

ERGONOMİ ERGONOMICS

e-ISSN 2651-4877 Yıl / Year: 2024 Cilt / Volume: 7 Sayı / Number: 3



ERGONOMİ

e-ISSN: 2651 - 4877

ERGONOMİ

ERGONOMICS

YIL/YEAR : 2024

CİLT/VOLUME : 7

SAYI/NO : 3

BAŞ EDİTÖR / EDITOR IN CHIEF

Prof. Dr. Serpil AYTAÇ
Fenerbahçe Üniversitesi İ.İ.S.B.F. Psikoloji Bölümü
serpil.aytac@fbu.edu.tr

EDİTÖR / EDITOR

Doç. Dr. Özlem KAYA
Uşak Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi
ozlem.kaya@usak.edu.tr

YABANCI DİL EDİTÖRÜ / FOREIGN LANGUAGE EDITOR

Doç. Dr. Özlem KAYA
Uşak Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi
ozlem.kaya@usak.edu.tr / dr.ozlemky@gmail.com

ALAN EDİTÖRLERİ / AREA EDITORS

Prof. Dr. Serpil AYTAÇ	Fenerbahçe Üniversitesi İ.İ.S.B.F. Psikoloji Bölümü-İSTANBUL	serpil.aytac@fbu.edu.tr
Prof. Dr. Emin KAHYA	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü-ESKİŞEHİR	ekahya@ogu.edu.tr
Prof. Dr. Velittin KALINKARA	Pamukkale Üniversitesi Denizli Meslek Yüksekokulu-DENİZLİ	vkalinkara@pau.edu.tr
Doç. Dr. Burcu ÖNGEN BİLİR	Bursa Teknik Üniversitesi İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, İşletme Bölümü (İstatistik) - BURSA	burcu.bilir@btu.edu.tr
Doç. Dr. Özlem KAYA	Uşak Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi - UŞAK	ozlem.kaya@usak.edu.tr
Dr. Öğr. Üyesi M. Osman ENGÜR	İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü - İSTANBUL	engur@istanbul.edu.tr

YAYIN KURULU / EDITORIAL BOARD

Prof. Dr. A. Fahri ÖZOK	Türk Ergonomi Derneği Başkanı Okan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü-İSTANBUL	fahri.ozok@okan.edu.tr
Prof. Dr. Serpil AYTAÇ	Fenerbahçe Üniversitesi İ.İ.S.B.F. Psikoloji Bölümü-İSTANBUL	serpil.aytac@fbu.edu.tr

Prof. Dr. Velittin KALINKARA	Pamukkale Üniversitesi Denizli Meslek Yüksekokulu-DENİZLİ	vkalinkara@pau.edu.tr
Izr. Prof. Nataša VUJICA HERZOG	Fakulteta za Strojništvo, Faculty of Mechanical Engineering-SLOVENYA	natasa.vujica@um.si
Assoc. Prof. Dr. Laura Sinziana CUCIUC ROMANESCU	Ovidius University, Fine Arts Department - ROMANIA	sinzianaromanescu@icloud.com
Doç. Dr. Özlem KAYA	Uşak Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi-UŞAK	ozlem.kaya@usak.edu.tr

BİLİMSEL DANIŞMA KURULU / SCIENTIFIC ADVISORY BOARD

Prof. Dr. Ahmet PEKER	Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü- KONYA	apeker@selcuk.edu.tr
Prof. Dr. Akin MARŞAP	İstanbul Aydın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Uluslararası Ticaret Bölümü-İSTANBUL	akinmarsap@aydin.edu.tr
Prof. Dr. Ali ORAL	Balikesir Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü-BALIKESİR	alioral@balikesir.edu.tr
Prof. Dr. Behice DURGUN	Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı-ADANA	bdurgun@cu.edu.tr
Prof. Dr. Burak BİRGÖREN	Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü- KIRIKKALE	birgoren@kku.edu.tr
Prof. Dr. Doğan EROL	KTO Karatay Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü- KONYA	dogan.erol@karatay.edu.tr
Prof. Dr. Fazilet N. ALAYUNT	Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Bölümü-İZMİR	fazilet.alayunt@ege.edu.tr
Prof. Dr. H. Hulusi ACAR	İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü-İSTANBUL	hafizhulusi.acar@yeniyuzyl.edu.tr
Prof. José Orlando GOMES	Graduate Program in Informatics-IM & NCE & School of Engineering/ Federal University of Rio de Janeiro-BRAZIL	joseorlando@nce.ufrj.br
Prof. Dr. Mustafa KURT	Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü- ANKARA	mkurt@gazi.edu.tr
Prof. Pedro FERREIRA	Oxford University, Presidente of Portuguese Ergonomics Society – APERGO Treasurer of Federation of European Ergonomics Societies – FEES-PORTUGAL- ENGLAND	ferreira.pnp@gmail.com
Assoc. Prof. Katya VANGELOVA	National Center of Public Health and Analyses, WHO Collaborating Center for Occupational Health-BULGARIA	k.vangelova@ncpha.government.bg katia.vangelova@gmail.com
Prof. Dr. Klaus BENGLER	Lehrstuhl für Ergonomie Technische Universität München-GERMANY	bengler@tum.de

Izr. Prof. Nataša VUJICA HERZOG	Fakulteta za Strojništvo Faculty of Mechanical Engineering-SLOVAKIA	natasa.vujica@um.si
Prof. Dr. R. Nesrin DEMİRTAŞ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı-ESKİŞEHİR	ndemirtas@ogu.edu.tr
PhD. Sara ALBOLINO	IEA General Secreter-ITALY	sara.albolino@gmail.com
Prof. Dr. Serap ULUSAM SEÇKİNER	Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü- GAZİANTEP	seckiner@gantep.edu.tr
Prof. Takashi TORIIZUKA	College of Industrial Technology, Nihon University-JAPAN	toriiduka.takashi@nihon-u.ac.jp
Prof. Dr. Velittin KALINKARA	Pamukkale Üniversitesi Denizli Meslek Yüksekokulu-DENİZLİ	ykalinkara@pau.edu.tr
Prof. Dr. Kadir ÖZKAYA	Pamukkale Üniversitesi Teknik Bilimler MYO. Tasarım Bölümü-DENİZLİ	kadirozkaya@pamukkale.edu.tr

Ergonomi Dergisi, yıllardır Ergonomiye destek veren bilim insanları ile, değerli araştırmacılar ve uygulayıcıların akademik çalışmalarını bir araya getirmek amacıyla yayın hayatına 2018 yılında başlamıştır. Dergide Ergonomi odaklı konular (Antropometri, Bilişsel Ergonomi, Çalışma Hayatının Kalitesi ve Ergonomi vb.) ve yakın ilişkili bilimlerde ve alanlardaki kuramsal ve uygulamalı eserler yer almaktadır. Kapsamı bu konular olmak üzere, makalenin başlığında ve/veya özetinde ve/veya anahtar kelimelerde "Ergonomi" kelimesi olan makaleler kabul edilmektedir.

Dergi (e-ISSN: 2651-4877) bilimsel, uluslararası hakemli ve açık erişimli bir dergidir. Ergonomide yayınlanmak üzere gönderilen tüm yazılar daha önce başka bir dergiye gönderilmemiş veya yayımlanmamış olmalıdır. Ergonomi, dergide yayımlanan tüm makalelerin yayın haklarına sahiptir.

Dergi yılda 3 sayı (Nisan, Ağustos ve Aralık) olarak yayımlanmaktadır. Bu sayılara ek olarak, Yayın Kurulu kararıyla, Ulusal Ergonomi Kongresi'nde sunulan bildiriler "Özel Sayı" olarak yayımlanabilmektedir.

Türkçe veya İngilizce dilinde yazılmış makaleler kabul edilmektedir.

Ergonomi Dergisi'ne gönderimler online DergiPark® ve hakem değerlendirme sistemi aracılığıyla yapılır. Makale, tüm dosyaları ile birlikte, Dergipark sistemindeki web sayfasında (<http://dergipark.org.tr/ergonomi>) "Makale Gönder" linki ile yüklenir. Makaleler, çift kör hakem sürecinden geçtikten sonra yayımlanmaktadır. Makalelerin tüm sorumluluğu ilgili yazarlara aittir. Dergide yayımlanması kabul edilen makalelerin telif hakları dergimize devredilmiş sayılır. Makale için yazarlardan herhangi bir ücret alınmaz, ödenmez. Dergi, halen, TR Dizin, Index Copernicus, Root Indexing, ESJI (Eurasian Scientific Journal Index), ERIH PLUS, SIS (Scientific Indexing Service), ResearchBib, ASOS Index ve Google Scholar indeksler tarafından taranmaktadır. Derginin sürekliliğinin sağlanması esastır. Ergonomi alanında çalışan yüzlerce akademisyen, 1971 yılından beri her yıl düzenlenen Ulusal Ergonomi Kongrelerine bildiri sunarak katılmaktadır. Kongrede sunulan çalışmaların geliştirilerek Ergonomi dergisine makale olarak gönderilmesi beklenmektedir. Böylece, dergi, kongre sayesinde sürekliliğini sağlayacaktır.

Ergonomics Journal, has started its publication life in 2018 with the aim of bringing together the academic studies of scientists and practitioners who have been providing scientific support to Ergonomics for years. In the journal, Ergonomics oriented topics (Anthropometry, Cognitive Ergonomics, Quality of Work Life and Ergonomics, etc.) and closely related to the theoretical and practical work in science and fields are located. Articles with the word "Ergonomics" in the title and / or summary of the article and / or keywords of these subjects may be accepted. The journal (e-ISSN : 2651-4877) is a scientific, peer reviewed and open access journal All the papers sent to be published in the Ergonomics shouldn't be sent or published in any other journal before. Ergonomics has all the publishing rights of any paper that has been published in the journal. The journal is published as 3 issues per year (April, August, and October). In addition to the regular issues, proceedings presented in National Ergonomics Congress are published as special issues. Manuscripts written in Turkish and English language are accepted. Submissions to the Journal of Ergonomics is made through DergiPark® online submission and peer review system. The article, along with all the files, is uploaded to web page (<http://dergipark.org.tr/ergonomi>) in the DergiPark® system. Articles are published after passing through a double blind referee process. The responsibility of the manuscript belongs to the respective authors. The copyright of the articles accepted to be published in the journal are transferred to the journal. There are no manuscript submission fees or manuscript processing fees for the journal. The journal is currently indexed in TR Index, Index Copernicus , Root Indexing, ESJI (Eurasian Scientific Journal Index), ERIH PLUS, SIS (Scientific Indexing Service), ResearchBib, ASOS Index and Google Scholar the continuity of the journal is essential. Hundreds of academicians working in the field of ergonomics have participated in the National Ergonomics Congress which held every year since 1971. It is expected that the studies presented at the congress will be developed and submitted to Ergonomics as an article. Thus, the journal will ensure its continuity through congress.

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Araştırma Makaleleri / Research Articles

	Sayfa/Page
The Relationship Between Ergonomics Level, Job and Life Satisfaction of Healthcare Workers in Turkey	227-235
Türkiye'deki Sağlık Çalışanlarının Ergonomi Düzeyi, İş Ve Yaşam Doyumu Arasındaki İlişki Seçil ERGİN DOĞAN, Yasemin ALTINBAŞ	
Perspectives of Psychologists Towards The Field of Ergonomics: A Qualitative Study	236-249
Psikologların Ergonomi Alanına İlişkin Perspektifleri: Bir Çalışma Merve MAMACI	
Haddehanelerdeki Fizyolojik Faktörlerden Termal Konfor Değerinin İş Verimi Üzerindeki Etkisi	250-259
Effect of Thermal Comfort Value on Work Efficiency From Physiological Factors in Rolling Mills İrem TUNÇAY, Muharrem ÜNVER	
Bir Elektrik Dağıtım Şirketinde İş Güvenliğinin Sağlanmasında Yapay Zeka Uygulaması	260-272
Artificial Intelligence Application in Ensuring Occupational Safety in An Electricity Distribution Company Muvaffak Osman ENGÜR, Tayfun YILMAZ	
Bir Yemekhane İşletmesinin Ergonomik Çalışma Koşulları Açısından Değerlendirilmesi	273-290
Ergonomic Evaluation of A Mess Hall Business Coşkun Yaşar KURTEŞ, Serhat AYDIN	

THE RELATIONSHIP BETWEEN ERGONOMICS LEVEL, JOB AND LIFE SATISFACTION OF HEALTHCARE WORKERS IN TURKEY

Seçil ERGİN DOĞAN^{1*}, Yasemin ALTINBAŞ²

¹ Inonu University, Health Sciences Institute, Fundamentals of Nursing Department

ORCID No: <http://orcid.org/0000-0002-5463-2818>

² Adıyaman University, Faculty of Health Sciences, Surgical Nursing Department

ORCID No: <http://orcid.org/0000-0002-0456-3236>

Keywords

Ergonomics
Healthcare workers
Job satisfaction
Life satisfaction

Abstract

Risks in work environments are determinants of employees' psychosocial conditions. An ergonomically arranged work environment increases the motivation of employees and positively affects their productivity. In order for healthcare workers to provide quality service, they must be physically, environmentally, socially and cognitively healthy. This study aimed to examine the relationship between workplace ergonomics, job and life satisfaction of healthcare workers in Turkey. This cross-sectional, descriptive and correlational study's sample consisted of 422 healthcare workers. For this research, the Sociodemographic Information Form, Ergonomics Scale, Minnesota Job Satisfaction Scale and Life Satisfaction Scale were used as data collection tools. Exactly 48.1% of the healthcare workers were between the ages of 26–35, 64.2% were women, and 41.2% were nurses. The mean of Ergonomics Scale, the Job Satisfaction Scale and Life Satisfaction Scale scores were 2.85 ± 0.65 , 2.83 ± 0.76 and 2.33 ± 0.97 . A Positive, strong relationship was found between the ergonomics level, job and life satisfaction. The ergonomics level affected job satisfaction, but did not affect life satisfaction. This study has revealed that changes can occur in the work and non-work lives of healthcare workers by controlling the ergonomic risk factors in the work environment.

