesine neden olan, çalışanın maruziyetini ve değişimini incelemek amacıyla literatürdeki yöntemler şu başlıklar altında toplanabilir; i) Kişisel Anket Yöntemleri, ii) Sistematik Gözleme Dayalı Yöntemler, iii) Direkt Ölçüm Yöntemleri [4]. Bu yöntemler değerlendirildiğinde Direkt Ölçüm Yöntemleri en güvenilir yöntem grubudur ancak maliyetlerinin çok yüksek olması bu yöntemlerin

uygulanabilirlik oranını azaltmaktadır. Kişisel Anket Yöntemlerinin uygulanması maliyet olarak avantaj sağlasa da anketlerdeki verilerin her zaman ankete katılanlar tarafından dikkatli şekilde doldurulmaması nedeniyle güvenilirliği düşük seviyededir. Sistemik Gözleme Dayalı Yöntemler, daha önce bahsedilen iki yöneme oranla daha dengeleyici bir yöntem olarak araştırmacılar tarafından tercih edilmektedir. Sistemik Gözleme Dayalı Yöntemler, Basit Gözleme Dayalı Yöntemler ve Gelişmiş Gözleme Dayalı Yöntemler olarak iki ayrı başlıkta toplanabilir. Gelişmiş Gözleme Dayalı Yöntemler video çekimine dayalı yöntemler olarak geliştirilmiş yöntemler olup özel yazılımlarla uygulamaları gerçekleştirilir. Basit Gözleme Dayalı Yöntemler şu şekildedir; El ile taşıma değerlendirme çizelgeleri-MAC [5], Anahtar Gösterge Yöntemi- KIM [6], Elleçleme ile İlgili Risk Faktörlerinin Tanım Kâğıdı- FIFARIM [7], Üst Ekstremitte Tekrarlı Görevleri İçin Değerlendirme Aracı -ART [8], Risk Filtresi ve Risk Değerlendirme Çalışma Sayfası [9], Ergonomik Tehlikelerin Tanımlanmasına Yönelik Kontrol Listesi- PLIBEL [10], Keyserling Kontrol Listesi [11], Amerika Ulusal İş Güvenliği ve Sağlık Enstitüsü Yük Kaldırma Endeksi- NIOSH [12], Psikofizik Tablolar [13], Zorlanma İndeksi- SI [14], Ovako Çalışma Duruşları Analiz Sistemi - OWAS [15], Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi -RULA [16], Mesleki Tekrarlamalı Hareketler İndeksi- OCRA [17], Mesleki Tekrarlamalı Hareketler Kontrol Listesi- OCRA Checklist [18], SOBANE Gözlem Rehberi [19], Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi- REBA [20], Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi -QEC [21], Üst Vücut Yüklenmesi Analizi- LUBA [22]. Bu çalışmada bahse konu yöntemlerden NIOSH ve REBA yöntemleri ele alınacaktır.

NIOSH, ABD Sağlık ve İnsan Hizmetleri Departmanı'ndaki Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezlerinin bir parçasıdır ve iş sağlığı ve güvenliği alanında yeni bilgiler geliştirmek ve bu bilgileri uygulamaya aktarmaktan sorumludur. NIOSH ilk olarak 1981 yılında "Lifting equation- (Kaldırma denklemi)" ismiyle yük kaldırma işi ile ilgili bir rehber yayınlamıştır. Daha sonra "Manuel kaldırma görevlerinin tasarımı ve değerlendirilmesi için yenilenmiş NIOSH denklemi" 1991 yılında Ann Arbor Michigan'da yapılan "İşle İlgili Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıklarının Önlenmesi için Ulusal Strateji Geliştirme" konferansında literatüre kazandırılmıştır.

NIOSH denklemi yönteminin amacı yükleri kaldırma ve taşıma esnasındaki çalışanların maruz kaldığı ergonomik riskleri tanımlamaktır. Bu yöntem, çalışma ortamında yüklerin kaldırılmasındaki kabul edilebilir sınırlamaların belirlenmesinde kullanılmaktadır. NIOSH yöntemi sadece kaldırma ile ilgili işleri ele alır çekme, itme ve taşıma işlerinde kullanılmaya uygun değildir. Yöntem sadece, iki elle gerçekleştirilen kaldırma işlerini değerlendirir. NIOSH yönteminin dezavantajı tek elle gerçekleştirilen yük kaldırma işlemlerinde, zeminin uygun olmadığı durumlarda, 8 saati geçen çalışma sürelerine, yükün ağırlık merkezinin sürekli değiştiği durumlara ve kaldırma hareketinin hızlı bir şekilde gerçekleştirildiği faaliyetlerde kullanılması durumunda güvenilir sonuç vermemesidir [23].

REBA yöntemi, değerlendirilen iş göreviyle ilişkili biyomekanik ve kas iskelet sistemi riskleri için kas-iskelet sisteminin hem üst hem de alt kısımlarını değerlendirmek için sistematik bir süreç olarak McAtamney ve Hignett [20] tarafından bir araç olarak önerilmiştir. Önerilen bu yöntemin geliştirilmesindeki temel hedefler şu şekildedir; farklı görevlerde kas-iskelet risklerine duyarlı basit bir postüral analiz sistemi sağlamak; duruşlara ve hareket düzlemlerine atıfta bulunarak bireysel olarak değerlendirmek için bedeni segmentlere ayırmak; statik, dinamik, hızlı değişen veya kararsız duruşların

neden olduğu kas aktivitesi için bir puanlama sistemi sağlamak; yüklerin taşınmasında kuplajı önemli bir değişken olarak değerlendirmek; acil durum göstergesi ile bir eylem seviyesi çıkışı vermek; minimum zaman, çaba ve ekipman gerektiren kullanıcı dostu bir değerlendirme aracı sağlamaktır. REBA yönteminin en büyük avantajı, yöntemin uygulanabilirliğinin oldukça kolay olmasıdır. Yöntemin dezavantajı ise, farklı işler için gerçekleştirilen çalışmalar için inceleme süresi ve inceleme aralıklarının belirsiz olmasıdır [24]. REBA yönteminde analiz edilmek istenen bir çalışma duruşu veya hareketin neden olduğu risk sayısal olarak ifade edilir. Gözlemci, çalışanın hareketlerini ve duruşlarını inceleyerek analiz etmek için hazırlanmalıdır. REBA yöntemi, vücudun sağ ve sol tarafı aynı anda değerlendirilir ve değerlendirme zamanı oldukça kısadır. REBA yöntemi değerlendirme yaptığı anda çalışanın gövdesinde, boynunda, bacaklarında, üst kollarında, alt kollarında ve bileklerinde ortaya çıkan esneme ve fleksiyon ile bu duruşlar esnasında çalışanın maruz kaldığı yüklere bağlı olarak 1 ile 15 arasında değişen bir puan belirlenmektedir [25].

Perakende sektörü Türkiye'nin hızlı değişime uğrayan ve hızlı büyüyen sektörlerinden biridir. KPMG Türkiye, "Sektörel Bakış 2020 – Perakende Raporu'na göre 2019'da sektör büyüklüğü 1,1 milyar TL olarak belirlenmiştir [26]. İş hacmindeki bu artış, bu alanda çalışanların maruz kaldığı ergonomik risklerinde çeşitli araştırmalarla detaylı olarak incelenmesine ihtiyaç doğurmaktadır. Perakende sektöründe çalışanların çalışma şartlarının iyileştirilmesi işletmelerin daha verimli hizmet üretmesine neden olmasından dolayı bu çalışmada, İstanbul Avrupa bölgesinde faaliyet gösteren et ve tavuk ürünleri satan Çakırlar Et ve Tavuk Pazarı işletmesinde çalışma ortamındaki ergonomik risk analizi konusunda çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında çalışanların elle kaldırma işleri NIOSH denklemine göre incelenmiş, reyon kısmındaki çalışanların duruş pozisyonları ise REBA yöntemi ile analiz edilmiştir. Gerçekleştirilen analiz sonucunda çalışma alanlarındaki çalışma risk seviyelerinin yüksek olduğu noktalar belirlenmiş, firmaya çeşitli öneriler sunulmuş ve ergonomik iyileştirmeler sağlanmıştır. Bu çalışma kapsamında önerilen iyileştirmeler, bu sektörde faaliyet gösteren benzer işletmelerin çalışanlarının karşılaştıkları problemlere alınacak önlemler için yardımcı bir yayın olacaktır.

Makalenin geri kalan bölümleri şu şekilde düzenlenmiştir. İkinci bölümde NIOSH ve REBA yöntemlerine ait literatür araştırmasına yer verilmiştir. Bölüm 3'te çalışmada kullanılan yöntemlere ait adımlar tanımlanmıştır. Bölüm 4'te gerçekleştirilen uygulama detaylı olarak anlatılmış olup, son bölümde sonuç ve tartışma kısmına yer verilmiştir.

## 2. Literatür araştırması

Çalışmanın bu kısmında, NIOSH ve REBA yöntemlerine ait gerçekleştirilmiş olan çalışmalara yer verilmiştir. Yöntemlerin farklı alanlarındaki uygulamaları dikkate alınarak gerekli inceleme gerçekleştirilmiştir. Ayrıca literatürde son dönemde gerçekleştirilen çalışmalar dikkate alınmıştır.

Sevene vd. [27] gerçekleştirdikleri çalışmalarında yaşlı erişkinlerde cinsiyete bağlı kavrama gücündeki farklılıkları NIOSH denklemini kullanarak araştırmışlardır. Meepradit vd. [28] NIOSH kaldırma denklemini değişkenlerini yatay konum, dikey konum, dikey hareket mesafesi, asimetrik, kaldırma sıklığı ve kuplaj sınıflandırmasını kullanarak kas-iskelet sistemi bozukluk risklerini azaltmaya yönelik çalışma

gerçekleştirmişlerdir. Ranavalo vd. [29] çalışma işlemleri esnasındaki mekanik kaldırma enerji tüketimini NIOSH kaldırma denklemini kullanarak incelemiştir. Duran ve Yeşilova [30] gerçekleştirdikleri çalışmalarında manuel yükleme istasyonunda ergonomik iyileştirme sağlamak amacıyla NIOSH kaldırma denkleminde faydalanarak melez bir model önermişlerdir. Coşkun vd. [31] bir kompresör işletmesinde yer alan iş istasyonlarında ergonomik risk analizlerinin değerlendirilmesi için NIOSH yönteminden yararlanmışlardır.

Mork ve Choi [25] bir kimya laboratuvarında gerçekleştirdikleri çalışmalarında numune hazırlama işi görevlerinin ergonomik risk değerlendirmelerinin gerçekleştirilmesinde REBA yönteminden faydalanmışlardır. Atıcı vd. [32] REBA metodunu kullanarak çalışanlarda gerginliğe neden olan duruşların ergonomik analizi çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Bartnicka [33] cerrahi koğuştta çalışma koşullarının bilgisine dayalı ergonomik değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalarında REBA yöntemini kullanmıştır. Son [34] gerçekleştirdiği çalışmasında, 119 Acil tıp teknisyenlerinin hasta kaldırma sırasındaki vücut pozisyonlarının değerlendirmesinde REBA yönteminin kullanıldığı melez bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Nagaraj vd. [35] gerçekleştirdikleri çalışmalarında ayakta dikiş makinası kullanan kişilerin ergonomik çalışma koşullarının incelenmesinde REBA yöntemini de içeren melez bir yaklaşım önermişlerdir. Kong vd. [36] çeşitli tarımsal görevler için geliştirilen ergonomik risk analizi değerlendirmelerinde REBA yöntemi kullanmış ve diğer yöntemlerle kıyaslamalarına yer verilmiştir. Kulkarni ve Devalkar [37] inşaat sektöründe çalışan kişilerin çalışma pozisyonlarındaki ergonomik risklerin incelenmesinde REBA yönteminden faydalanmışlardır. Cremasco vd. [38] ormancılıkta kas-iskelet sistemi hastalıkları için risk değerlendirmesi problemi REBA yöntemini de içeren bir model ile ele almışlardır.

Ayrıca, literatürde et ve tavuk ürünler perakende sektöründe faaliyet gösteren işletmeler üzerinde yapılmış çalışmalar incelenmiştir. Özay ve Doğanbatur [39] gerçekleştirdikleri çalışmada Türkiye’de süpermarketler zinciri bulunan bir firmanın şubelerinden birinin kasap, şarküteri, depo ve manav reyonlarında ve temizlik işlerinde çalışanların elle kaldırma işleri ve çalışma duruş pozisyonlarını REBA, NIOSH ve SNOOK tablolarını kullanarak incelemiştir. Deryaoğlu vd. [40] çalışmalarında perakende sektöründe faaliyet gösteren bir firmadaki et taşıma sürecinde karşılaştıkları kas iskelet sistemi rahatsızlıklarını incelemiştir. Bu çalışmada tüm vücut değerlendirme yöntemlerinden olan OWAS, QEC ve ManTRA yöntemleri kullanılmıştır. Ghasemi vd. [41] kasaplardaki Zorlanma indeksi- SI ve ACGIH-HAL yöntemlerini beraber kullanarak kasaplardaki çok yaygın olarak rastlanan karpal tünel sendromunu incelemişler ve çeşitli önerilerde bulunmuşlardır.

### 3. Yöntem

Bu çalışma kapsamında et ve tavuk ürünleri satışı yapan firmada et ve tavuk ürünlerinin kasalardan alınarak dağıtımı yapılacak olan ürün siparişlerinin hazırlandığı aşamadaki kaldırma işlemleri NIOSH kaldırma denklemi modeli ile, müşterilerden siparişin alındığı ve hazırlandığı reyon alanındaki çalışma pozisyonlarının incelenmesi için ise REBA yöntemi kullanılmıştır. Yöntemlerle ilgili detaylı açıklamalar aşağıda sunulmuştur.