TÜRKİYE'DEKİ SAĞLIK ÇALIŞANLARININ ERGONOMİ DÜZEYİ, İŞ VE YAŞAM DOYUMU ARASINDAKİ İLİŞKİ

Anahtar Kelimeler

Ergonomi
Sağlık çalışanları
İş doyumunu
Yaşam doyumunu

Öz

Çalışma ortamlarındaki riskler çalışanların psikososyal durumlarının belirleyicileridir. Ergonomik olarak düzenlenmiş bir çalışma ortamı çalışanların motivasyonunu artırır ve verimliliklerini olumlu yönde etkiler. Sağlık çalışanlarının kaliteli hizmet sunabilmesi için fiziksel, çevresel, sosyal ve bilişsel açıdan sağlıklı olmaları gerekmektedir. Bu çalışma, Türkiye'deki sağlık çalışanlarının işyeri ergonomisi ile iş ve yaşam doyumunu arasındaki ilişkinin incelenmesini amaçlamıştır. Kesitsel, tanımlayıcı ve korelasyonel nitelikteki bu çalışmanın örneklemini 422 sağlık çalışanı oluşturdu. Bu araştırmada veri toplama aracı olarak Sosyodemografik Bilgi Formu, Ergonomi Ölçeği, Minnesota İş Doyumu Ölçeği ve Yaşam Doyumu Ölçeği kullanılmıştır. Sağlık çalışanlarının tam olarak %48.1'i 26-35 yaş aralığında, %64.2'si kadın, %41.2'si hemşire idi. Ergonomi Ölçeği, İş Doyumu Ölçeği ve Yaşam Doyumu Ölçeği puanlarının ortalamaları 2.85 ± 0.65 , 2.83 ± 0.76 ve 2.33 ± 0.97 olarak belirlendi. Ergonomi düzeyi ile iş ve yaşam doyumunu arasında pozitif yönde güçlü bir ilişki bulunmuştur. Ergonomi düzeyi iş doyumunu etkilemiş ancak yaşam doyumunu etkilememiştir. Bu çalışma, çalışma ortamındaki ergonomik risk faktörlerinin kontrol altına alınmasıyla sağlık çalışanlarının iş ve iş dışı yaşamlarında değişiklikler meydana gelebileceğini ortaya koymuştur.

Araştırma Makalesi

Research Article

Başvuru Tarihi : 11.07.2024

Submission Date : 11.07.2024

Kabul Tarihi : 18.10.2024

Accepted Date : 18.10.2024

* Corresponding author e-mail: ergindogansecil@gmail.com

1. Introduction

Ergonomics is a human-centered discipline that takes a holistic approach to the work environment and job design, taking into account physical, environmental, social, cognitive, and organizational factors (Karwowski, 2005). Ergonomics is an important element in the service sector and in other sectors, and when ergonomic risks in health institutions are not controlled, healthcare workers become physically and mentally tired, their productivity and quality of patient care decrease (Neto & Amaral, 2020) and the number of work-related injuries increases (Shi et al., 2020). At the same time, poor ergonomics can cause a stressful work environment and the health of healthcare workers to deteriorate, adversely affect their family and social lives, and decrease their overall life satisfaction (LS) (Koinis et al., 2015). An ergonomic work environment increases employees' motivation and positively affects their productivity. In addition, an ergonomic work environment contributes to the protection of employees' health by ensuring a safe work environment and reducing the prevalence of occupational diseases (Bunpot & Klangduen, 2019).

Similarly, employee motivation and job satisfaction (JS) are associated with an ergonomic work environment, with ergonomically arranged work environments positively affecting the JS of healthcare workers (Kabbash et al., 2020). Locke defined JS as "a positive emotional state or pleasure mood resulting from the evaluation of one's job" (Locke, 1976). JS determines institutional performance by affecting employee performance (Hotchkiss et al., 2015). LS, on the other hand, is a subjective evaluation of one's happiness, is multidimensional, and encompasses multiple aspects of life (Chen et al., 2017). Factors such as risks in the working environment and the employee's personal characteristics can also affect LS (Jaworski et al., 2020).

In addition to risks in the working environment, an employee's psychosocial condition contributes to their JS and LS and burnout, job dissatisfaction, and life dissatisfaction can occur as a result of psychosocial stress experienced in the working environment (Ou et al., 2021). In this respect, JS and LS are a synthesis of an individual's professional and social lives (Ou et al., 2021). Moreover, LS can be improved through high JS, which can be promoted by controlling risks in the working environment (Chen et al., 2017). Thus, healthcare workers' motivation, performance, productivity, and JS and LS increase, their personal and work-related stresses are reduced, and quality care services are provided in an ergonomic working environment (Hotchkiss et al., 2015).

This study aims to determine whether there is a

relationship between the level of ergonomics, job and life satisfaction of health workers.

2. Scientific Literature Review

Studies have examined the workplace ergonomics level (Abdollahi et al., 2020; Dixon et al., 2024; Saad & Ebraheem, 2019; O'Reilly et al., 2024; Soler-Font et al., 2019; Ülgüdür & Dedeli Caydam, 2020), job satisfaction (Alrawahi et al., 2020; Kabbash et al., 2020; Pérez-Castejón et al., 2024; Quesada-Puga et al., 2024; Singh et al., 2019) life satisfaction (Piotrowska et al., 2019; Sansó et al., 2020; Tokay Argan & Mersin, 2020), and job and life satisfaction (Pan et al., 2021; Uchmanowicz et al., 2019) of healthcare workers. However, to the best of our knowledge, no study has examined the relationship between workplace ergonomics levels, JS and the LS of healthcare workers in Turkey. Given the interrelatedness of the working environment, working hours, and working styles of healthcare workers, it is reasonable to assume that the level of workplace ergonomics is related to JS and LS. The results of this study are expected to shed light on the importance and suitability of workplace ergonomic conditions in healthcare facilities and the need to take precautions against ergonomic risk factors.

3. Methods

3.1. Study Design

This study used a cross-sectional, descriptive, and correlational design.

3.2. Participants

This research was conducted in Adiyaman between December 2021 and March 2022. The study population comprised healthcare workers working in a training and research hospital of Adiyaman, located in the Southeastern Anatolia Region of Turkey. The study sample was taken from a pool of 1,926 healthcare workers, and the necessary sample size was determined to be 191 using the G Power 3.1.9.7 program. Assuming the likelihood of missing data, 550 data collection forms were distributed to healthcare workers who met the inclusion criteria, and 422 of these were included in the study because they were filled in completely. According to the power analysis of the G Power 3.1.9.7 program, with 422 healthcare workers, 0.20 effect size, and 0.05 margin of error, the representative power of the sample was 98%. Healthcare workers who had been working at the institution for at least one year, who had no communication barriers, and who volunteered to participate in the research were included in the study. Medical secretaries, intern students, those educated in the field of health but who did not work in the field in which they were trained, those who had worked at the institution for less than one year, those working in administrative

units, and those working in the information processing department were excluded.

3.3. Data Collection Tools

Sociodemographic Information Form: This form was created according to the literature by the researchers. It consists of seven questions, including age, gender, body mass index (BMI), marital status, educational level, job, and monthly income.

Ergonomics Scale (ES): This consists of 17 items, developed and validated by Gün (2017) to determine the ergonomic conditions (cleaning, lighting, ventilation, noise, vibration, heat, humidity, dust, suitability of physical conditions, nutrition, etc.) and ergonomics of the entire working environment in the workplace. The scale is answered on a 5-point Likert scale (1 = not at all, 2 = a little bit, 3 = moderately, 4 = a lot, and 5 = too much). A score between 5.00 and 4.06 points indicates high ergonomics, between 4.05–2.51 points indicates average ergonomics, and 2.50 points and below indicates low ergonomics levels. In Gün's study, the Cronbach's alpha value of the Ergonomics Scale was 0.94. In this study, the Cronbach's alpha value of the scale was 0.88.

Minnesota Job Satisfaction Scale (MJSS): This is a scale used to determine the job satisfaction level of employees. Weiss, Dawiss, England, and Lofquist (1967) developed the scale, and Baycan (1985) performed Turkish validity and reliability. The scale consists of 20 items. It has two subdimensions: 12 internal items (questions numbered 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 20) and 8 external items (questions numbered 5, 6, 12, 13, 14, 17, 18, 19). The intrinsic satisfaction subdimension, which generally includes the intrinsic nature of the job, includes recognition, success, and promotion; the external satisfaction subdimension consists of the elements related to the policy carried out by the organization, supervision, manager, relations with colleagues, communication with subordinates, working conditions, and wages. It is a 5-point Likert scale (1 = not at all satisfied, 2 = not satisfied, 3 = undecided, 4 = satisfied, and 5 = very satisfied). If the average score per item taken from the scale is less than 3, job satisfaction is considered low, and if it is higher than 3, job satisfaction is considered high. In Baycan's study, the Cronbach's alpha value of the scale was 0.826. In this study, the Cronbach's alpha value of the scale was 0.93.

Life Satisfaction Scale (LSS): This is a scale used to determine the satisfaction that individuals get from their lives. Diener, Emmons, Larsen, and Griffin (1985) developed it, and Dağlı and Baysal (2016) made Turkish validity and reliability. The scale, which consists of five questions, is scored on a 5-point Likert-type scale (1 = I strongly disagree, 2 = I agree very little, 3 = I agree moderately, 4 = I agree greatly, and 5 = I completely agree). The higher the

score obtained from the scale, the higher the participants' life satisfaction. In Dağlı and Baysal's study, the Cronbach's alpha value of this scale was 0.88. In this study, the Cronbach's alpha value of the scale was 0.90.

3.4. Implementation of Data Collection Tools

The data collection form was distributed to the participants at the beginning of working hours and collected at the end of working hours. The researcher answered healthcare workers' questions and emphasized the necessity of signing an informed consent form.

3.5. Data Analysis

The answers of the healthcare workers participating in the study to the questions on the Sociodemographic Information Form and the scales were coded into SPSS 25.0. Before the data were analyzed, it was tested whether the scores obtained from the Ergonomics Scale, the Minnesota Job Satisfaction Scale and its subdimensions, and the Life Satisfaction Scale were normally distributed, and the skewness and kurtosis coefficients were examined. Parametric tests were used in the data analysis because of the normal distribution (Büyüköztürk, 2006). In the study, $p < 0.05$ was taken as the significance value.

Pearson correlation analysis was used to evaluate the relationships between scales, and linear regression analysis was used to explain the amount of interaction.

3.6. Ethical Aspects of the Study

Research permission was obtained from Adıyaman University non-interventional ethics committee for the implementation of the study (approval number: 19/7/2022-300). Research permission was also obtained from Adıyaman Training and Research Hospital where the study was conducted.

Verbal and written consents of the participants were obtained before data collection.

4. Results

Considering the sociodemographic characteristics of healthcare workers, 48.1% of the healthcare workers participating in the research were in the age range of 26–35, 64.2% were female, 51.7% were in the normal weight, 73.2% were married, 55.2% were bachelors, and 41.2% were nurses. The monthly income of the healthcare workers was between 5,001–7,500 TL, with a percentage of 46.9%.

The sociodemographic characteristics of the healthcare workers participating in the research are presented in Table 1.

Table 1. Sociodemographic Characteristics of Healthcare Workers

Sociodemographic Variables	n	%
Age		
18-25	32	7.6
26-35	203	48.1
36-45	147	34.8
46 and older	40	9.5
Total	422	100
Gender		
Female	271	64.2
Male	151	35.8
Total	422	100
BMI		
Underweight (<i>below 18.5 kg/m²</i>)	6	1.4
Normal Weight (<i>between 18.5-24.9 kg/m²</i>)	218	51.7
Overweight (<i>between 25-29.9 kg/m²</i>)	169	40
Obesity (<i>between 30-39.9 kg/m²</i>)	29	6.9
Total	422	100
Marital Status		
Married	309	73.2
Single	113	26.8
Total	422	100
Education		
High School	32	7.6
Associate Degree	79	18.7
Bachelor's	233	55.2
Master's	37	8.8
Specialist	41	9.7
Total	422	100
Job		
Doctor	92	21.8
Nurse	174	41.2
Midwife	45	10.7
Other*	111	26.3
Total	422	100

* Other: Emergency Medical Technician, Laboratory, Pharmacist, Dietitian, Physiotherapist, Technician

Table 1. Sociodemographic Characteristics of Healthcare Workers (Continue)

Monthly Income		
2500-5000 TL	46	10.9
5001-7500 TL	198	46.9
7501-10000 TL	102	24.2
Above 10000 TL	76	18
Total	422	100

TL: Turkish Liras

The mean ES score of healthcare workers was 2.85 ± 0.6 . The scores of healthcare workers from the MJSS; the mean internal job satisfaction (IJS) score was 2.94 ± 0.7 , the mean external job satisfaction (EJS) score was 2.65 ± 0.8 , and the mean general job satisfaction (GJS) score was 2.83 ± 0.7 . The mean score from the LSS for healthcare workers was 2.33 ± 0.9 .

The average scores of the healthcare workers participating in the research from the scales are presented in Table 2.

Table 2. Mean Scores of the Ergonomics Scale, Minnesota Job Satisfaction Scale and Life Satisfaction

	Scale	Mean \pm SD	Min-Max
MJSS	ES	2.85 ± 0.6	1-5
	IJS	2.94 ± 0.7	1-5
	EJS	2.65 ± 0.8	1-5
	GJS	2.83 ± 0.7	1-5
LSS		2.33 ± 0.9	1-5

SD: Standart Deviation, Min: Minimum, Max: Maksimum. ES: Ergonomics Scale; MJSS: Minnesota Job Satisfaction Scale; IJS: Internal Job Satisfaction; EJS: External Job Satisfaction; GJS: General Job Satisfaction; LSS: Life Satisfaction Scale.

The relationship between the ES and other scales of healthcare workers is examined. There was a positive, strong, and significant relationship between IJS ($r = 0.586$; $p < 0.01$), EJS ($r = 0.610$; $p < 0.01$), GJS ($r = 0.621$; $p < 0.01$), and LS ($r = 0.552$; $p < 0.01$). A positive, strong, and significant relationship was determined between IJS and EJS ($r = 0.62$; $p < 0.01$). There was a positive, strong, and significant relationship between healthcare workers' LS and IJS ($r = 0.561$, $p < 0.01$), EJS ($r = 0.537$; $p < 0.01$), and GJS ($r = 0.552$; $p < 0.01$).

The relationship between the mean scores obtained from the scales is presented in Table 3

Table 3. Relationship between Mean Scores of Ergonomics Scale, Minnesota Job Satisfaction Scale and Life Satisfaction Scale

Scales	ES	MJSS			LSS	
		IJS	EJS	GJS		
ES	r	1	0.586**	0.610**	0.621**	0.552**
	p		0.000	0.000	0.000	0.000
MJSS	IJS	r	1	0.839**	0.972**	0.561**
		p		0.000	0.000	0.000
	EJS	r		1	0.943**	0.537**
		p			0.000	0.000
	GJS	r			1	0.574**
		p				0.000
	LSS	r				1
		p				

***p < 0.01; r: Correlation coefficient; p: Significance; ES: Ergonomics Scale; MJSS: Minnesota Job Satisfaction Scale; IJS: Internal Job Satisfaction; EJS: External Job Satisfaction; GJS: General Job Satisfaction; LSS: Life Satisfaction Scale.*

According to the results of the regression analysis, while the workplace ergonomics level of healthcare workers had a significant effect on IJS ($R = 0.586$; $R^2 = 0.343$; $p < 0.05$), EJS ($R = 0.610$; $R^2 = 0.372$; $p < 0.05$), and GJS ($R = 0.621$, $R^2 = 0.385$, $p < 0.05$), it had no significant effect on LS ($R = 0.552$; $R^2 = 0.303$; $p >$

0.05). The level of JS of health workers also had a significant effect on LS ($R = 0.574$; $R^2 = 0.329$; $p < 0.05$). The results of the regression analysis are presented in Table 4.