### 3.1. NIOSH kaldırma denklemi yöntemi

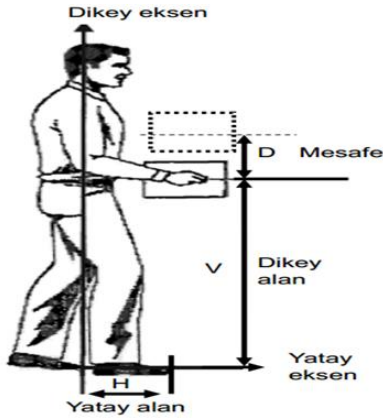
Bu metot AnnArborMichigan’da yapılan “İşle İlgili Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıklarının Önlenmesi için Ulusal Strateji Geliştirme” konferansında 1991 yılında literatüre kazandırılmıştır ve “Tavsiye Edilen Ağırlık Sınırı (RWL)” denklemini önermiştir. Bu eşitlik şu şekildedir;

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \quad (1)$$

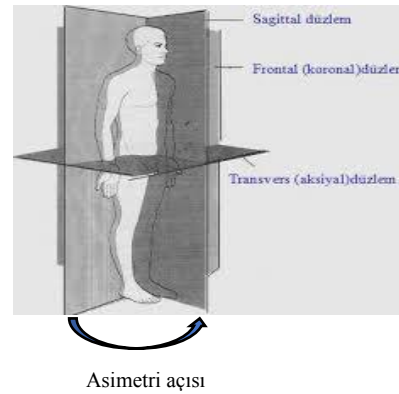
Bu eşitlikteki parametreler şu şekildedir; *LC*: Yük katsayısı, *HM*: Kaldırma sırasında vücut ve yük arasındaki yatay mesafe, *VM*: Kaldırma esnasında ellerin yerden yüksekliği, *DM*: Kaldırma başlangıcı ve bitişi arasında yükün kat ettiği dikey mesafe, *AM*: Ağırlık döndürme açısı, *FM*: Ağırlık kaldırma frekansı, *CM*: Ağırlık kavrama durumu. NIOSH kaldırma denklemi yöntemi çeşitli kısıtlar içermektedir. Bu kısıtlar şu şekildedir; sadece kaldırma işlemleri için kullanılır, en fazla 8 saatlik çalışma saati üzerinden hesap yapar, ağırlık merkezine sahip ekipmanlar gereklidir ve sadece iki elle kaldırma işlemleri üzerine uygulanabilir.

Burada *LC* (yük sabiti) değeri NIOSH kaldırma denklemi yöntemine göre 23 kg olarak alınacaktır.

*HM*, elin orta noktası ile omurga eksenindeki yatay mesafeye bağlıdır. *HM* değeri Tablo 1’e göre belirlenir ve tanımlanan *H* yüksekliğinin alınması gereken mesafe Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Alan gösterimi [42].



Şekil 2. Asimetri açısı gösterimi.

*VM*, yükü tutma noktasının tabana olan mesafesine bağlı faktördür. Şekil 1’de bu mesafenin gösterimi *V* olarak yapılmış ve hesaplama tablosu Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Yatay çarpan tablosu.

$H \leq 25 \text{ cm}$	$HM = 1$
$25 < H \leq 63 \text{ cm}$	$HM = 25/H$
$H > 63 \text{ cm}$	$HM = 0$

Tablo 2. Dikey çarpan tablosu.

$V \leq 175 \text{ cm}$	$VM = 1 - (0,003 \times  V - 75 )$
$V > 175 \text{ cm}$	$VM = 0$

*DM*, kaldırmanın başladığı ve bittiği nokta arasındaki yükseklik farkı *D*’ye bağlı faktördür ve Şekil 1’de gösterilmiştir. Yükseklik ne kadar fazla ise mesafe çarpanının

değeri o derecede küçük olacaktır. Bu faktör için kullanılacak olan değerler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Mesafe çarpanı tablosu.

$D \leq 25\text{cm}$	DM= 1
$25 < D \leq 175\text{ cm}$	DM= 0,82+ (4,5/D)
$D >175\text{ cm}$	DM= 0

Tablo 4. Asimetri çarpanı tablosu.

$A \leq 135\text{cm}$	AM= 1-(0,0032 x A)
$A >135\text{ cm}$	AM= 0

AM, kaldırma hareketinin başlangıcında veya bitiminde vücudun sagittal düzleme göre pozisyonunu belirten açıya asimetri açısı (A) denir. Şekil 2'de bu açı gösterilmiş olup, Tablo 4'te bu açıya göre asimetri çarpanının alacağı değer gösterilmiştir.

FM, dakikada kaç defa kaldırma işlemi yapıldığına ve kaldırma mesafesine bağlı faktördür. Tekrarlama çarpanı hesabı Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Tekrarlama sayısı çarpanı.

Dakikada kaldırma sayısı	Çalışma süresi					
	< 1 saat		1 saat <	< 2 saat	2 saat >	< 8 saat
	V<75	V>75	V<75	V>75	V<75	V>75
<0,2	1	1	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,94	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13

CM, taşınacak olan yükün ne kadar kolay ve iyi tutabildiğine bağlı bir faktördür ve Tablo 6'ya göre belirlenir.

Tablo 6. Tutma faktörü tablosu.

Tutma olanağı	V<75 cm	V>75 cm
İyi	1	1
Orta	0,95	1
Kötü	0,90	0,90

Tüm bu parametreler bağlı olarak gerçekleştirilen "Tavsiye Edilen Ağırlık Sınırı" hesabından sonra, kaldırma indeksi hesaplanır. Kaldırma indeksinin 1'den büyük olduğu durumlarda bel ağrılarının önemli derecede arttığı görülmektedir. Bu nedenle iş süreçlerinin kaldırma indeksinin 1'den daha az olacak şekilde planlaması gerekmektedir.  $1 < \text{Kaldırma indeksi} < 3$  olması durumunda işin tehlikeli ve ergonomik olarak iyileştirme yapılması gerektiği,  $\text{Kaldırma indeksi} > 3$  olduğu durumlarda ise işin çok tehlikeli olduğu ve acil olarak iyileştirmelerin gerçekleştirilmesi gerektiği önerilmektedir. Kaldırma indeksi eşitliği aşağıda gösterilmiştir.

Kaldırma indeksi=Kaldırılan ağırlık / Tavsiye edilen ağırlık (2)

### 3.2. REBA yöntemi

REBA (Rapid Entire Body Assessment- Hızlı Tüm Vücut Değerlendirme), McAtamney ve Hignett [20] tarafından tüm vücudun çalışma ortamı ile ilgili bozukluklarını ve buradaki riskleri öngörmek için geliştirilmiş bir yöntemdir. REBA yöntemi, tüm vücudun hem dinamik hem de statik duruşlarda analiz edilmesine olanak tanıyan pratik ve etkili bir yöntemdir. Bu yöntem, çalışma duruşu esnasında vücut pozisyonlarının risk analizini gerçekleştiren bir yöntemdir ve riski sayısal olarak ifade eder.