Table 4. Comparison of Mean Scores of the Ergonomics Scale, Minnesota Job Satisfaction Scale and Life Satisfaction Scale

Independent Variable	Dependent Variable	B	SE	(β)	t	P	R	R ²	F	p
ES	IJS	0.963	0.138	0.586	7.00	0.00	586	0.343	219.493	0.001
	EJS	0.446	0.143	0.610	3.11	0.00	610	0.372	248.851	0.002
	GJS	0.757	0.131	0.621	5.76	0.00	621	0.385	263.219	0.000
	LSS	-0.02	0.178	0.552	-0.12	0.00	552	0.303	184.477	0.90
MJSS	LSS	0.261	0.150	0.574	1.744	0.00	574	0.329	206.286	0.000

p < 0.05; B: Unstandardized B ; SE: Standart error; (B): Standardized B; t: Significance test value of regression coefficients; P: Acceptance value of null hypothesis R: Correlation coefficient; R²: Determination coefficient ; F: Test value ; p: Significance. ES: Ergonomics Scale; MJSS: Minnesota Job Satisfaction Scale; IJS: Internal Job Satisfaction; EJS: External Job Satisfaction; GJS: General Job Satisfaction; LSS: Life Satisfaction Scale.

5. Discussion

In this study, in which the relationship between workplace ergonomics, JS and LS of healthcare workers was investigated, the workplace ergonomics level of healthcare workers was moderate. Abdollahi et al. (2020), determined that the level of ergonomics in operating room nurses will be improved through ergonomics training and also musculoskeletal disorders will be reduced through this training. Dixon et al. (2024), determined that robotic surgery with an open console system reduced ergonomic risk score, prevented cognitive strain and did not harm team communication. In Saad & Ebraheem's study (2019), more than two-thirds of the nurses reported low perceived ergonomics. O'Reilly et al. (2024), determined that surgeons are predisposed to cervical musculoskeletal dysfunction due to ergonomic inadequacies in operating rooms and that biomechanical factors also affect this. It was also found that research on ergonomic improvements in operating rooms is insufficient. Soler-Font et al. (2019), in a randomized controlled trial in which they applied a participatory ergonomics intervention to reduce musculoskeletal pain caused by ergonomic inadequacies, a decrease in neck, shoulder and upper back pain of hospital nurses was observed. Ülgüdür & Dedeli Caydam (2020), found that the ergonomics level of healthcare workers was at a medium level and musculoskeletal disorders increased as the ergonomics level decreased. In work environments where physical and environmental safety measures are taken, employee–employee and manager–employee relations are positive, and the workload is reduced due to the availability of sufficient employees, a higher workplace ergonomics level is observed and, thus, healthy working conditions are created (Nantsupawat et al., 2017; Saad & Ebraheem, 2019).

The IJS, EJS and GJS of the healthcare workers, who constitute the sample of our research, was low. Kabbash et al. (2020) found JS among physicians at a moderate level, while Singh et al. (2019) found that the level of JS was low among healthcare workers, emergency room workers, and nurses, respectively. Pérez-Castejón et al. (2024), in their meta-analysis study, they determined that the job satisfaction of midwives was at a high level. Quesada-Puga et al. (2024), in their meta-analysis study, they determined that job satisfaction of intensive care nurses was low. In addition, Saad and Ebraheem (2019) determined that more than two-thirds of nurses had low JS. JS is influenced by individual and organizational factors. For this reason, we can say that JS varies first at the individual level and then at the institutional level due to the organizational differences of each institution and the individual differences of each healthcare worker (personality

structure, expectations from the profession, the structure and responsibility of the job they do, etc.).

The healthcare workers who participated in this study had a low level of LS. Tokay Arkan & Mersin (2020) and Sansó et al. (2020) found the level of LS to be higher than in this study in research conducted with healthcare workers. Uchmanowicz et al. (2019) stated that more than 50% of nurses and midwives had a high level of LS, while Piotrkowska et al. (2019) determined that oncology nurses had a low level of LS. The reason for the low level of LS of healthcare workers in this study is the high workload of health workers and the negative effects of personal and work-related factors on LS (Sansó et al., 2020), which vary from person to person and from group to group (Tokay Arkan & Mersin, 2020).

There was a positive, strong, and significant relationship between workplace ergonomics levels and the (internal, external, and general) JS of healthcare workers in our study. As the workplace ergonomics level of healthcare workers increases, their JS also increases. Bazazan et al. (2019) determined a negative relationship between work-related musculoskeletal disorders and JS in emergency nurses. Saad & Ebraheem (2019) found a strong positive relationship between perceived ergonomics and JS in nurses. Tenaw et al. (2021), in their meta-analysis study, they found that JS of healthcare workers was low and JS increased in a safe working environment and when positive relationships between employees were provided. Making ergonomic arrangements in the working environment protects the health of employees, increases their productivity, and makes them happy, thus increasing their satisfaction with their work (Bazazan et al., 2019; Osibanjo et al., 2014).

There was a positive, strong, and significant relationship between the workplace ergonomics level of healthcare workers and their LS. When the workplace ergonomics level of healthcare workers increases, their LS also increases. Koinis et al. (2015) stated that when the working conditions of healthcare workers improve in terms of workplace ergonomic risks, their LS may also increase. The dissatisfaction experienced in business life due to the working environment can create negative effects on the family, social relations, and environment of the employees and can cause deterioration in the mental and physical conditions of the employees; thus, their LS may also be indirectly affected.

There was a positive, strong, and significant relationship between healthcare workers' (internal, external, and general) JS and their LS. When the JS of healthcare workers increases, their LS also increases. Gaszynska et al. (2014) determined that there is a strong relationship between JS and LS. Healthcare workers whose expectations are met in

business life and who are happy are expected to be happy and harmonious individuals in their nonwork lives as well (Gaszynska et al., 2014).

According to the results of the regression analysis between the ES and the MJSS, the workplace ergonomics level of healthcare professionals had a significant effect on their internal, external, and general JS. Shi et al. (2020) determined the mediating effect of work environment satisfaction and occupational exposure on JS among healthcare workers. Alrawahi et al. (2020) determined that occupational health and safety, promotion, salary, recognition, heavy workload, and organizational policies cause job dissatisfaction among laboratory workers. Ergonomic improvements made in working environments play a role in the development of positive attitudes of employees toward their work (Nansutpawat et al., 2017).

Regression analysis between the MJSS and the LSS in our research indicated that healthcare workers' JS significantly affects LS. Gaszynska et al. (2014) studied anesthesiologists, and Pan et al. (2021) studied nurses and found that JS affects LS. According to our study and the results of studies conducted in other countries, LS is a synthesis of work and social life.

As a result of the regression analysis between the ES and LSS, the workplace ergonomics level of healthcare workers did not significantly affect their LS. Contrary to our findings, Piotrkowska et al. (2019) determined that working conditions and work organization affect LS in oncology nurses. Ergonomics is a multidimensional discipline that has individual, environmental, physical, and social dimensions, as well as working conditions and work organization (Karwowski, 2005). In our study, it is assumed that JS plays a mediating role between ergonomics level and LS.

This research is limited to healthcare workers who volunteer and work in hospitals within the education and research hospital of Adiyaman in Turkey. Therefore, the results of the study are limited to the sample and cannot be generalized to all healthcare workers.

6. Conclusion

The workplace ergonomics level of the healthcare workers participating in our research was at a medium level; (internal, external, and general) JS and LS were low. There was a positive, strong, and significant relationship among the workplace ergonomics level, (internal, external, and general) JS and LS of healthcare workers.

Considering the cognitive, affective, and psychomotor characteristics of healthcare workers and the physical, environmental, social, and organizational characteristics of the working

environment, ergonomic arrangements should be made to make it more suitable for employees. Ergonomic arrangements in the workplace will positively affect the attitudes of healthcare workers toward their jobs and their JS. It will also increase their LS, which is the synthesis of business life and social life.

Each occupational group defined as healthcare workers has its own ergonomic conditions and risk factors. Risk factors in the working environments of these occupational groups should be identified, necessary precautions should be taken and trainings should be provided for these risks.

By focusing on the factors that lead to job dissatisfaction in each occupational group, initiatives such as increasing the number of employees, reducing workload, fair distribution of tasks and increasing monthly earnings should be implemented to increase job satisfaction.

Job satisfaction and life satisfaction interact with each other. Contributing to the increase in job satisfaction of health workers has an effect on increasing happiness and life satisfaction. For this reason, appropriate ergonomic conditions should be provided in every occupational group, measures should be taken against job dissatisfaction, a healthy communication network should be provided within the organization, sufficient number of employees should be available in the units and the institution, and individual or group success should be rewarded. In addition, activities to increase motivation should be planned, organizational culture should be instilled in employees, and job satisfaction and, by extension, life satisfaction should be increased by evaluating employees' suggestions and complaints.

It is recommended to develop a comprehensive measurement tool specific to healthcare workers, with which the level of workplace ergonomics can be measured more sensitively, and to conduct research on this subject in larger samples and in different institutions.

Acknowledgements

We would like to thank all healthcare workers who participated in the research.

Conflict of Interest

No conflict of interest has been declared by the authors.

References

- Abdollahi, T., Pedram Razi, S., Pahlevan, D., Yekaninejad, M. S., Amaniyan, S., Leibold Sieloff, C., & Vaismoradi, M. (2020). Effect of an Ergonomics Educational Program on Musculoskeletal Disorders in Nursing Staff Working in the Operating Room: A Quasi-

- Randomized Controlled Clinical Trial. *International journal of environmental research and public health*, 17(19), 7333.
- Alrawahi, S., Sellgren, S. F., Altouby, S., Alwahaibi, N., & Brommels, M. (2020). The application of Herzberg's Two-Factor Theory of Motivation to Job Satisfaction in Clinical Laboratories in Omani Hospitals. *Heliyon*, 6, e04829.
- Baycan, F. A. (1985). An Analysis of The Several Aspects of Job Satisfaction Between Different Occupational Groups. Yüksek Lisans Tezi. *Boğaziçi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- Bazazan, A., Dianat, I., Bahrampour, S., Talebian, A., Zandi, H., Sharafkhaneh, A., & Maleki-Ghahfarokhi, A. (2019). Association of Musculoskeletal Disorders and Workload with Work Schedule and Job Satisfaction among Emergency Nurses. *International Emergency Nurses*, 44, 8–13.
- Bunpot, L., Klangduen, P. (2019). The Development of The Driver Ergonomic Risk Assessment (DERA) for Assessing The Risk Factors for Professional Driver. *IOP Publishing*.
- Büyüköztürk, Ş. (2006). Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı, Ankara: Pegem Yayınları, 40-48.
- Chen, W., Zhang, D., Pan, Y., Hu, T., Liu, G., & Luo, S. (2017). Perceived Social Support And Self-Esteem as Mediators of The Relationship between Parental Attachment and Life Satisfaction among Chinese Adolescents. *Personal Individual Differences*, 108, 98-102.
- Dağlı, A., Baysal, N. (2016). Yaşam Doyumu Ölçeği'nin Türkçe'ye uyarlanması: Geçerlik ve Güvenirlilik Çalışması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 15, 1250-1262.
- Degen, L., Linden, K., Seifried-Dübon, T., Werners, B., Grot, M., Rind, E., Pieper, C., Eilerts, A. L., Schroeder, V., Kasten, S., Schmidt, M., Goebel, J., Rieger, M. A., Weltermann, B. M., & On Behalf Of The IMPROVEjob Consortium (2021). Job Satisfaction and Chronic Stress of General Practitioners and Their Teams: Baseline Data of a Cluster-Randomised Trial (IMPROVEjob). *International Journal of environmental research and public health*, 18(18), 9458.
- Diener, E., Emmons, R. A., Larsen, R. J., & Griffin, S. (1985). The Satisfaction with Life Scale. *Journal of Pers Assessment*. 49, 71–5.
- Dixon, F., Vitish-Sharma, P., Khanna, A., Keeler, B. D., & VOLCANO Trial Group (2024). Robotic assisted surgery reduces ergonomic risk during minimally invasive colorectal resection: the VOLCANO randomised controlled trial. *Langenbeck's archives of surgery*, 409(1), 142.
- Gaszynska, E., Stankiewicz-Rudnicki, M., Szatko, F., Wieczorek, A., & Gaszynski, T. (2014). Life Satisfaction and Work-Related Satisfaction among Anesthesiologists in Poland. *Hindawi Publishing Corporation e Scientific World Journal*, 601865.
- Gün, G. (2017). Ergonomi ve İş Tatmini İlişkisi (Tekstil İşletmelerinde Bir Uygulama). *Akad Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5, 249–70.
- Hotchkiss, D., Banteyerga, H. & Tharaney, M. (2015). Job Satisfaction and Motivation among Public Sector Health Workers: Eidence from Ethiopia. *Human Resources Health*, 13, 83–94.
- Jaworski, M., Iwanow, L., Grochans, E., Młynarska, A., Gurowiec, P. J., Uchmanowicz, I., Gotlib, J., & Panczyk, M. (2020). Optimistic Thinking, Satisfaction with Life and Job and Nursing Care Rationing: Multicenter Study in Poland. *Journal of Nursing Management*, 00, 1–12.
- Kabbash, I. A., El-Sallamy, R. M., Abdo, S. A. E., & Atalla, A. O. (2020). Job Satisfaction among Physicians in Secondary and Tertiary Medical Care Levels. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 3756537571.
- Karwowski, W. (2005). Ergonomics and Human Factors: The Pradigms for Science, Engineering, Design, Technology, and Management of Human-Compatible Systems. *Ergonomics*, 48(5), 436-463.
- Koinis, A., Giannou, V., Drantaki, V., Angelaina, S., Stratou, E., & Saridi, M. (2015). The Impact of Healthcare Workers Job Environment on Their Mental-Emotional Health. Coping Strategies: The Case of A Local General Hospital. *Health Psychology Research*, 3, 1984.
- Locke, E. A. (1976). Handbook of Industrial and Organizational Psychology: The Nature and cCauses of Job Satisfaction. New York: Wiley, 1297–1349.
- Nantsupawat, A., Kunaviktikul, W., Nantsupawat, R., Wichaikhum, O. A., Thienthong, H., & Poghosyan, L. (2017). Effects of Nurse Work Environment on Job Dissatisfaction, Burnout, Intention to Leave. *International Nursing Reviews*, 64, 91–8.
- Neto, I. R., Amaral, F.G. (2020). Identification and estimation of physiological workload in nursing: Concepts, methods, and gaps in the literature. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 80:103016.
- O'Reilly, K., McDonnell, J. M., Ibrahim, S., Butler, J. S., Martin-Smith, J. D., O'Sullivan, J. B., & Dolan, R. T. (2024). Biomechanical and ergonomic risks associated with cervical musculoskeletal