REBA ile bir çalışma duruşunda bacaklarda, gövdede, boyunda, alt-üst kollarda ve bileklerde meydana gelen bükülme/esneme ve bu duruşlar sırasında işçinin maruz kaldığı kuvvet/yüklere bağlı olarak 1-15 arasında değişen bir puan elde edilmektedir. Bu yöntemde A ve B olarak iki ayrı grup oluşturulur. A grubu bacak, boyun ve gövdeyi içerirken, B grubu gövde ve bacakların her birinin ayrı ayrı puanlarını içermektedir. A grubuna ait puanlama Ek-1'de gösterilmiştir. Grup A puanlaması bacak, gövde ve boynun duruş/hareketlerine göre hesaplanmaktadır.

Gövde puanı hesaplanırken gövdenin 20°'ye kadar, 20° ile 60° arasında ve 60°'den fazla fleksiyon durumları gözlenmektedir. Tabloya göre fleksiyon açısına bağlı olarak puan hesaplaması yapılmaktadır. Yatay düzlem ekseninde gövdede yanlara fleksiyon var ise 1 puan gövde puanına eklenmektedir. Boynun puanı hesabı; fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin 0°- 20° arasında olması durumunda 1 puan, 20°'den daha fazla olması durumunda 2 puan verilmektedir. Şayet yana doğru dönme veya eğilme hareketi oluşmuşsa 1 puan boyun puanına eklenerek puan hesabı yapılmaktadır. Bacak için puan hesaplamaları iki taraflı ve tek taraflı ağırlık taşımaya göre değişiklik göstermektedir. Dizlerde fleksiyon varsa puan değişimi sütunundan duruma göre 1 veya 2 puan bacak puanına eklenmektedir. Dizlerde 30° ve 60° arası fleksiyon oluşmuşsa 1 puan, 60°'den yüksek fleksiyon oluşmuşsa 2 puan ilave edilir. Elde edilen boyun, gövde ve bacak puanları Ek-3'te gösterilen A grubu puan tablosunda işaretlenerek nihai A grubu puanına ulaşılmaktadır. Hesaplanan bu puana Ek-3'te sunulan kuvvet/yük puanı eklenerek A puanı elde edilmektedir.

B grubuna ait puanlama Ek-2'de gösterilmiştir. Grup B puanlaması üst kol, alt kol ve bileklerden oluşmaktadır. Üst kol puanı hesaplanırken fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerine puanlama yapılır 0°- 20° arasında ise 1 puan, 20° ile 45° arasında fleksiyon varsa 2 puan verilmektedir. 45°- 90° arasında fleksiyonlar 3 puan, 90°'den daha büyük fleksiyonlar 4 puan almaktadır. Eğer kol dönmüş veya kolda abdüksiyon varsa ise 1 puan eklenir. Omuz yükseltilmiş durumdaysa ise 1 puan eklenir ve eğer hareket yerçekimi desteği ile yapılıyorsa 1 puan çıkarılır. Alt kollardaki fleksiyon hareketi 60°- 100° arası ve 60°'den küçük veya 100°'den daha büyük olmasına göre puanlanmaktadır. Bilek, 15°'den az ya da 15°'den daha fazla olan bükülmeler 1 ya da 2 puan olarak hesaplanmaktadır. Bilekte yatayda dönme olmuşsa 1 puan, puan değişimi sütunundan eklenmektedir. Üst kol, alt kol ve bileklerin puanları Ek-3'te gösterilen B grubu puanı tablosundan işaretlenerek B grubu puanı elde edilir. B grubu puanına Ek-3 de sunulan kavrama Puanı Tablosundan elde edilen kavrama puanı eklenerek nihai B puanına ulaşılmaktadır.

Elde edilen A ve B grubu puanları Ek-4'te sunulan C grubu puan tablosunda bileştirilir ve bu değere Ek-4'te sunulmuş olan aktivite puan tablosundaki değer eklenerek nihai REBA puanı hesaplanır. REBA yöntemiyle bulunan nihai risk puanı neticesinde risk



seviyesi belirlenir. Belirlenen seviyeye göre gerekli iyileştirmeler önerilir. Tablo 7’de risk seviyeleri tablosu gösterilmiştir.

Tablo 7. Risk seviyeleri tablosu.

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

#### 4. Uygulama

Çalışmanın bu bölümünde, İstanbul Avrupa yakasında bulunan 2 kat olarak 150 m<sup>2</sup> bir alanda et ve tavuk ürünlerinin hem soğuk hava depolarında depolanması hem de satış faaliyeti gerçekleştiren Çakırlar Et ve Tavuk Pazarı işletmesinde incelemelerde bulunulmuştur. Firmanın çalışma saatleri 08.00-21.00 olmak üzere çalışanları iki vardiya olacak şekilde çalışma faaliyeti sürdürmektedirler. Firma İstanbul Avrupa bölgesinde toplamda 45 lokantaya et dağıtımını gerçekleştirmektedir. Ayrıca gün içerisinde 250-300 arasında firmaya gelen müşterisi bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında iki farklı alan incelenmiştir. İlk alan et ve tavuk ürünlerinin hem lokantalara dağıtımına hazırlandığı hem de reyon kısmında satışa sunulmak üzere hazırlandığı depolama alanı, ikinci alan ise müşterilere direkt satışa sunulduğu reyon kısmıdır. Bu alanlar incelenerek firmaya gerekli iyileştirme önerileri sunulmuştur.

##### 4.1. Depolama alanı

Bu çalışma alanında sabah saatlerinde işletme lokantalara dağıtılacak olan ve reyona çıkarılacak olan etlerin hazırlığı yapılır. Soğuk hava depolarında bekletilen ürünler depolama alanında kesme doğrama tahtasına çıkarılarak bu alanda siparişlere göre ayrıştırma gerçekleştirilir. Günlük ortalama 45 kasa et ve tavuk ürünü çıkartılmakta ve bu kasaların ağırlıkları ortalama 20 kg’dır. Bu alanda gerçekleştirilen işlem Şekil 3’te gösterilmiştir. Bu işlem her sabah saatinde 2 saat, öğleden sonra ise 1 saat olacak günde toplamda 3 saat olarak gerçekleşmektedir.



Şekil 3. Soğuk hava deposundan alınan ürünler.

Çalışma alanında siparişleri hazırlayacak olan çalışanın, çalışma alanının yan tarafında paletlerden tezgâha taşınacak malzemeler bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında

malzemelerin soğuk hava deposundan paletlere yüklenmesi ile ilgili çalışma alanı dikkate alınmamıştır, çünkü soğuk hava deposundaki malzemeler paletlere direk olarak transpalet vasıtası ile alınmakta herhangi bir kaldırma veya indirme işlemi fiziksel olarak gerçekleştirilmemektedir. Bu nedenle çalışmada sadece, paletlerden alınan ürünlerin tezgâha kaldırılması işlemi için çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmadaki ele alınan metrik ölçüler şu şekildedir; paletin yerden yüksekliği 15 cm'dir. Yükün taşındığı tezgâh 95 cm yüksekliğinde olup, çalışanın yükü kaldırmak için 45°lik asimetrik açısı işlemi gerçekleştirilmektedir. Yükün yatay mesafesi 20 cm'dir. Çalışan 3 saatlik çalışma süresi içerisinde 45 kasa yükü kaldırması nedeniyle tekrar sayısı dakika 0,25'tir. Bu veriler ışığında gerçekleştirilen çalışma kapsamında NIOSH parametreleri Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8. Sipariş ve reyon sunumu hazırlanma için kaldırma indeksi hesabı.

Parametre		Öneri öncesi hesaplama	Öneri sonrası hesaplama
Yük sabiti	LC	23	23
Yatay çarpan	HM	1	1
Dikey çarpan	VM	0,82	0,94
Mesafe çarpanı	DM	0,87	1
Asimetri çarpanı	AM	0,85	0,85
Tekrarlama faktörü	FM	0,81	0,81
Tutma faktörü	CM	1	1
Tavsiye edilen ağırlık sınırı	RWL	11,29	16,63
Kaldırma indeksi	Kİ	1,77	0,90

Öneri öncesi hesaplanan kaldırma indeksinin 1,77 çıkması nedeniyle işin tehlikeli ve ergonomik olarak iyileştirme yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, işletmeye basit bir öneri getirilmiş ve ürünlerin paletlerden kaldırılma işlemlerinin gerçekleştirildiği alana yüksekliği ayarlanabilir bir transpalet tedarik edilmesi ve paletlerin üzerindeki ürünleri kaldırmak yerine, yüksekliği ayarlanabilir bir transpalet ile ürünlerin tezgâh seviyesine getirilmesi önerilmiştir. Bu durumda ürünler ile tezgâh yüksekliği aynı seviye getirilebileceği için mesafe (*D*) sıfır değerine düşürülecek ve *DM* değeri 1 olarak hesaplanacaktır. Transpalet üzerindeki her bir kasa (ürün), tezgâha sadece asimetrik çarpan etkisi (*AM*) ile yerleştirilebilecektir. Kasalar transpalet üzerinde üst üste 4'er adet olacak şekilde durabilmektedir. Örnek olarak en üstteki kasa öncelikle tezgâh ile aynı seviyeye getirilecek ve tezgâha taşınacaktır. Bir sonraki kaldırılacak olan kasa tezgâh seviyesinden 15 cm aşağı pozisyonda bulunacaktır, yine transpaletin yükseltilmesi özelliğinden faydalanarak bu kasa tezgâh ile aynı seviyeye getirilebilecektir. Bu nedenle öncelikle transpalet yüksekliği ayarlanabilir bir modelle ile (Şekil 4) değiştirilmesi gerekmektedir. Ancak, bu durum yeterli olmayacaktır. Çünkü transpaletin yüksekliği *VM* değeri ile alakalıdır ve bu nedenle bu değeri en iyileyecek olan *V* değeri 75 olarak belirlense bile hesaplamalar sonucunda kaldırma indeksi 1 değerinden büyük hesaplanacaktır. Çalışanın asimetrik çarpanı işletmenin mimari tasarımı nedeniyle değiştirilememektedir, değiştirilse bile ciddi bir maliyet oluşturacaktır. Bu durumda çalışanın kaldırdığı yükün azaltılması kaçınılmaz olacaktır. Yükün azaltılması tekrarlamaya faktörüne etki edeceği unutulmamalıdır ki, günlük olarak 20 kg'lık 45 adet kasa kaldırılmaktadır yani 900 kg et ve tavuk ürünü kaldırılmaktadır. Taşınan kasalar Balıkesir'deki üretim çiftliğinden İstanbul'a nakliye firması ile taşınmakta ve burada soğuk hava deposunda depolanmaktadır. İşletmenin kaldırma

alanında ergonomik iyileştirme yapmak amacıyla, üretim çiftliği ile gerekli koordinenin sağlanıp taşınacak yükün 15 kg'lık yükler halinde sevk edilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu durumda yükün (kasaların) kaldırma tekrarlanma sayısı 45'ten 60'a çıkacaktır ancak bu işlem *FM* değerinde herhangi bir artışa neden olmayacaktır. Bu alandaki çalışma süresi 3 saati geçmemesi nedeniyle fizyolojik yorulmaya çok büyük bir etkisi olmayacaktır. Çünkü bu alandaki fizyolojik yorgunluk değerindeki ölçüt, kaldırma tekrarı ile alakalıdır. Tablo 5 incelendiğinde tekrar sayısı 60'a çıkarsa bile *FM* değerinin 0,81 ile sınırlı kaldığı açıkça görülmektedir, ayrıca hesaplamalar yapılırken dakikada kaldırma değeri 0,5 üst limit alınarak hesaplama yapılmıştır ki bu değer gerçekte  $60/180=0,33$ 'tür. Tablo 5'teki dakikada kaldırma sayısı değerlerinde 0,33 olmaması nedeniyle bu değer 0,5 alınarak üst limitten hesaplama yapılmıştır. Yapılan bu hesaplamalar ile nihai olarak kaldırma indeksinin 0,90 değerine düşeceği, bu durumun çalışanın sağlığı için gerekli olduğu işletmeye öneri sonuç raporu olarak sunulmuştur.



Şekil 4. Yüksekliği ayarlanabilir transpalet örneği.

#### 4.2. Reyon alanı

Bu çalışma alanında ürünlerin sergilendiği ve müşterilerin işletmeye gelerek verdikleri siparişlerin reyondan alınarak hazırlanması süresindeki duruş pozisyonu incelenmiştir. Çalışma alanındaki reyonun boyutları şu şekildedir; 500 cm\*90 cm\*20 cm. Çalışanlar reyondan gün içerisinde ortalama 250 kişiye ortalama 300 farklı ürün için reyondan ürün olarak siparişi hazırlamaktadır. Ürünlerin reyondan alınması esnasında çalışma pozisyonu Şekil 5'te gösterilmiştir. Çalışmanın bu kısmında, işletme çalışanın çalışma duruşu REBA yöntemine göre gözlenmiştir. Gözlem sonucuna göre oluşturulan REBA puanı Tablo 9'da gösterilmiştir.



Şekil 5. Ürünlerin reyondan alınması esnasında çalışma pozisyonu.

Tablo 9. REBA analiz tablosu.