- dysfunction amongst surgeons: A systematic review. *The surgeon : journal of the Royal Colleges of Surgeons of Edinburgh and Ireland*, 22(3), 143–149.
- Osibanjo, A. O., Abiodun A. J., Adeniji, A. A. (2014). Impact of Job Environment on Job Satisfaction & Commitment among Nigerian Nurses. *IBIMA Publications*, 2014.
- Ou, Y. K., Liu, Y., Chang, Y. P., & Lee, B. O. (2021). Relationship between Musculoskeletal Disorders and Work Performance of Nursing Staff: A Comparison of Hospital Nursing Departments. *International Journal of Environmental Resources of Public Health*, 18, 7085.
- Pan, J., Chiu, C. Y. & Wu, K. S. (2021). Leader-Member Exchange Fosters Nurses' Job and Life Satisfaction: The Mediating Effect of Job Crafting. *PLoS ONE*, 16, e0250789.
- Pérez-Castejón, M., Suárez-Cortés, M., Jiménez-Ruiz, I., & Jiménez-Barbero, J. A. (2024). Job satisfaction in midwives working in labour ward: A systematic review with meta-analysis. *Midwifery*, 137, 104112. Advance online publication.
- Piotrkowska, R., Jarzynkowski, P., Książek, J., & Mędrzycka-Dąbrowska, W. (2019). Satisfaction with Life of Oncology Nurses in Poland. *International Nursing Review*, 00, 1-7.
- Quesada-Puga, C., Izquierdo-Espin, F. J., Membrive-Jiménez, M. J., Aguayo-Estremera, R., Cañadas-De La Fuente, G. A., Romero-Béjar, J. L., & Gómez-Urquiza, J. L. (2024). Job satisfaction and burnout syndrome among intensive-care unit nurses: A systematic review and meta-analysis. *Intensive & critical care nursing*, 82, 103660.
- Saad, E. S. S., Ebraheem, S.M.A. (2019). Ergonomics as Perceived by Staff Nurses and Its Relation to Their Job Satisfaction. *Journal of Separation Science*, 1, 3–12.
- Sansó, N., Galiana, L., Oliver, A., Tomás-Salvá, M., & Vidal-Blanco, G. (2020). Predicting Professional Quality of Life and Life Satisfaction in Spanish Nurses: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 4366.
- Shi, Y., Xue, H., Ma, Y., Wang, L., Gao, T., Shi, L., Wang, Y., Cui, M., Wang, C., Yang, X., Liu, M., Fan, L., & Yan, G. (2020). Prevalence of Occupational Exposure and Its Influence on Job Satisfaction among Chinese Healthcare Workers: A Large-Sample, Cross-Sectional Study. *BMJ Open*, 10(4), 1-10.
- Singh, T., Kaur, M., Verma, M., & Kumar, R. (2019). Job Satisfaction among Health Care Providers: A Cross-Sectional Study in Public Health Facilities of Punjab, India. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 8, 3268-75.
- Soler-Font, M., Ramada, J. M., van Zon, S. K. R., Almansa, J., Bültmann, U., Serra, C., & INTEVAL_Spain research team (2019). Multifaceted intervention for the prevention and management of musculoskeletal pain in nursing staff: Results of a cluster randomized controlled trial. *PloS one*, 14(11), e0225198.
- Suárez, R. N. M., Asenjo, M. B. A. M., Sánchez, M. (2017). Job Satisfaction among Emergency Department Staff. *Australasian Emergency Nurses* J20, 31–36Tokay Argan, M., Mersin, S. (2020). Life Satisfaction, Life Quality, and Leisure Satisfaction in Health Professionals. *Perspective Psychiatric Care*, 1–7.
- Tenaw, Z., Siyoum, M., Tsegaye, B., Werba, T. B., & Bitew, Z. W. (2021). Health Professionals Job Satisfaction and Associated Factors in Ethiopia: A Systematic Review and Meta-analysis. *Health services research and managerial epidemiology*, 8, 23333928211046484.
- Uchmanowicz, I., Manulik, S., Lomper, K., Rozensztrauch, A., Zborowska, A., Kolasińska, J., & Rosińczuk, J. (2019). Life Satisfaction, Job Satisfaction, Life Orientation, and Occupational Burnout among Nurses and Midwives in Medical Institutions in Poland: A Cross-Sectional Study. *BMJ Open*, 9, e024296.
- Ülgüdür, C., & Dedeli Caydam, O. (2020). Sağlık Profesyonellerinde Ergonomi ve Kas İskelet Sistemi Sorunlarının Değerlendirilmesi. *Izmir Democracy University Health Sciences Journal*, 3(1), 8-37.
- Weiss, D. J., Dawis, R. V., & England, G. W. (1967). Manual for The Minnesota Satisfaction Questionnaire. Manual for the Minnesota Satisfaction Survey, 125.

PERSPECTIVES OF PSYCHOLOGISTS TOWARDS THE FIELD OF ERGONOMICS: A QUALITATIVE STUDY

Merve MAMACI^{1*}

¹ Fenerbahçe University, Faculty of Economics, Administrative and Social Sciences, Psychology
ORCID No: <http://orcid.org/0000-0001-7882-3670>

Keywords	Abstract
<i>Ergonomics</i> <i>Psychology</i> <i>Industrial psychology</i> <i>Organizational psychology</i> <i>Work psychology</i>	<i>Employees need a healthy working environment in their workplaces. This need is a legal obligation to be provided by employers. Ergonomics is an effort to improve human adaptation to the environment. Considering that human being is a psychosocial being, it can be considered as a limitation to consider ergonomic studies independent from the field of psychology. The aim of this study is to examine the perspectives of psychologists working in various sectors, with different expertises and with different titles on ergonomics. Fifteen psychologists working in various provinces of Turkey participated in the study. The research is a qualitative study and the perspectives of the experts were obtained through semi-structured interviews. Thematic analysis was chosen as the method and the findings showed that three different themes emerged on psychologists' perspectives on the field of ergonomics. These themes are (i) known branches of ergonomics, (ii) reasons behind knowledge limitations, and (iii) tasks of psychologists in the workplace. The results of the study showed that psychologists' knowledge about ergonomics is limited to physical ergonomics and this limitation is due to lack of education, limited access to experience, not considering ergonomic studies within the field of psychology and lack of interest in the subject. In addition, it was seen that psychologists' areas of duty in their workplaces consisted of training and counseling. The findings were discussed, suggestions for the development of the field and limitations of the research were presented and recommendations for future research were proposed.</i>

PSİKOLOGLARIN ERGONOMİ ALANINA İLİŞKİN PERSPEKTİFLERİ: NİTEL BİR ÇALIŞMA

Anahtar Kelimeler	Öz
<i>Ergonomi</i> <i>Psikoloji</i> <i>Endüstri psikolojisi</i> <i>Örgüt psikolojisi</i> <i>İş psikolojisi</i>	<i>Çalışanlar, iş yerlerinde sağlıklı bir çalışma ortamına ihtiyaç duyarlar. Bu ihtiyaç, işverenler tarafından sağlanması gereken hukuki bir zorunluluktur. Ergonomi, insanın çevreye olan uyumunu iyileştirme çabası içerisinde yer alır. İnsanın psikososyal bir varlık olduğu düşünüldüğünde ergonomik çalışmaların psikoloji alanından bağımsız ele alınması bir sınırlılık olarak değerlendirilebilir. Bu araştırmanın amacı çeşitli sektörlerde, farklı uzmanlık dallarında ve farklı ünvanlarla çalışan psikologların ergonomi alanına ilişkin perspektiflerinin incelenmesidir. Araştırmaya Türkiye'nin çeşitli illerinde görev alan on beş psikolog katılmıştır. Araştırma nitel bir çalışmadır ve uzmanların perspektifleri yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilerek elde edilmiştir. Yöntem olarak tematik analiz seçilmiştir ve bulgular psikologların ergonomi alanına yönelik perspektifleri üzerine üç farklı temanın ortaya çıktığını göstermiştir. Bu temalar; (i) bilinen ergonomi dalları (ii) kısıtlı bilginin nedenleri ve (iii) psikologların iş yerlerindeki görevleri olarak sıralanmaktadır. Araştırma sonuçları; psikologların ergonomi hakkındaki bilgilerinin fiziksel ergonomi ile sınırlı olduğunu, bu sınırlılığın arkasında eğitim eksikliği, deneyime ulaşmada sınırlılık, ergonomik çalışmaları psikoloji alanının içinde değerlendirmeme ve konuya ilgisizlik olduğunu göstermiştir. Ayrıca, psikologların çalışma yerlerindeki görev alanlarının eğitimden ve danışmanlıktan oluştuğu tespit edilmiştir. Bulgular tartışılmış, alanın gelişimine katkı sağlayacak öneriler ve araştırma sınırlılıkları sunulmuş ve gelecekteki araştırmalar için tavsiyelerde bulunulmuştur.</i>

Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi : 16.08.2024	Submission Date : 16.08.2024
Kabul Tarihi : 12.11.2024	Accepted Date : 12.11.2024

* Sorumlu yazar e-posta: mervemamaci@gmail.com

1. Introduction

It is well known that people spend a significant portion of their time in the workplace, and at times, work life can become challenging and hazardous for employees. The International Labour Organization (ILO) reports that worldwide approximately three million workers lose their lives each year due to occupational accidents and diseases, noting a 5% increase in these deaths since 2015. It states that 2.6 million of these deaths are caused by occupational diseases, while 330,000 result from work-related accidents (ILO, 2023). When Turkey is examined, according to the Health and Safety Labor Watch (İSİG), at least 2,000 people lost their lives due to work-related accidents and 4,000 due to occupational diseases in 2023 (İSİG, 2024a). In addition, in the first nine months of 2024, 1,371 worker deaths have been recorded (İSİG, 2024b).

Although workplace accidents and fatalities are often detected through quantitative data, it can be challenging to identify deaths, accidents, and psychological disorders stemming from psychosocial risk factors and psychosocial hazards. Therefore, it is important to examine not only the physical conditions in the workplace but also those that may impact employees' psychological states. In this way, both the physical and mental health of employees can be protected, contributing to a healthier work environment. From this perspective, one way to achieve this improvement in workplaces might be through the employment of psychologists.

As is known, both the field of ergonomics and psychology are instruments in supporting work life from this perspective. Ergonomics and psychology are closely related research fields that share a common goal of improving employee overall well-being in workplaces. Ergonomics focuses on the relationship between workers and their work environment, using scientific research and interventions to design products, existing systems, and environments that help employees achieve a safe, efficient, and comfortable work life. Besides, ergonomics considers not only physical but also cognitive and social aspects of work to initiate sustainable environment (Sohrabi, 2021).

Also, the field of psychology is just as important in the workplace as ergonomics. From this perspective, both clinical psychology and organizational psychology hold significant essential in improving work life and should be addressed. Since, industrial and organizational Psychology (I-O Psychology) is a scientific branch that studies human behavior in workplaces and it focuses on individual and organizational behaviors to understand the relationship between them. This scientific discipline also helps to understand how people behave in the workplaces, how they react, and how they can be

motivated by implementing psychological interventions (Donaldson, Lee & Donaldson, 2019; Petery, Parker & Zoszak, 2021). In addition, it has been reported to be effective in various processes related to workplace productivity, training and assessment, and human resources (APA, 2014). On the other hand, clinical psychology in workplaces provides support to employees in overcoming challenges they face in their work life or in their personal life. For example, experts who are specialized in clinical psychology can employee assistance and clinical assessment services (Lowman, 1982). Hence, efforts to improve the work environment for employees are crucial. Both ergonomics and human factors play a critical role in establishing workplace safety by ensuring that work environments are safe, efficient, and satisfying, taking into account both physical and psychological aspects (Bridger, 2017).

In light of this information, the importance of creating both a healthy physical environment and a healthy psychological climate becomes evident for implementing ergonomic improvements and providing a suitable workplace for employees. Therefore, as a professional group, psychologists are valuable and important for improving workplace ergonomics by developing a better workplace in term of employee well-being, productivity and effectiveness of workplaces. Thus, examining the perspectives of psychologists through ergonomics, who are experts in workplaces is important in terms of both building a psychologically healthy environment and protect employees from occupational deaths, work-related deaths, workplace accidents, work related suicides - homicides, occupational diseases, occupational injuries, workplace injuries, psychosocial risk factors and in general workplace hazards.

When the literature is reviewed, no studies are found that examine the perspectives of psychologists in Turkey regarding the field of ergonomics. Therefore, it is hoped that this study will generate new questions for future researchers, providing an opportunity to involve social scientists and to expand the scope of research in this area. In this context one of the aims of this study is to understand psychologists' perspectives on ergonomics in Turkey, which can also be valuable for assessing how closely they feel connected to this field. This study also hopes to draw attention to the importance of hiring psychologists in the workplaces in Turkey, creating more job opportunities for experts, involving recent graduates. Additionally, it is expected to highlight the need for psychologists to enhance their knowledge in the field of ergonomics. Furthermore, various recommendations will be provided on how psychologists, with different areas of expertise, can assist workplaces in diverse

matters. The roles of these psychologists will be highlighted to show how they can contribute to improving mental health, enhancing work performance, and fostering a positive and healthy workplace environment. Moreover, this research is expected to shed light on the importance of clarified job roles and job titles for different specialties within psychology can contribute significantly to ergonomic initiatives in the workplace.

2. Literature Review

2.1. Workplace Related Psychosocial Factors

According to the ILO (1986) psychosocial factors and psychosocial hazards can arise from various organizational conditions, including the nature of the work, job design, organizational structure, employees' competencies related to their work, or management issues. Those can lead to even extreme adverse situations not only in terms of physical but also mental well-being such as suicidal ideation, suicidal behavior (Niedhammer, Pineau & Rosankis, 2024).

The Occupational Health and Safety Law No. 6331 in Turkey emphasizes both the physical and psychological well-being of employees and holds employers accountable for ensuring these aspects of workplace safety. The law states that employers take comprehensive measures to protect their employees from risks that can affect their physical health and safety, as well as their psychological well-being (Turkish Occupational Health and Safety Law, 2012). For example, The Social Insurance and General Health Insurance Law No. 5510, enacted in Turkey, highlights the importance of workplace accidents-occupational diseases and emphasizes that employees who suffer from workplace accidents have the right to safeguard their safety and social security. According to this law, workplace accidents are undesirable events that occur due to specific conditions at work or in the workplace (The Social Insurance and General Health Insurance, 2022).

Kocatepe and Parlak (2022) states that workplace accidents are generally evaluated based on dimensions such as environmental factors or errors made by employees, without focusing on why employees make these errors or why employee misbehaviors occur. The authors also emphasize that psychosocial support, in particular, can be beneficial in preventing and reducing workplace accidents.