	Reyon kısmı	
	İyileştirme öncesi	İyileştirme sonrası
Gövde	5	2
Boyun	3	2
Bacaklar	2	1
Tablo A	8	3
Yük/kuvvet puanı	0	0
<b>A Puanı</b>	<b>8</b>	<b>3</b>
Üst kol	4	2
Alt kol	2	1
Bilek	2	2
Tablo B	5	2
Kavrama puanı	0	0
<b>B Puanı</b>	<b>5</b>	<b>2</b>
<b>C Puanı</b>	<b>8</b>	<b>2</b>
Aktivite puanı	1	1
REBA puanı	<b>9</b>	3

İyileştirme öncesi elde edilen REBA puanı 9 olması nedeniyle risk seviyesinin yüksek olduğu ve yakın zamanda önlem alınması gerekliliği tespit edilmiştir. Bu kapsamda işletmeye gerekli iyileştirme önerileri sağlanmıştır. Bu kapsamda, firmada çalışan iki reyon görevlisinin boyları reyona kıyasla yeterli yükseklikte olmaması nedeniyle zemine 10 cm yüksekliğinde ahşap palet yerleştirilmiştir. Yapılan ikinci bir iyileştirme önerisi de mevcut tezgâhın derinliği 90 cm'den kesilerek 80 cm 'e düşürülmüştür (Şekil 6). Bu şekilde çalışanın reyona ulaşımı kolaylaştırılmıştır. Ancak yapılan bu iyileştirme ile mevcut risk tamamıyla ortadan kaldırılamamıştır. Tezgâhın mevcut derinliği, çalışanın en öndeki ürünlere ulaşması için engel oluşturmaya devam etmektedir. Bu nedenle, gerçekleştirilen iyileştirme işlemine ek olarak ilave iyileştirmeler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, firma çalışanlarına ilk giren son çıkar prensibi anlatılmış, reyonun en önündeki ürünlerin en az kullanılan ürünlerden oluşması gerektiği ayrıca bu alana koyulan ürünlerin firmaya en son gelen ürünlerden oluşması gerekliliği aktarılmıştır. Böylece bu alandaki ürünlerin kullanım sıklığı azaltılmış, sadece sabah reyona ürünler dizilmiş ve akşam reyondan kaldırılmak için toplama işlemi gerçekleştirilmiştir ve çalışanın bu alandaki hareket sıklığı azaltılmıştır. Ayrıca ilave bir iyileştirme olarak, uzunluğu fazla olan etlerin reyona dikine yerleştirilmesi gerekliliği işletme ile paylaşılmıştır (Şekil 7). Önerilen bu iyileştirme ile uzunluğu fazla olan etlerin reyon başındaki ucundan ulaşılacak şekilde reyona yerleştirilmesi çalışanın eğilme açısını azaltmıştır. Son bir iyileştirme olarak reyonun en alt (en uzak) alanındaki ulaşımı zor olan etlerin yüksekliğinin artırılması amacıyla, etlerin altına kıyma sarma aparatları yerleştirilmiş ve çalışan bu bölgeye uzandığında etlerin daha yüksekte durması nedeniyle ulaşımı kolaylaştırılmıştır ve çalışanın eğilme açısı azaltılmıştır (Şekil 8). Önerilen bu iyileştirmeler sayesinde reyonunun en uzak noktasından alınan ürünler için gün içerisinde gerçekleştirilen işlemin sıklığı 2'ye düşürülmüştür. Ürünlere daha kolay ulaşım sağlamak için reyonda görevli personelin yerden yüksekliği artırılmış ve önündeki tezgâhın derinliği azaltılarak reyona ulaşım kolaylaştırılmıştır. Ayrıca çalışanın reyonun en uzak noktasındaki ürünlere ulaşımında kolaylık sağlanması için bu alandaki ürünlerin yüksekliği 7 cm artırılmıştır.

Gerçekleştirilen bu iyileştirmeler sonucunda çalışanın REBA puanı 3 hesaplanarak risk seviyesi “düşük” önem seviyesine düşürülmüştür.



Şekil 5. Ahşap palet zemin.



Şekil 6. Kesilen tezgâh.



Şekil 7. Ürünlerin dikine yerleştirilmesi.



Şekil 8. Ürünlerin yüksekliğinin artırılması.

## 5. Sonuç

Ergonomi biliminin temel prensiplerinden bir tanesi makro bakış açısı ile mikro analizle yaparak, yine mikro iyileştirmeler ile makro faydalar elde etmektir. Bu çalışma kapsamında et ve tavuk ürünleri perakende sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede çalışma ortamı öncelikle geniş bir bakış açısıyla incelenmiş ve mikro seviyede iyileştirmeler ve öneriler ile makro fayda sağlayacak alanlar tespit edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen analiz sonucunda ürünlerin kasalardan alınarak iş istasyonundaki çalışanların NIOSH kaldırma denklemi yöntemine göre kaldırma işlemleri değerlendirilmiş ve kaldırma indeksinin 1,77 çıkması sonucunda işin tehlikeli ve ergonomik olarak iyileştirme yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle hem ürünlerin kaldırıldığı alanda hem de kaldırma ağırlığında iyileştirme önerilerek, bu iyileştirmelerin uygulanması sonucunda kaldırma indeksinin 0,90 değerine düşerek işin güvenli olarak tanımlanabileceği sonucuna ulaşılmıştır. İşletmeye gerekli sonuç önerisi rapor olarak sunulmuştur.

İkinci bir analiz ise çalışanların reyon kısmındaki çalışma duruşu ile ilgili gerçekleştirilmiştir. Reyon kısmında çalışanların siparişi reyondan alırken ki duruşları

REBA yöntemine göre incelenmiş ve REBA puanı 9 olarak bulunmuştur. Bu kapsamda, işletmeye gerekli iyileştirmeler önerilmiş ve işletme tarafından bu iyileştirmeler uygulanmıştır. Bu kapsamda, zemin yüksekliği 10 cm daha artırılmış ve reyon tezgahının derinliği 10 cm kısaltılmıştır. Ayrıca reyonun en alt kısmında soğuk hava deposuna en önce gelen etler, yani satışı en son yapılacak ürünlerin yerleştirilmesi sağlanmıştır. Ayrıca uzunlamasına olan ürünlerin reyona dikine yerleştirilmesi gerektiği belirtilmiş, en öndeki ürünlere ulaşma zorunluluğu olması durumu da göz önüne alınarak bu bölgedeki ürünlerin yüksekliği artırılması amacıyla, ürünlerin altına kıyma sarma paketi koyularak erişim kolaylığı sağlanmıştır. Gerçekleştirilen bu iyileştirme sonucunda REBA risk puanı 3 olarak hesaplanmış ve işin risk seviyesi “düşük” olarak belirlenmiştir.

Türkiye’de perakende sektöründe faaliyet gösteren birçok işletme bulunmaktadır. İleriki dönemde bu sektörde faaliyet gösteren işletmelerde gerçekleştirilecek çalışmalarda bu makalede kullanılan yöntemler ve analizlerden faydalanabileceği değerlendirilmektedir.