From this perspective, workplaces are obligated to protect the mental and social health of employees, just as much as their physical health. This situation makes it necessary to employ clinical psychologists in workplaces. However, protecting the physical, mental, and social health of employees in the workplace is a complex issue that cannot be addressed solely at the individual level. Focusing

only on the personal characteristics or experiences of employees would be limiting. In this regard, it is also vital to examine the systems and structures within organizations. In this regard, it is crucial for industrial and organizational psychologists to be involved in such initiatives. In addition, it is important to ensure that the specialties and duties of the psychologists they employ are appropriately designated.

2.2. Ergonomic Risk Factors Related with Industrial and Organizational Psychology

Other workplace risk factors include lack of job variety, assigning tasks that are below or above the employee's skill level, excessive workload, irregular working hours, shift work, the employee's lack of a sense of control while performing their duties, and physical environmental factors such as the tools and equipment used, lighting, and noise in the workplace (International Labour Organization, 2022) However, creating a psychologically safe environment is just as important as creating a physically safe environment in terms of ergonomics and occupational health and safety.

Factors that are vital for ensuring psychological safety and workplace ergonomics are related with industrial and organizational psychology topics such as healthy communication, safe organizational climate that prevents violence, discrimination, and harassment, and an environment that offers positive interpersonal relationships, preventing social or physical isolation of employees. Additionally, it is important to have effective leadership skills, create an environment free from micromanagement and other faulty management practices, clearly and transparently share organizational roles with employees, provide opportunities for career development, and maintain a healthy work-life balance (International Labour Organization, 2022). It can be said that all these organizational factors influence the quality and sustainability of ergonomic efforts. Thus, the potential contributions of industrial and organizational psychologists to ergonomic initiatives should not be underestimated. Furthermore, for all these topics to function effectively in a workplace, human resources processes such as job analysis, recruitment and placement, performance evaluation, training, and compensation must also be conducted efficiently. It is important to note that industrial and organizational psychologists are responsible for those processes (American Psychological Association, n.d.).

2.3. Empirical and Review Studies on Workplace Psychology

According to the APA (n.d.), psychologists can take on various roles within Employee Assistance Programs (EAPs), including assessment, counseling, program development, administration, and providing psychological support. In the assessment role, specialists can utilize their expertise in diagnosis and treatment planning to evaluate employees' psychological health. Those specializing in counseling can offer support in areas such as conflict resolution, stress management, substance abuse prevention, and grief through brief therapy models. Thus, through the counseling process, people can become more functional in terms of their emotions, cognitions and behaviors, and this state of well-being can help productivity and efficiency in business life.

For example, in a study conducted by Bouzikos, Afsharian, Dollard, and Brecht (2022) with a total of 25 participants from Australia and New Zealand, the aim was to examine how Employee Assistance Programs (EAPs) predict employees' psychological health and to assess their effectiveness. The study results showed significant differences before and after the EAP intervention, indicating that psychological distress significantly decreased with the service provided, especially in cases where the psychosocial safety climate levels were high.

Another study aimed to evaluate the mental health of healthcare workers before and after psychological intervention provided by the Employee Assistance Program (EAP) during the pandemic. Conducted in China, the study included 1,198 participants, assessing their psychological health levels before and after receiving EAP services. The findings indicated a significant improvement in the mental health of healthcare workers following the psychological intervention (Xu et al., 2021). Therefore, based on the results of previous EAP activity studies, it can be stated that hiring experts to serve as clinical psychologists, similar to occupational physicians, in organizations is also crucial. However, providing only preventive mental health practices and counseling services to employees can be considered a limited approach in order to provide a healthy environment in business life.

Workplaces can only be created with a healthy environment and a structure where people are not exposed to psychosocial risks. When evaluated from this perspective, factors such as excessive workload, inappropriate job design, role confusion-ambiguity, conflicting demands, problematic decision-making processes, job insecurity, ineffective communication models, organizational culture and climate,

ineffective human resources processes that are not appropriately designed, and organizational change that are not managed well can affect the employee individually in terms of mentally and performance. For example, organizational change, as one of the psychosocial risk factors, is noted to be associated with positive outcomes for workplaces, such as efficiency, performance, and profitability, yet it may negatively impact employee health (Backhaus et al., 2024).

Related with this topic, a study conducted in 2022 examined the role of industrial psychologists in maintaining and enhancing employees' psychological well-being during the COVID-19 pandemic. During this period, workplaces adopted different working systems, with remote work being integrated into the business environment. The study focused on the effectiveness of industrial psychologists in managing levels of depression, loneliness, and fatigue among employees within the remote work model. Using a qualitative approach, the study involved 22 participants and applied interview techniques. It was found through participant interviews that industrial psychologists made significant contributions to helping employees adapt to these new working conditions (Moralo & Graupner, 2022).

With advancing technology, the work environment and the ways employees perform their jobs are also changing. While this situation has various advantages, it is also reported to bring several disadvantages for employees. According to the European Agency for Safety and Health at Work (2024), digital technologies can lead to work-related psychosocial risks and mental health issues. Advanced robotics and artificial intelligence, smart digital systems, and digital platform work, in particular, are reported to create risks for employees, such as excessive cognitive load, fear of job loss, isolation, data security concerns, time pressure, reduced worker autonomy, and weakened social relationships. Technologies like remote working systems and artificial intelligence for worker management are also indicated to contribute to issues with work-life balance, the blurring of boundaries between work and personal life, isolation, the need for constant connectivity, increased workload, stress due to continuous surveillance, and weakening of social relationships. Therefore, it is vital for industrial and organizational psychologists to be involved in technological advancements and to stay informed on these issues to contribute to their improvement.

Ulfert et al. (2024) state that in the evolving and changing work environments, the field of work and organizational psychology should not only focus on technology itself but also actively involve experts in integrating these technologies into the workplace.

They suggest that designs that consider employees' psychosocial needs can help establish a harmonious and functional human-technology interaction in work settings. The authors, in addition to potential contributions, note a lack of knowledge and interaction between the field of work and organizational psychology and other disciplines, especially highlighting that experts in work and organizational psychology do not sufficiently benefit from advancements in technology. They state that one reason for this is that each discipline tends to focus largely on its own field and often disregards the work of other disciplines.

When examining studies in Turkey, a review study conducted by Ercan and Çelik (2021) stands out. This study highlights various research on Occupational Health and Safety (OHS) within the Turkish literature. This study examined OHS research in Turkish through both quantitative and qualitative methods and compared the most-cited Turkish and English articles. The findings indicate that Turkish literature on OHS is limited, with minimal contributions from social and behavioral sciences, particularly regarding variables such as safety climate and safety culture. When comparing Turkish and English articles, it was noted that Turkish studies were predominantly conducted by researchers in engineering, while English studies were mainly conducted by researchers in psychology. Based on these findings, the authors recommend that researchers from the field of psychology, in particular, contribute to the Turkish literature on Occupational Health and Safety.

3. Method

In this research phenomenological design from the qualitative research methods, in-depth interview was used in the data collection stage. The aim of in-depth interview method is to gather detailed information which enables insight into a perspective, experiences, feelings, and the meaning from a specific topic or issue (Rutledge, & Hogg, 2020). In this framework, the semi-structured interview method was preferred in the research to understand their personal experiences in a private and confidential way (Yeo et al., 2013). The interview questions posed to the participants in the research framework were created within a certain topic unity which is basically about the field of ergonomics in workplaces and their perspectives, experiences, feelings and the meaning which they hold towards the field.

3.1. Participants

The sample of the study consists of 15 participants who voluntarily participated in the study with active work life in an organization as a psychologist with different expertises in Turkey. As well, convenience

sampling method was employed. The ages of the participants of the study ranged from 24 to 41.

Table 1. Demographic Information of Participants

Participant (Expertise Degrees)	Gender	Job Title
1 Clinical Psychologist	F	Industrial Psychologist
2 Clinical Psychologist	F	Clinical Psychologist
3 Clinical Psychologist	F	Clinical Psychologist
4 Clinical Psychologist	F	Clinical Psychologist
5 Clinical Psychologist	F	Workplace Psychologist
6 Clinical Psychologist	M	Workplace Psychologist
7 Clinical Psychologist	F	Clinical Psychologist
8 Clinical Psychologist	F	Workplace Psychologist
9 I-O Psychologist	F	I-O Psychologist
10 I-O Psychologist	M	Industrial Psychologist
11 I-O Psychologist	M	I-O Psychologist
12 Psychologist	M	Workplace Psychologist
13 Psychologist	F	Workplace Psychologist
14 Psychologist	F	Industrial Psychologist
15 Psychologist	M	Industrial Psychologist

A total of 15 interviews were conducted through face-to-face with each participant once between April and June 2023. The average age of the participants was 31.73, with an age range of 24 to 41. The participants held various expertise degrees: master's in clinical psychology (n = 8), master's in industrial and organizational psychology (n = 3), and bachelor's in psychology without master's degree or PhD degree. (n = 4). The experience of the experts participating in the research at their respective

institutions ranged from 6 months to 6 years. Their job titles at their workplaces were identified as clinical psychologist (n=4), industrial and organizational psychologist (n = 2), industrial psychologist (n = 4), workplace psychologist (n = 5). Participants both work as a full time (n = 7) and part-time (n = 8). The participants were from various sectors including telecommunications (n = 4), automotive (n = 4), industrial (n = 4), and service sector (n = 3). It was noted that, none of the participant have written job description. (Table 1).

3.2. Data Collection Procedure and Tools

Before starting the research, ethical approval was obtained from the Fenerbahçe University Social and Human Sciences Research Ethics Committee during the session held on 01.03.2023, with the decision number 2023/2. While obtaining data, demographic information form and semi-structured interview questions were used. Forms were prepared by the researcher and the participants were asked about their age, gender, the city where the workplace is located, the type of workplace (full time - part-time, etc.) and sector.

3.3. Interview procedures

An open-ended questionnaire has been prepared for use in the conducted interviews. The questions aim to understand the experts' perspectives on the topic. Interviews were conducted by the researcher who have background in psychology with dual degrees and expertise (both clinical psychology and I-O psychology). In qualitative research, it is recommended to conclude interviews when no new themes emerge and thematic saturation is reached. (Saunders et al., 2018). In addition, in this study, all participants were asked the same questions and the interviews were terminated once it was determined that thematic saturation had been reached, as no different answers were provided to the questions asked.

In Table 2 the interview guide and relevant prompts were presented.

Table 2. Interview Guide

Interview Questions

What is workplace ergonomics?

Have you received any training in the field of ergonomics? If so, what type of training was it?

Do you keep informed about the latest advancements and best practices in ergonomics? If so, how?

Do you measure the success and effectiveness of an ergonomic intervention in the workplace? If so, how?

Do you have any initiatives for measuring psychosocial risks in the workplace as a psychologist? If so, what methods do you use?

Have you been involved in a project incorporating ergonomic principles into workplace design? If so, would you please explain it?

Have you witnessed any ergonomic studies conducted by experts in your workplace?

Could you discuss your experience with providing ergonomic training to employees and its impact on reducing workplace injuries and enhancing employee well-being?

How do you think the fields of psychology and ergonomics could be related to each other?

In which way do you think psychologists can contribute to ergonomics?

Participants were allotted sufficient time to answer the questions. On average, the interviews lasted 25 minutes, ranging from 22 to 30 minutes. The interviews were audio-recorded and then transcribed by the researcher.

3.4. Data Analysis

The recorded interviews were analyzed and assessed using descriptive methods. The findings from the interviews were organized aligned with the main themes and presented accordingly. In this study, the findings and assessments for each topic were described in detail, including direct quotes from the experts' statements. The findings obtained in the research were evaluated by descriptively analyzing the interview data. Based on the findings, they were grouped under specific topics. This study employed thematic analysis as stated by Braun and Clarke (2006). The evaluations related to each subject were transferred descriptively by directly quoting the statements of the participants.

4. Results

Three main themes emerged from the obtained data: (a) *known branches of ergonomics* (b) *reasons behind knowledge limitations* and (c) *tasks of psychologists in the workplace*.

In this section, themes will be explained by sharing participants' narratives.

Theme 1: Known branches of ergonomics

The sub-theme forming the first theme has been identified as (i) *physical ergonomics*. It was observed that the majority of experts participating in the study had limited knowledge about what ergonomics is and its scope of work. From the statements expressed, it can be seen that the limited knowledge

of ergonomics is confined to physical ergonomics and references to cognitive and organizational ergonomics is limited.

Ergonomics is the compatibility of the job with the worker, compatibility of equipment with the human body, harmony between humans and their environment. P01

Ergonomics is a field that measures the suitability of machines or objects used to our bodies and helps to create appropriate items in this regard. P02

Ergonomics is a subfield of engineering and also medical doctors. It doesn't seem very relevant to psychologists to me; since the topic is more physical, I'm not sure what we can contribute. I'm not very familiar with this area...P03

When I think of ergonomics, the physical aspect comes to mind, and I'm finding it difficult to conceptualize ergonomics from a psychological perspective. It seems that ergonomics is mostly related to physical factors, so I'm not entirely sure what role we, as psychologists, would play in this. P04

The suitability of the tools we use to our bodies is a topic of ergonomics. P05

I can define ergonomics as the harmony between the human body and the objects used. For example, an ergonomic pillow or an ergonomic chair. I'm not sure. When the topic is physical, it feels like it's not really something we would be involved in. P06

I know ergonomics as a field that seeks to improve the suitability of objects used, such as chairs or desks, for humans in terms of health. P07

The suitability of things used in work life or daily life for humans. P09

Although experts have limited the field of ergonomics to physical ergonomics, it has been observed that some participants used expressions such as the following:

Ergonomics and psychology are indeed intertwined fields. For example, workplace stress, whether entirely absent or excessively intense, is detrimental to both the well-being of the employee and the workplace itself. Optimal levels of stress, on the other hand, are motivating and productive, connecting individuals to life. In this context, I believe that burnout is linked to excessive workplace stress. An employee who experiences burnout after prolonged exposure to intense stress might find relief through certain ergonomic interventions. The source of intense stress could be related to the interaction with the tools they use, the discomfort of their office seating, or even the workload. For instance, someone working under extreme heat is affected both physically and

mentally, which can lead to burnout. Reducing the temperature to a level that does not harm the individual, which is an ergonomic intervention, could alleviate stress and prevent burnout. In fact, employee well-being can also be considered within the scope of ergonomics. I believe it is important to see the impact of the intervention in the field or the applied unit. In this regard, I consider multiple parameters: the effect of the intervention on the well-being of the employee, the impact of the intervention on work efficiency, and how sustainable the intervention is within the system in the long term. P01

Actually, these two fields can be integrated. It depends on the perspective we take on the subject. An employee's physical condition affects their psychological state, and similarly, their psychological state impacts their physical condition. In this case, it's unreasonable to expect the same performance from every individual. This situation necessitates a focus on individual differences. For example, how appropriate is it for someone with a tendency to become easily distracted to operate critical machinery? But who should make this decision? How ethical is it to make such a decision based solely on observation without proper measurement? In my opinion, psychologists can contribute to ergonomic efforts in the workplace by conducting measurements and assessments. P10

Psychologists can investigate the characteristics of employees, the tasks they can perform, and their workload, and share these findings with the authorities within the system they are in. To ensure proper motivation in both individual and team work, they can provide support to employees. During this support, psychologists can explore the relationship between individuals' personality traits and the workload they can handle across different job areas, through both individual and observational studies, within the field of ergonomics. They can also develop coping strategies for issues related to workplace safety, working conditions, and potential conflicts with colleagues that may arise in the workplace. P11

Theme 2: Reasons behind knowledge limitations

The sub-themes forming the second theme has been identified as (i) *lack of training*, (ii) *limited access to experience*, (iii) *attributing responsibility to other professions*, and (iv) *disinterest in knowledge*.