## Kaynaklar

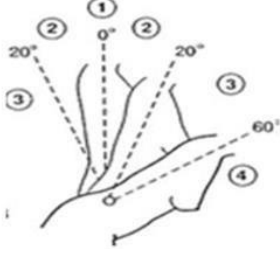
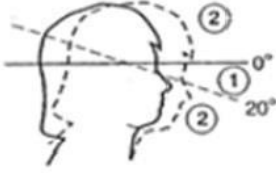
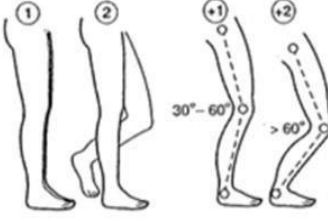
- [1] <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>, (20.03.2020).
- [2] Erkan, N., Ergonomi, **Milli Produktivite Merkezi Yayınları**, Ankara, (2003).
- [3] Akay, D., Dağdeviren M. ve Kurt, M., Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi, **Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 18, 3, 73-84, (2003).
- [4] Atasoy Mert, E., Ergonomik risk değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması ve bir çanta imalat atölyesinde uygulanması, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, T.C. ÇALIŞMA ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, (2014)
- [5] Monnington S., Quarrie C., Pinder A., ve Morris L., **Development of Manual Handling Assessment Charts (MAC) for health and safety inspectors**. In: McCabe T, ed. Contemporary Ergonomics, Taylor and Francis, 3–8, London, (2003).
- [6] Klussmann A., Steinberg U., Liebers F., Gebhardt H., Rieger MA., The key indicator method for manual handling operations (KIM-MHO) - evaluation of a new method for the assessment of working conditions within a cross-sectional study, **BMC Musculoskeletal Disord**, 25,11, 272, (2010).
- [7] [https://emploi.belgique.be/sites/de\\_fault/files/content/publications](https://emploi.belgique.be/sites/de_fault/files/content/publications), (20.03.2020).
- [8] Ferreira, J., M. Gray, L. Hunter, M. Birtles and D. Riley, **Development of an assessment tool for repetitive tasks of the upper limbs (ART)**, HSE Research Report RR707, Sudbury: HSE Books (2009).
- [9] Graves, R.J., Way, K., Riley,D., Lawton, C.,ve Morris,L., Development of risk filter and risk assessment worksheets for HSE guidance-Upper Limb Disorders in the Workplace 2002, **Applied Ergonomics**, 35, 5, 475-484, (2004).
- [10] Kemmlert, K., A method assigned for the identification of ergonomics hazards: PLIBEL’, **Applied Ergonomics**, 26, 3, 199-211, (1995).
- [11] Keyserling, W. M., Stetson, D. S., Silverstein, B. A. ve Brouwer, M. L., A checklist for evaluating ergonomic risk factors associated with upper extremity cumulative trauma disorders, **Ergonomics**, 36, 807-831, (1993).

- [12] Waters, T. R., Putz-Anderson, V., Garg, A. ve Fine, L. J., Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks, **Ergonomics**, 36, 3, 749-776, (1993).
- [13] Snook, S. H. ve Ciriello, V. M., The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces, **Ergonomics**, 34, 9, 1197-1213, (1991).
- [14] Moore J. S ve Garg, A., The strain index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders, **American Industrial Hygiene Association Journal**, 56, 5, 443-458, (1995).
- [15] Louhevaara V. ve Suurnäkki, T., **OWAS: A method for the evaluation of postural load during work**, Institute of Occupational Health. Centre for Occupational Safety, Helsinki, (1992).
- [16] McAtamney L. ve Corlett, E. N., RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, **Applied Ergonomics**, 24, 2, 91-99, (1993).
- [17] Colombini, D. ve Grieco, A., An observational method for classifying exposure to repetitive movements of the upper limbs, **Ergonomics**, 41, 9, 1261-1289, (1998).
- [18] Occhipinti, E. ve Colombini, D., **The occupational repetitive action (OCRA) methods: OCRA index and OCRA checklist**, in N. Stanton, A. Hedge, K. Brookhuis, E. Salas and H. Hendrick (eds.) *Handbook of human factors and ergonomics methods*, CRC Press, 15:1-14, Boca Raton, (2005).
- [19] <https://emploi.belgique.be/fr/publications/troubles-musculosquelettiques-serie-strategie-sobane>, (20.03.2020)
- [20] McAtamney, L. ve Hignett, S., REBA: A rapid entire body assessment method for investigating work related musculoskeletal disorders, **Proceedings, Ergonomics Society of Australia, Adelaide Conference**, 45-51, Glenelg, (1995).
- [21] Li G. ve Buckle P., Current techniques for assessing physical exposure to work-related musculoskeletal risks with emphasis on posture-based methods, **Ergonomics**, 42, 5, 674-695, (1999).
- [22] Kee, D. ve Karwowski, W., LUBA: an assessment technique for postural loading on the upper body based on joint motion discomfort and maximum holding time, **Applied Ergonomics**, 32, 357-366, (2001).
- [23] Yavuzkan, G., Kaya, K., Yağız, M., Erdem, M., ve Acar, I., Ergonomi risk analizleri yazılımlaştırılması ergonomi-iş sağlığı güvenliği risk haritalandırılması, **Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi**, 3(3), 603-614, (2015).
- [24] Okan, S. Ü. ve Kaya, A., Orman fidanlıklarında fidan replikaj işlerinde çalışma duruşlarının REBA yöntemi ile analizi, **Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi**, 3, 157-163, (2015).
- [25] Mork, M. A. ve Choi, S. D., An ergonomic assessment of sample preparation job tasks in a chemical laboratory, **Journal of Chemical Health and Safety**, 22, 4, 23-32, (2015).
- [26] <https://home.kpmg/tr/tr/home/gorusler/2020/01/sektorel-bakis-2020-perakende.html>, (18.12.2020)
- [27] Sevene, T.G., Harris, J.B.C., Climstein, M., Adams, K.J., ve DeBeliso, M., Hand grip strength and gender: allometric normalization in older adults and implications for the NIOSH lifting equation, **Journal of Lifestyle Medicine**, 7, 2, 63-68, (2017)
- [28] Meepradit, P., Sunee, N. ve Chantrasa, R., The application of NIOSH lifting equation to prevent musculoskeletal disorder risks, **Journal of Biosciences and Medicines**, 3, 39-44, (2015).