One of the underlying reasons for lack of knowledge is seen as lack of training on the subject; the absence of any courses related to ergonomics during their professional life as well as during their undergraduate and graduate education.

I don't have any professional training on this subject. P01

I didn't get any education on this profession. P02

I have not received any training in this field. P03

I didn't get any course on this subject. P04

I don't have much idea about ergonomics, I don't have any training or certification in this field. P05

No I don't have any training for this. P06

I haven't seen such a subject in my undergraduate or graduate studies. I hear things about ergonomics from time to time, but I did not receive such training. P09

No, I don't have any training, any course or seminar. P10

I did not receive such training at work, and i did not receive such training from outside myself. P11

I don't have training about ergonomics. P13

I don't have any training on this subject. P14

No, i haven't seen a course or attended such a training. P15

When considering their roles in the workplace, participants largely shared that they had nearly limited experience with ergonomic studies in their work environment. One underlying reason for the lack of knowledge could be limited access to participate in ergonomic practices. In addition, experts who believe that ergonomics can only be measured through physical characteristics consider their experience with ergonomic assessments to be limited and indicate that this area is more likely to be evaluated by professionals such as occupational physicians and occupational health and safety specialists.

In my workplace, ergonomics-related tasks are handled by the human resources and occupational health and safety (OHS) departments mainly by engineers. I don't have much experience with these evaluations, and to my knowledge, psychologists in other companies don't typically work on these issues either. Since ergonomics typically deals with the physical structure of the workplace, I don't handle these tasks. As a result, I don't know how to measure its effectiveness. P03

From time to time, I hear about ergonomics-related studies, but I've never been involved in such work such as workplace design. P05

No, I've never been participated in a process for ergonomic design or workplace design. P06

Measuring the effectiveness of ergonomic interventions is not my responsibility; most probably it is being handled by the workplace

physician. I don't have any knowledge in this area. P08

As an industrial and organizational psychologist, I haven't conducted any work on such topics, nor have I participated in any measurements. I don't work in the field of ergonomics; those who likely work on this topic are occupational physicians or healthcare professionals. P09

I don't think detailed work on workplace design is being conducted where I work. I have not done any work on this topic, neither in this company nor elsewhere, and I have not received any such requests. P10

No, I have not participated in or witnessed any ergonomics study. P11

I don't know if anything is being done regarding workplace design in our company, but I have never been involved in such a project. P12

Participants mostly believe that the topic of ergonomic design in the workplace is not related to the field of psychology, and it is observed that they lack experience in both strategy development and participation in any projects related to this area. Since psychologists do not associate the field of ergonomics with their own profession, their interest in the subject appears to be limited, and they show little tendency to acquire specific knowledge or stay updated on recent developments in the field.

I time to time read from google or other scientific journals if i come across. P01

I don't follow because I don't consider it to be within my scope of responsibilities. P02

I don't specifically seek out or read about this topic, but if something that catches my interest comes up, I'll definitely read it. P03

I don't follow developments and practices in the field of ergonomics because it doesn't fall within my area of expertise. Although ergonomics-related topics occasionally come up at work, I haven't taken the time to look into them out of curiosity. As a result, I am not familiar with the latest innovations and practices in this field. P06

I don't specifically follow it... P09

No, I don't follow it ... P10

I don't have any interest on this subject. P13

No, i don't follow. Indeed, I'm not interested on that. P14

I don't follow. P15

Theme 3: Tasks of psychologists in the workplace

The sub-themes of the third theme are as follows: (i) identifying organizational and individual problems,

(ii) organizing training sessions. In the light of the data obtained from the participants, it has been revealed that the experts working as psychologists in the workplaces identify the situations that affect employees negatively throughout the organization and individually. It is understood that the trainings are not within the framework of Occupational Health and Safety, but rather personal development trainings.

Occasionally, during my visits to the factory, I notice that some employees are dissatisfied with their workplaces or roles. This dissatisfaction stems from various reasons such as tasks and interpersonal conflicts, and in such cases, I report the situation to the occupational physician. Actually, organizing training sessions is also among my responsibilities at work. For example, I conduct training on psychological first aid for employees in the event of a workplace accident. Being exposed to a workplace accident or witnessing someone who has been can be equally traumatic experiences, so I conduct such training. I'm not entirely sure if these trainings are related to ergonomics. However, I'm not involved in efforts specifically aimed at preventing workplace accidents. Additionally, I also conduct training related to psychology in terms of employee health, and of course, I also carry out individual psychotherapy sessions. P01

Although I have not developed or implemented any strategy to guide ergonomic practices in the workplace. I am aware of the psychosocial risks that employees are exposed to in the workplace. In my studies, I present my findings regarding these risks in my reports, but I am not sure how much they are taken into consideration. P02

Stress factors in the workplace can originate from individuals or from the system itself, as I have gathered from my clients. Those factors lead to psychosocial problems. In sessions I try to address the individual-related stress factors in our sessions, but I do not have the power to change the system-related stress factors, which is quite frustrating for me as well. It can sometimes be challenging to make progress solely by focusing on individual cases without addressing the broader system. I provide motivation training, offer practical solutions but not specifically related to ergonomics, workplace injuries or accidents. I offer training focused on general work life. P04

I work as a psychologist in an employee assistance program. Although I do not specifically evaluate psychosocial risks by scales, I occasionally identify instances of mobbing or similar adverse situations in some of my clients. My primary goal is not to conduct psychosocial risk assessment and measurement, but I do come across such data from

time to time. Occupational health and safety unit is probably responsible for this. P07

I have not provided any training on ergonomics or workplace injuries and such related topics. P14

As a psychologist, the training I provide generally focuses on topics such as motivation and communication skills. I have not conducted any training related to workplace accidents; the occupational health and safety department handles these matters. P13

From the interviews conducted, it was understood that psychologists working in different roles and with various expertises in workplaces do not directly participate in measuring psychosocial risks which is highly related with ergonomic studies. However, it was expressed that some experts have the opportunity to identify psychosocial risks within the scope of their job responsibilities indirectly. Additionally, psychologists acknowledge that stress is a psychosocial risk and mention that they provide various training sessions related to it, but it has been noted that these trainings are not related to ergonomic processes within the scope of occupational health and safety. Besides, they attribute the objective measurement of psychosocial risk factors to the occupational health and safety unit.

5. Discussion

In this study, information was obtained about the perspectives of psychologists towards the field of ergonomics working in various sectors working under the titles of industrial psychologist, clinical psychologist, workplace psychologist, industrial and organizational psychologist with various expertises. In the process of understanding psychologists' perspectives on the field of ergonomics, findings showed that patterns organized around three distinct themes: known branches of ergonomics, reasons behind knowledge limitations, and tasks of psychologists.

When examining the first theme, it was observed that psychologists largely reduce the field of ergonomics to physical ergonomics and have limited knowledge regarding other areas of ergonomics. When the reasons for this limited knowledge were investigated as a separate theme, underlying causes were identified as lack of training, limited access to ergonomic practice experience, attributing responsibility for the field to other professions, and a general lack of interest in the subject. Another finding showed that although some participants do not conduct psychosocial risk assessments, they are indeed involved in designing and conducting training sessions and providing counseling services. However, their awareness of these activities being

part of the broader field of ergonomics appears to be limited.

Additionally, it has been observed that psychologists with different expertises in workplaces have limited experience in topics such as objective psychosocial risk assessment and measurement, which are expected to fall within the interest of psychologists. It has been observed that specialists working in the employee assistance program indirectly share information about psychosocial risk factors based on the feedback they receive from clients in the organization. However, it is seen that they do not use any specific measures or tools aimed at identifying psychosocial risk factors in their workplaces.

Interestingly, according to data obtained from the personal information form, it has been observed that specialists do not have written job descriptions. As is known, just like in other professions, having clear role definitions for psychologists will help protect them from psychosocial risks. According to Rizzo et al. (1970), role conflict arises when an individual face competing demands while trying to fulfill multiple roles or expectations in their job. This conflict occurs when the demands are not compatible with the individual's skills or abilities. In addition, role ambiguity reflects the degree of clarity regarding one's job description and duties, as well as the understanding of organizational rules, authority, empowerment, time schedules, and the predictability of consequences, both positive and negative, for specific behaviors and attitudes. Role conflict and role ambiguity in various professions have been found to be related to variables such as job stress (Alblihed et al., 2022), burnout (Mwakyusa & Mcharo, 2024; Kim & Stoner, 2008), mental health problems (Schmidt, Roesler, Kusserow & Rau, 2012), decreased job satisfaction, reduced job performance (Wu, Hu & Zheng, 2019), and higher turnover rates (Li, Shi, Qian & Mo, 2023). When studies on psychologists are examined, it has been found that they are exposed to various stressors while performing their duties (Berjot, Altintas, Grebot, & Lesage, 2017) and, as a result of these stressors, they can experience burnout (Rupert, Miller, & Dorociak, 2015). Specifically, the outcomes of burnout among psychologists include decreased professional competence, interpersonal problems, and negative work outcomes (Morse et al., 2012). Therefore, it is highly essential to ensure that psychologists' working conditions are healthy.

Findings also showed that psychologists often hold titles within their workplaces that do not fully align with their areas of expertise. Additionally, terms such as "workplace psychologist," translated from English into Turkish as "İş yeri psikoloğu" or "Kurum psikoloğu" lacks clearly defined role, and can be stated as ambiguous titles with unclear responsibilities. This may lead to confusion among

employers and employees regarding what to expect from the specialist, and could also result in role conflict or role ambiguity for the psychologist. Furthermore, this can lead to various issues from a professional standpoint and for workplaces, such as creating expectations that do not align with the individual's competencies and skills, resulting in poor job performance and hindering the proper representation and functionality of the field. Consequently, this situation may result in other employees within the organization not receiving appropriate services. Thus, based on the key findings of the study, it is recommended that psychologists be employed in roles that align with their specific areas of expertise, and that their titles be assigned accordingly. From this perspective, it can be suggested that the subfields of psychology need to be better promoted and clearly identified.

When the literature is reviewed Ayca (1998) states that industrial and organizational psychologists should not take on tasks and responsibilities outside their areas of expertise. For example, it is not appropriate for industrial and organizational psychologists to undertake duties defined for clinical psychologists within workplaces or vice versa. In this context, the research emphasizes the importance of gaining a closer understanding of the psychology field and its sub-branches within the sectors and business life in Turkey. The second point is that industrial and organizational psychologists can assume an educator role when needed. For instance, an industrial and organizational should provide accurate information to the workplace about the usage of scientifically valid and reliable tests in HRM, particularly when unscientific tests are being used. At this point, it can be said that for ergonomic initiatives to advance in workplaces, it is important for I-O psychologists to take on a practitioner role by developing and implementing assessment tools for identifying psychosocial risk factors. This role could extend beyond just providing services within the framework of employee assistance programs, allowing psychologists to contribute more directly to ergonomics-related efforts.

As is known the increase in psychology undergraduate programs in Turkey seems particularly remarkable. Various authors have noted a significant increase in the number of psychology programs at universities in Turkey over the past two decades (Arık, 2015; YökAtlas, 2022, as cited in Arıkan, 2022). While there were only 13 undergraduate psychology programs in 2000 (Arık, 2015), the current number has risen to 147, including those in universities in Northern Cyprus (YökAtlas, 2024). These statistics are concerning in terms of the risk of unemployment for new psychology graduates, given the increase in psychology programs in Turkey. As a developing

country, Turkey's possible loss of skilled workforce is of critical importance for the country's economic development. For this reason, it would be beneficial for recent psychology graduates to focus on ergonomic studies for broader understanding of workplaces. In addition, incorporating courses on ergonomics into the curriculum, especially at the master's and doctoral levels, and training specialists in the field of ergonomics will provide benefits through a multidisciplinary approach.

As is well known, industrial and organizational psychologists deeply examine human behavior within organizations using methods such as surveys, focus groups, interviews, and analysis of external factors. They utilize this information to implement changes at the individual, group, and entire organizational levels. In this context, their job descriptions can be formulated based on these roles. These roles include; participating in job analysis processes, being involved in recruitment and placement processes, determining appropriate interview techniques for hiring, creating objective assessments and measurements, evaluating employee performance based on job analysis criteria, designing and implementing training programs as needed, observing employees' work environments and collecting data on both the physical and psychosocial aspects of ergonomics, measuring these data, facilitating and monitoring organizational change and development during ergonomic modifications, and providing management coaching to executives and leaders by studying organizational leadership (O*NET Online, n.d.).

Moreover, clinical psychologists can also contribute to ergonomic processes in workplaces in various ways based on their work tasks. Clinical psychologists who provide this contribution are required to adhere to professional ethical standards while giving services to employees and business owners. Therefore, it is crucial that professional rules, company expectations, and professional roles are fully aligned. The contributions of clinical psychologists to workplace ergonomics can be expressed as follows; conducting individual and group sessions with employees to identify psychosocial risk factors using their psychotherapeutic skills, helping employees gain insight into their emotional and mental states; implementing interventions to maintain and enhance overall well-being; assessing the risk of employees causing harm to themselves or others within or outside the organization in case of potential threats, identifying individuals at psychological, emotional, or behavioral risks, and collaborating with occupational physicians and occupational health and safety units to provide

psychosocial support to these individuals (O*NET Online, n.d.).

In conclusion, this study is significant in understanding the perspectives of psychologists with the field of ergonomics, especially as it addresses a previously unexplored topic. From this point, the study highlights that psychologists could be considered a necessary professional group for implementing ergonomic activities in workplaces and that psychologists' competence levels could be enhanced through education in ergonomics. Furthermore, including social scientists in future studies will provide valuable contributions to the field and conducting longitudinal studies at regular intervals will be beneficial in understanding psychologists' roles in the field, as well as in assessing their development and identifying areas for improvement within the profession.

As with any research, this study also has its limitations. Firstly, the study was conducted by a single researcher, which raises the issue of researcher bias. Thus, for further studies it would be beneficial to involve multiple researchers to enhance the reliability of the findings. Another limitation is the small sample size of the participants in the dataset, which may have reduced the generalizability of the findings. Hence, future research in this area would benefit from increasing the number of participants to achieve more comprehensive results. Finally, the use of mixed methods, combining both qualitative and quantitative approaches, in future studies could enhance the reliability of the findings.

Acknowledgment

I would like to thank the psychologists who were participated and contributed for this study.

Conflict of Interest

No conflict of interest has been declared by the authors.

References

- Alblihed Åberg, M., Staats, E., Robertson, J., Schiöler, L., Torén, K., LaMontagne, A. D., Söderberg, M., Waern, M., & Nyberg, J. (2022). Psychosocial Job Stressors and Risk of Suicidal Behavior: An Observational Study Among Swedish Men. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 48(6), 435-445. <https://doi.org/10.5271/sjweh.4039>
- American Psychological Association. (n.d.). *Industrial and organizational psychology*. American Psychological Association. Retrieved 2024, November 1, from <https://www.apa.org/ed/graduate/specialize/industrial>

- American Psychological Association. (n.d.). *Employee Assistance Programs (EAPs): An opportunity to diversify your practice*. APA Services. Retrieved November 4, 2024, from <https://www.apaservices.org/practice/business/marketing/building/employee-assistance>
- American Psychological Association. (2014). *Education and training in industrial and organizational psychology*. <https://www.apa.org/education-career/guide/subfields/organizational/education-training.pdf>
- Arık, E. (2015, November 23–25). The impact of 2023 targets on psychology departments [Oral presentation]. *14th National Social Sciences Congress*, Ankara, Turkey.
- Arıkan, S. (2022). The career adaptability of psychology students: The roles of demographic variables, personality, and positive psychological capital. *Studies in Psychology*, 42(2), 427-471. <https://doi.org/10.26650/SP2022-997542>
- Aycan, Z. (1998). Endüstri ve Örgüt Psikolojisi Alanında Etik Uygulamalar. *Türk Psikolojisi Dergisi*, 13(42), 47-50.
- Backhaus, I., Lohmann-Haislah, A., Burr, H., & et al. (2024). Organizational change: Challenges for workplace psychosocial risks and employee mental health. *BMC Public Health*, 24, 2477. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19815-w>
- Berjot, S., Altintas, E., Grebot, E., & Lesage, F.-X. (2017). Burnout risk profiles among French psychologists. *Burnout Research*, 7, 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.burn.2017.10.001>
- Bouzikos, S., Afsharian, A., Dollard, M., & Brecht, O. (2022). Contextualizing the Effectiveness of an Employee Assistance Program Intervention on Psychological Health: The Role of Corporate Climate. *International journal of environmental research and public health*, 19(9), 5067. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095067>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.
- Bridger, R. S. (2017). *Introduction to human factors and ergonomics*. CRC Press.
- Donaldson, S.I., Lee, J.Y. & Donaldson, S. I. (2019). Evaluating Positive Psychology Interventions at Work: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Applied Positive Psychology*, 4, 113–134. <https://doi.org/10.1007/s41042-019-00021-8>
- Ercan, S., & Çelik, S. (2021). İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Araştırmalarında Psikolojinin Yeri: Türkçe Ve İngilizce Alan Yazın Arasında Betimsel Bir Karşılaştırma. *Psikoloji Çalışmaları*, 41(1). <https://doi.org/10.26650/SP2020-0107>
- International Labour Organization [ILO] Psychosocial Factors at Work: Recognition and Control. International Labour Office; Geneva, Switzerland: 1986. (Occupational Safety and Health Series No. 56). https://webapps.ilo.org/public/libdoc/ilo/1986/86B09_301_engl.pdf
- International Labour Organization. (2022). *Psychosocial risks and stress at work*. <https://www.ilo.org/resource/psychosocial-risks-and-stress-work>
- International Labour Organization. (2023, November 26). *Nearly 3 million people die from work-related accidents and diseases each year*. <https://www.ilo.org/resource/news/nearly-3-million-people-die-work-related-accidents-and-diseases>
- ISIG. (2024a). *2023 yılı SGK iş kazaları ve meslek hastalıkları istatistikleri değerlendirme panel haberi*. <https://www.isigmeclisi.org/21109-2023-yili-sgk-is-kazalari-ve-meslek-hastaliklari-istatistikleri-degerle#:~:text=%202023%20y%C4%B1%C4%B1%20verilerine%20g%C3%B6re%20yakla%C5%9F%C4%B1k,4000%20civar%C4%B1nda%20oldu%C4%9Funu%20s%C3%B6ylemek%20m%C3%BCmk%C3%BCn>
- ISIG. (2024b). *Yüksekten düşme, ezilme, patlama, yanma, elektrik çarpması, zehirlenme... Eylül ayında 152, yılın ilk dokuz ayında en az 1371 işçi hayatını kaybetti*. <https://isigmeclisi.org/21105-yuksekte-dusme-ezilme-patlama-yanma-elektrik-carpmasi-zehirlenme-e>
- Kim, H., & Stoner, M. (2008). Burnout and turnover intention among social workers: Effects of role stress, job autonomy and social support. *Administration in Social Work*, 32(3), 5–25. <https://doi.org/10.1080/03643100801922357>
- Kocatepe, S., & Parlak, Z. (2022). The effects of psychosocial factors on occupational accidents: a cross-sectional study in the manufacturing industry in Turkey. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics: JOSE*, 28(4), 2574–2581. <https://doi.org/10.1080/10803548.2021.2010904>
- Li, H., Shi, W., Qian, Y., & Mo, J. (2023). Role conflict and turnover intention among Chinese social workers: The roles of emotional exhaustion and job autonomy. *Journal of Social Service Research*, 49(5), 607–617.

- <https://doi.org/10.1080/01488376.2023.2254805>
- Lowman, R. L. (1982). Clinical psychology at work. *The Clinical Psychologist*, 35(3), 19-20.
- Moralo, T. S., & Graupner, L. I. (2022). The role of the industrial psychologist in managing the psychological impact of COVID-19 in the workplace. *Frontiers in Psychology*, 13, 920894. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.920894>
- Morse, G., Salyers, M. P., Rollins, A. L., Monroe-DeVita, M., & Pfahler, C. (2012). Burnout in mental health services: A review of the problem and its remediation. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 39, 341-352. <https://doi.org/10.1007/s10488-011-0352-1>
- Mwakyusa, J. R. P., & Mcharo, E. W. (2024). Role ambiguity and role conflict effects on employees' emotional exhaustion in healthcare services in Tanzania. *Cogent Business & Management*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2326237>
- Niedhammer, I., Pineau, E., & Rosankis, E. (2024). The associations of psychosocial work exposures with suicidal ideation in the national French SUMER study. *Journal of Affective Disorders*, 356, 699-706. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2024.04.042>
- O*NET Online. (n.d.). *Summary report for: 19-3032.00 - Industrial-organizational psychologists*. Retrieved August 5, 2024, from <https://www.onetonline.org/link/summary/19-3032.00>
- O*NET Online. (n.d.). *Summary report for: 19-3033.00 - Clinical and counseling psychologists*. Retrieved August 5, 2024, from <https://www.onetonline.org/link/summary/19-3033.00>
- Petery, G. A., Parker, S. K., & Zozzak, L. (2021). The importance of psychological contracts for safe work during pandemics. *Industrial and Organizational Psychology*, 14(1-2), 290-295. doi:10.1017/iop.2021.52
- Rizzo, J. R., House, R. J., & Lirtzman, S. I. (1970). Role conflict and ambiguity in complex organizations. *Administrative Science Quarterly*, 15(2), 150-163. <https://doi.org/10.2307/2391486>
- Rupert, P. A., Miller, A. O., & Dorociak, K. E. (2015). Preventing burnout: What does the research tell us? *Professional Psychology: Research and Practice*, 46(3), 168-174. <https://doi.org/10.1037/a0039297>
- Rutledge, P. B., & Hogg, J. L. (2020). In-depth interviews. In *the International Encyclopedia of Media Psychology* (pp. 1-7). Wiley-Blackwell.
- Saunders, B., Sim, J., Kingstone, T., Baker, S., Waterfield, J., Bartlam, B., & Jinks, C. (2018). Saturation in qualitative research: Exploring its conceptualization and operationalization. *Quality & Quantity*, 52(4), 1893-1907
- Schmidt, S., Roesler, U., Kusserow, T., & Rau, R. (2012). Uncertainty in the workplace: Examining role ambiguity and role conflict, and their link to depression—a meta-analysis. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 23(1), 91-106. <https://doi.org/10.1080/1359432X.2012.711523>
- Sohrabi, M. S. (2021). Ergonomics Role in Sustainable Development: A Review Article for Updates the Recent Knowledge. In: Black, N.L., Neumann, W.P., Noy, I. (eds) *Proceedings of the 21st Congress of the International Ergonomics Association* (IEA 2021).
- The Social Insurance and General Health Insurance Law. (2022). Law No. 5510. Retrieved from <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.55510.pdf>
- Turkish Occupational Health and Safety Law (2012). The Occupational Health and Safety Law No. 6331. <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.56331.pdf>
- Ulfert, A. S., Le Blanc, P., González-Romá, V., Grote, G., & Langer, M. (2024). Are we ahead of the trend or just following? The role of work and organizational psychology in shaping emerging technologies at work. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 33(2), 120-129. <https://doi.org/10.1080/1359432X.2024.2324934>
- Wu, G., Hu, Z., & Zheng, J. (2019). Role stress, job burnout, and job performance in construction project managers: The moderating role of career calling. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(13), 2394. <https://doi.org/10.3390/ijerph16132394>
- Xu, J., Liu, X., Xiao, Y., Fang, X., Cheng, Y., & Zhang, J. (2021). Effect of EAP psychological intervention on improving the mental health of medical workers under the novel coronavirus epidemic in China. *Frontiers in Public Health*, 9, 649157. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.649157>
- Yeo, A., Legard, R., Keegan, J., Ward, K., Nicholls McNaughton, C., & Lewis, J. (2013). In-depth interviews. In J. Ritchie, J. Lewis, C. M. Nicholls, & R. Ormston (Eds.), *Qualitative research practice: A*

guide for social science students and researchers.
Sage.

Yökatlas. (2024). All universities with psychology programs. Retrieved May 31, 2024, from <https://yokatlas.yok.gov.tr/lisans-bolum.php?b=10169>

HADDEHANELERDEKİ FİZYOLOJİK FAKTÖRLERDEN TERMAL KONFOR DEĞERİNİN İŞ VERİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

İrem TUNÇAY^{1*}, Muharrem ÜNVER²

¹ Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

ORCID No: <http://orcid.org/0009-0000-7147-5132>

² Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

ORCID No: <http://orcid.org/0000-0001-7587-6849>

Anahtar Kelimeler

Haddehane
Termal konfor
Çalışma koşulları
İş verimi

Öz

Demir çelik sektöründeki haddehanelerde çalışanların iş verimlerini etkileyen termal konfor faktörleri, özellikle çalışma koşulları için dikkate alınması gereken ergonomik konulardandır. Termal konfor, çalışma ortamındaki sıcaklık, nem, hava akışı gibi çevresel etmenlerin işçilerin zihinsel ve fiziksel performansını nasıl etkilediğini incelemektedir. Özellikle, haddehanelerdeki yüksek sıcaklık ve nem gibi zorlu koşulların işçilerin performansı üzerindeki etkileri derinlemesine araştırılmaktadır. Çalışma sürecinde optimum sıcaklık olan 20 °C 'den insanın dayanabileceği maksimum sıcaklık 40°C- 45 °C 'dir. Çalışmanın odak noktası, Karadeniz bölgesindeki haddehanelerdeki termal konforun iş verimine etkisinin değerlendirilmesidir. Bu değerlendirme, hem çevresel parametrelerin (sıcaklık, nem, hava akış hızı) hem de kişisel parametrelerin (metabolik aktivite seviyesi, giyinme durumu) dikkate alınmasıyla yapılmaktadır. Elde edilen veriler ve analizler, haddehanelerde termal konforun sağlanmasının iş verimini nasıl etkilediğini ortaya koymak ve iyileştirme önerileri geliştirmek için kullanılmaktadır. Sonuç olarak, çalışmada %5 ile %10 arasında haddehanelerde sıcaklık memnuniyet sağlanması planlanmaktadır. Bu çalışma, haddehanelerde çalışanların sağlığı, güvenliği ve verimliliği açısından kritik öneme sahip olan termal konfor konusunu ele almaktadır. Elde edilecek sonuçlar, hem işletmelere hem de çalışanlara daha sağlıklı ve verimli çalışma ortamları oluşturmak için yol göstermektedir.

EFFECT OF THERMAL COMFORT VALUE ON WORK EFFICIENCY FROM PHYSIOLOGICAL FACTORS IN ROLLING MILLS

Keywords

Rolling mill
Thermalcomfort
Working conditions
Work efficiency

Abstract

In this study, the factors of thermal comfort that affect the work efficiency of employees in rolling mills in the iron and steel sector are discussed. Thermal comfort, which involves environmental factors such as temperature, humidity and airflow in the working environment, is examined to see how it impacts mental and physical performance. Specifically, the study investigates the effects of harsh conditions, such as high temperature and humidity, on worker performance in rolling mills. The study evaluates the optimum temperature of 20 °C during the operation process and the maximum temperature that people can withstand, which ranges from 40 °C to 45 °C

The focus of the study is to evaluate the effect of thermal comfort on work efficiency in rolling mills in the black sea region. This assessment takes into account not only environmental factors (temperature, humidity, airflow rate) but also personal parameters (metabolic activity level, clothing status). The data obtained and the analyses conducted are used to reveal how the provision of thermal comfort in rolling mills affects work efficiency and to develop improvement suggestions. As a result, the study aims to ensure temperature satisfaction in rolling mills between %5 and %10. This study addresses the issue of thermal comfort, which is critical for the health, safety and efficiency of those working in rolling mills. The result obtained will guide both businesses and the creation of more efficient working environments.

Araştırma Makalesi

Research Article

Başvuru Tarihi : 07.07.2024

Submission Date : 07.07.2024

Kabul Tarihi : 19.10.2024

Accepted Date : 19.10.2024

* Sorumlu yazar e-posta: irem.tuncay04@gmail.com

1. Giriş

Geleneksel olarak, sanayi tesislerindeki ergonomi odaklı çalışmalar, fiziksel ekipmanların ve iş süreçlerinin optimize edilmesine odaklanmıştır. Ancak, iş yerlerindeki sıcaklık ve nem gibi çevresel faktörlerin iş verimine etkisi giderek artan bir ilgi odağı haline gelmektedir. Özellikle, haddehanelerde çalışanlar gibi termal açıdan zorlu ortamlarda çalışan işçiler için, termal konforun sağlanması, iş sağlığı ve güvenliğinin yanı sıra iş performansı açısından da hayati bir etkiye sahiptir. Haddehaneler, yüksek sıcaklık, toz ve nem gibi zorlu koşullara sahip işyerleridir. Bu nedenle, termal konforun buradaki iş verimine etkisi daha da önemlidir.