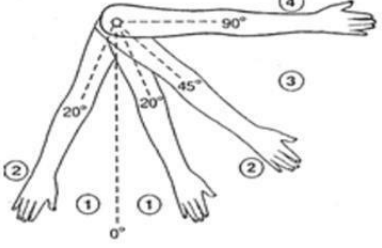
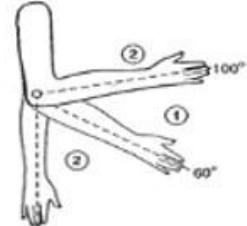
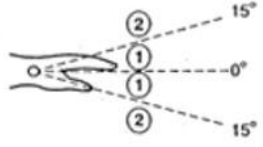
- [29] Ranavolo, A., Varrecchia, T., Rinaldi, M., Silvetti, A., Serrao, M., Conforto, S. ve Draicchio, F., Mechanical lifting energy consumption in work activities designed by means of the revised NIOSH lifting equation, **Industrial Health**, 55, 5, 444-454, (2017).
- [30] Duran F.M. ve Yeşilova T., An ergonomic improvement at a manually loading station, **Journal of Engineering Sciences and Design**, 3, 3, 507-510, (2015).
- [31] Coşkun M., Sağıroğlu H. ve Erginel N., İş istasyonlarının ergonomik riskinin NIOSH yöntem ile belirlenmesi, **Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi**, 3, 3, 365-370, (2015).
- [32] Atıcı H., Gönen D. ve Oral A., Ergonomic analysis of postures causing strain on employees with REBA method, **Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi** 3, 3, 239-244, (2015).
- [33] Bartnicka, J., Knowledge-based ergonomic assessment of working conditions in surgical ward - A case study, **Safety Science**, 71, 178-188, (2015).
- [34] Son, J.W., Evaluation of 119 emergency medical technicians' work related musculoskeletal disorders risk with regard to patient lifting procedures, **The Korean Journal of Emergency Medical Services**, 23, 1, 101-112, (2019).
- [35] Sakthi Nagaraj, T., Jeyapaul, R., Mathiyazhagan, K., Evaluation of ergonomic working conditions among standing sewing machine operators in Sri Lanka, **International Journal of Industrial Ergonomics**, 70, 70-83, (2019).
- [36] Kong, Y.-K., Lee, S.Y., Lee, K.S. ve Kim, D.M., Comparisons of ergonomic evaluation tools (ALLA, RULA, REBA and OWAS) for farm work, **International Journal Occupational Safety Ergonomics**, 24, 2, 218-223, (2017).
- [37] Kulkarni, V. ve Devalkar, R., Postural analysis of building construction workers using ergonomics, **International Journal of Construction Management**, 19, 6, 1-8, (2018).
- [38] Cremasco, M.M., Giustetto, A., Caffaro, F., Colantino, A., Cavallo, E. ve Grigolato, S., Risk assessment for musculoskeletal disorders in forestry: a comparison between RULA and REBA in the manual feeding of a Wood-chipper, **International Journal Environment and Public Health**, 16, 793-809, (2019).
- [39] Ensari Özay, M. ve Doğanbatır, Ç. Ş. Perakende Sektöründe bir Süpermarkette REBA, NIOSH ve Snook Tabloları Yöntemlerini Kullanarak Ergonomik Risk Analizi Vaka Çalışması, **Journal of Engineering Sciences and Design**, 6, 3, 448-459, (2018).
- [40] Deryaoğlu, P., Atıcı Ulusu, H., ve Gündüz, T. Et taşıma sürecinde karşılaşılan kas iskelet sistemi rahatsızlığı risklerinin incelenmesi, **Pamukkale University Journal of Engineering Sciences**, 25, 4, (2019).
- [41] Ghasemi, F., Gholamizadeh, K., Doosti-Irani, A., & Ramin, R. Comparison of Strain Index (SI) and ACGIH-HAL in Assessing the Risk of Upper Extremities Disorders and Prediction of Carpal Tunnel Syndrome in Butchers, **Iranian Journal of Ergonomics**, 6, 4, 1-8, (2019).
- [42] Sağıroğlu, H., Coşkun, M.B., Erginel, N., İş istasyonlarının ergonomik riskinin NIOSH yöntemi ile belirlenmesi, **Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi**, 3, 3, 365-370, (2015)
- [43] Hignett, S., McAtamney, L., Rapid Entire Body Assessment (REBA), **Applied Ergonomics**, 31, 201-205, (2000).



A grubuna ait puanlama [43].

Gövde				
	Hareket	Puan	Puan değişimi	
	Dik Duruş	1		Eğer bükme ya da yana doğru dönme hareketi de varsa puana +1 ekle
	0°-20° fleksiyon 0°-20° ekstansiyon	2		
	20°-60° fleksiyon >20° ekstansiyon	3		
	>60° fleksiyon	4		
Boyun				
	0°-20° fleksiyon	1	Eğer bükme ya da yana doğru dönme hareketi de varsa puana +1 ekle	
	>20° fleksiyon veya ekstansiyon	2		
Bacak				
	Ağırlık iki bacak üstünde, yürüme ya da oturma durumunda	1	Eğer dizlerde 30°-60° arası fleksiyon varsa puana +1.  Eğer >60° fleksiyon varsa puana +2 ekle ( ayakta durma durumunda)	
	Ağırlık tek bacak üstünde, dengesiz durumda	2		

B grubuna ait puanlama [43].

Üst kollar			
Hareket	Puan	Puan değişimi	
	0°-20° fleksiyon 0°-20° ekstansiyon	1	Eğer kol dönmüş veya dışarı çekilmişse +1
	>20° ekstansiyon 20°-45° fleksiyon	2	
	45°-90° fleksiyon	3	Omuz yükseltilmiş durumunda ise +1  Eğer hareket yer çekimi desteği ile yapılıyorsa -1
Alt kollar			
	60°-100° fleksiyon	1	İlave yok
	<60° fleksiyon >100° fleksiyon	2	
Bilekler			
	0°-15° fleksiyon 0°-15° ekstansiyon	1	Bilek dönmüş durumda +1
	>15° fleksiyon veya ekstansiyon	2	

A grubu puan tablosu [43].

		Boyun											
		1				2				3			
		Bacaklar				Bacaklar				Bacaklar			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Gövde	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Kuvvet/ yük puan tablosu [43]

Yük/Kuvvet	Puan	Puan değişimi
< 5 kg.	0	Ani veya hızlı kuvvet artışı +1
5-10 kg.	1	
< 10 kg.	2	

B grubu puan tablosu [43]

		Alt kol					
		1			2		
		Bilekler			Bilekler		
		1	2	3	1	2	3
Üst Kol	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	6
	4	4	5	5	4	5	5
	5	6	7	8	7	8	8
	6	6	7	8	8	9	9

Kavrama puanı tablosu [43].

Derece	Açıklama	Puan
İyi	İyi bir tutma kolu ve orta şiddette kavrama gücü	0
Uygun	El tutuşu uygun fakat ideal değil veya vücudun başka bir bölgesi ile kavrama uygun	1
Kötü	El tutuşu uygun olmamasına rağmen mümkün	2
Uygun Değil	Zor ve güvenli olmayan tutuş, tutma kolu yok. Vücudun başka bir bölgesi kullanılarak kavrama mümkün değil	3

C grubu puan tablosu [43].

		A Puanı											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
B Puanı	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Aktivite puan tablosu [43].

Aktivite	Puan
Bir veya daha fazla vücut bölgesi sabit (örn: 1 dk'dan uzun süre tutma)	+1
Kısa aralıklarla tekrar eden işler (örn: 1 dk'da 4'ten fazla tekrar eden iş, yürüme hariç) Yapılan iş duruşta hızlı ve büyük değişikliğe neden oluyorsa veya sabit olmayan zeminde çalışıyorsa	