Araştırmada, "Haddehanelerdeki Termal Konfor Değerinin İş Verimi Üzerindeki Etkisi" başlığı altında, sıcaklık, nem ve hava akışı, ısı konforu gibi çevresel faktörlerin iş performansı üzerindeki etkileri derinlemesine incelenmiştir. Ayrıca termal konforun belirlenmesi için gerekli olan ortamın termal etkisinin hesaplanması ile ilgili, PMV(Tahmini Ortalama Oy) ve PPD(Tahmini Memnuniyetsizlik Yüzdesi) değerlerinin arasındaki ilişkiye değinilmiştir. Haddehaneden alınan veriler üzerinde araştırmalar yapılmış olup değerlendirme sonucunda alınabilecek önlemler için çizelge oluşturulmuştur. Oluşturulan çizelgeye göre termal konforu iyileştirmek amaçlanmıştır. Haddehanelerde kullanılan makineler dikkate alındığında, bazı alanlarda daha ayrıntılı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Çalışmadaki ölçüm yapılan bölümler, hadde ve merdane bölümleridir. Geleneksel endüstriyel yaklaşımlardan ziyade, çalışanların termal konforunu artırmak için yeni stratejiler ve teknolojilerin nasıl kullanılacağına odaklanılmıştır. Elde edilen bulguların, işletmelerin verimliliği artırmak için nasıl bir fırsat sunduğu ayrıca tartışılmıştır.

Sonuç olarak, haddehane gibi ısı işlemlerin zorunlu olduğu durumlarda ısı işlem gereksinimlerini karşılamak için, sıcaklık maruziyetinin kaynağına müdahale edilemediği durumlarda, çalışanların termal konfor koşullarının iyileştirilmesi, öncelikle çalışanların sağlığına ve ardından üretim verimliliğine olumlu yönde katkıda bulunmaktadır. Haddehanelerdeki işçilerin sağlığı, refahı ve performansı arasındaki bağlantıları anlamak, sadece işyeri koşullarını iyileştirmekle kalmayacak, aynı zamanda endüstriyel süreçlerin ve işletmelerin genel performansını da artırmaktadır. Bu çalışma, termal konforun iş verimine olan etkisi üzerine daha fazla araştırma ve uygulama yapmak için bir ilham kaynağı olmayı hedeflemektedir.

2. Bilimsel Yazın Taraması

İnsanların zihinsel ve fiziksel performansı, yüksek tatmin sağlayan ortamlarda artmaktadır. Bu sebeple insanoğlu uzun yıllar, konforlu ortamlar kurmak için çeşitli ısıtma, soğutma ve iklimlendirme sistemleri geliştirmişlerdir. Isıl konforun ölçümü, Danimarkalı bilim insanı P. O. Fanger tarafından 1970'lerde geliştirilen bir model ile yapılmaktadır. Bu model, ısı konforu etkileyen kişisel ve çevresel faktörlerin matematiksel bir ifadesini sunmaktadır. PMV (Predicted Mean Vote) değeri, bu modelin sonucunda ortaya çıkan bir matematiksel terimdir ve bir ortamda bulunan insanların yüzde kaçının ısı konfordan memnun olduğunu gösteren PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) değeri de hesaplanabilmektedir. (Fanger,1970)

Bu çalışma, ısı konforun insanların üretkenliği üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Literatürde yapılan çalışma incelendiğinde, konforlu bir ortamda çalışanların daha yüksek konsantrasyon ve verimlilik gösterdiği gözlemlenmiştir. Burada, PMV ve PPD gibi parametrelerin önemi vurgulanmakta ve bu değerlerin nasıl optimize edilebileceği üzerine öneriler sunulmaktadır. (Seppanen, Fisk & Lei,2006;Lan,Lian&Pan,2010).

İş ortamında aşırı ısı, çalışanların verimliliğini düşürmektedir. Bu durum, çalışanlarda baş ağrısı, tükenmişlik, sinirlilik ve hatalı işlerin ortaya çıkmasına yol açabilir. Ayrıca, yüksek sıcaklık çalışanlarda, iş becerilerinin azalmasına ve iş kazalarının artmasına da yol açmaktadır. (Baltaoğlu,1988)

İlgili literatürde yapılan araştırma incelendiğinde, optimal ısısal koşulların iş verimliliği üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmüştür. (Fanger,1970; ASHRAE Handbook,2021).

Isıl konfor, çalışanların iş ortamından duydukları memnuniyet ve kişisel unsurlar ile belirlenir ve duyuşsal algılamalarla ilişkilidir. Ergonomi ise, çalışanlar, ekipmanlar ve çevre arasındaki ilişkileri düzenleyen temel ilkeleri inceleyen bir disiplindir. Ayrıca, ergonomi iş ortamındaki etkenler ile insan vücut özellikleri, performansı ve gücü arasındaki ilişkileri inceler. Çalışma koşulları, özellikle ortam koşulları, nemlilik ve hava akımı gibi faktörler tarafından etkilenmektedir. (Erkan, 1997).

Örneğin, çevreye ısı veren fırınlar gibi yüksek sıcaklıkta veya düşük sıcaklık değerlerinde çalışmanın iş performansını önemli bir ölçüde azalttığı gözlemlenmiştir.

İnsan bedeni, metabolizması ve solunum faaliyetleri ile termal bir sistem olarak işler. Belirtilen sistemde, vücut sıcaklığı genellikle 37 ile 37.5°C arasında sabitlenmiştir; deri yüzey sıcaklığı ise 31.5°C-33,5°C arasında değişir. Araştırmalar, deri sıcaklığındaki 1-3 °C arasındaki değişikliklerin genellikle insanları

rahatsız etmediğini göstermektedir. (Avcı ve Yiğit, 1997).

Uluslararası İç Ortam ve Uluslararası Enerji Merkezi tarafından yapılan araştırmalar neticesinde, iş yeri çalışanlarının performansını belirleyen faktörler arasında iç ortam hava kalitesinin önemli bir rol oynadığı gözlemlenmektedir. Örneğin; literatürde taşıt sürüş performansının sıcak, soğuk ve nötr ortam koşullarında nasıl değiştiğini inceleyen deneysel bir çalışmada, sıcak koşullarda bulunanların genellikle "sıcak" cevabı verdiği ve sürüş performanslarının yaklaşık olarak %13 civarında azalmakta olduğu, ortamın soğuk olduğu ortamda bulunan test edilen kişilerin ise cevaplarının "soğuk" ile "çok soğuk" arasında değiştiği ve sürüş performanslarının %16,5 civarında azalma gösterdiği sonuçlarına ulaşılmıştır. (Daanen ve diğ., 2003). Bu çalışma, iç ortam hava kalitesinin iş verimliliği üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Yüksek sıcaklığın insan vücudu üzerindeki tesirleri, organizmanın iç ısını dışarı atarak terleme yoluyla soğumaya çalışmasıyla ortaya çıkar. Bu koşullarda vücut, iç ısısının dışarıya aktararak serinlemeye çalışır. Ancak, ter buharlaşması, etkili bir soğutma mekanizması olmasına rağmen, yüksek sıcaklıklarda sürdürülebilirliği sınırlıdır. (Hayta, 2007). Bu çalışma, yüksek sıcaklıktaki işyerlerinde çalışmanın insan vücudu üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Optimal çalışma koşullarının sağlanması, çalışanların sağlığı ve performansı açısından büyük önem taşımaktadır.

Fanger'in PMV (Predicted Mean Vote) metodu uluslararası düzeyde kabul görmüş ve termal konforun değerlendirilmesinde temel bir metot olarak kullanılmaktadır. Termal konfor standartları, Avrupa kıtasında Uluslararası Standardizasyon örgütü 7730, ABD ve Kanada da ise ASHRAE standart-55 olarak sıkça kabul edilmektedir. (Hoof ve Hensen, 2007).

Düşük enerjili bir klimanın etkinliği için ideal hava koşulları, ortalama 23.5°C sıcaklık ve %56 nem içermelidir (Khan ve Rasul, 2007).

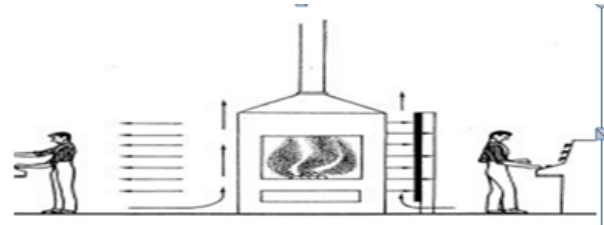
Isıl konforun belirlenmesinde uluslararası olarak kabul gören Fanger'in PMV metodu, bilim dünyasında yüksek bir itibara sahiptir (Hoof, 2008)

2011 yılında NIOSH, Mesleki Güvenlik ve Sağlık idaresi (OSHA) ile birlikte iş hastalığı hakkında ortak markalı bir bilgi sayfası yayınladı. Bu birleşik çaba sayesinde, su tüketimi de dahil olmak üzere birçok öneri güncellendi. Ayrıca, ısıya bağlı hastalıkların risklerini ve semptomlarını artıran faktörler daha ayrıntılı olarak tanımlanmıştır. 2013 yılında NIOSH, "Isıya Bağlı Hastalıkların veya Dış Mekân İşçilerinin Ölümünün Önlenmesi"ni yayınladı. Dış mekân çalışanları, büyük miktarda efor ve çevresel iş

stresine maruz kalır. Giysi yalıtım faktörleri mevcut Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) tavsiyelerini yansıtmak şekilde güncellenmiş olsa da ısı dengesi ve ısı değişimi ile ilgili temel bilgilerle ilgili bölümler büyük ölçüde değişmeden kalmaktadır. Isının biyolojik etkileri hakkında ek bilgiler, özellikle merkezi sinir sistemi, dolaşım düzenlemesi, terleme mekanizması, H₂O ve elektrolit dengesi ve diyet faktörlerinin anlaşılmasını artıran son çalışmalarla mevcut hale gelmiştir. Bir işçinin ısıya bağlı hastalık riskini artırabilecek risk faktörleri hakkında yeni bilgiler oluşturulmuştur. 60 yaşın üzerindeki ısı bozukluklarından muzdarip ek risk altındadır (Kenny ve ark. 2010).

Ağır işler sırasında vücudumuz daha fazla oranda enerji üretmektedir. Bu durumda daha fazla ısı üretimi sağlar. Terleme düzeyi, vücut ısısı ve çevresel sıcaklık uyumu bu durumları etkileyebilmektedir. (Temur, 2011).

Radyant ısı (termal radyasyon) hava akımına ihtiyaç duymadan iletilen ve bir yüzeye temas etmedikçe sıcaklık artışı oluşturmayan elektromanyetik bir enerjidir. Örneğin, çalışma ortamlarında yapılan görevlerin doğası gereği ısınan bölgeler bulunabilir. Bu bölgelerden yayılan ışıma, çalışanların konforuna etkileyebilir. Radyant ısıdan korunma enerji yaymakta olan makine ve işçi arasında ışımayı ve sıcaklığı yansıtabilecek bir malzemenin yerleştirilmesidir. Şekil 1'de ışıma olayı gösterilmektedir. (İmancı, 2014; Zuhur,2023)



Şekil 1. Sıcaklık Yayan Ocak Ve Işıma

Radyant ısıdan korunma stratejileri şunlardır; Radyant ısı kaynağıyla çalışan alanlarda, yüksek yansıtma katsayısına sahip koruyucu malzemeler kullanılmalıdır. Ayrıca radyant ısı yayan yüzeyler, radyant ısıyı azaltmak için düşük ışıma kapasiteli boyalar ve kaplamalarla kaplanarak ışıma azaltılabilir (İmancı, 2014).

Aşırı sığağa maruz kalan yada iç veya dış mekanlar olarak sıcak ortamlarda çalışan işçiler, hatta yorucu fiziksel aktivitelerde bulunanlar bile ısı stresi için risk altında olabilir. Aşırı ısıya maruz kalmak, sıcak çarpması, sıcak yorgunluğu, ısı senkopu, ısı krampları, ısı döküntüleri veya ölüm dahil olmak üzere sıcak stresinden kaynaklanan meslek

hastalıklarına neden olabilir. Isı ayrıca, terli avuç içi, buğulu koruyucu gözlükler, baş dönmesi ile sonuçlanabileceği ve akıl yürütme yeteneğinden sorumlu beyin fonksiyonunu azaltarak ek tehlikeler yaratabileceği için çalışanların yaralanma riskini de artırabilir. Yanıklar gibi diğer ısı yaralanmaları, sıcak yüzeyler, buhar veya yangınla temas sonucu ortaya çıkabilir. Isı stresi riski altındakiler arasında dış mekân işçileri ve itfaiyeciler, fırın işçileri, çiftçiler, inşaat işçileri, madenciler (özellikle yüzey madencileri), kazan dairesi işçileri ve fabrika işçileri gibi sıcak ortamlardaki işçiler yer almaktadır. (Jacklitsch,2016)

Isıl konfor parametrelerinden ısı, nemlilik ve hava akım hızı, çalışanların sağlığı ve güvenliği açısından büyük öneme sahiptir. Sıcaklık değerinin çok düşük veya çok yüksek olması, nem seviyesinin uygun görülen düzeyde olmaması ve hava hareket hızının uygun görülen seviyenin dışında olması, çalışma ortamlarını olumsuz etkileyerek iş yeri verimliliğini düşürebilir. Bu tür uygun olmayan termal konfor koşullarının, iş kazalarının artmasına ve dolayısıyla verimlilik ve üretimde azalmaya yol açtığı gözlemlenmiştir. (Coşkun vd., 2017).

Ortam sıcaklığı düşürülmediğinde, çalışanlarda çeşitli sağlık sorunları ortaya çıkabilir. Fazla terleme kas işlevinde düzensizliklere yol açarak, beklenmedik kasılmalarla kendini gösterir ve ısı kramplarına neden olabilir. Vücut ısısı dengesi bozulur ve vücut sıcaklığı 40°C'ye kadar yükselirse, beyin hasarına ve hatta ölüme yol açabilen ciddi bir durum olan ısı-güneş çarpması meydana gelebilir. Terlemeye fazla maruz kalmak nedeniyle vücutta sıvı eksikliği, kan basıncı düşüklüğü ve baş dönmesi ile sonuçlanan ısı bitkinliklerine sebep olabilir. Ayrıca deri dokusunda kaşıntılı leke oluşumu, moral bozukluğu, istek kaybı, konsantrasyon kaybı aşırı duyarlılık ve endişe gibi belirtiler görülebilir. (Karademir, 2017).

Çalışanların metabolizma hızını ve enerji üretimini etkileyen beslenme alışkanlıkları nedeniyle, kolay sindirilebilen hafif yiyecekler ve mevsime uygun menüler tercih edilmelidir. Isı yayan makineler, fırınlar gibi ısı kaynakları ile çalışanlar arasında güvenli bir mesafe bırakılması önemlidir. Ayrıca vücudu su ile soğutmak doğal bir yöntem olduğu için sık sık ılık suda durmak önerilmektedir (Aritan ve Tümer,2017; Özdamar,2019)

Çalışılan yerlerde termal konforu sağlamak aynı zamanda tehlikeli partikülleri ve gazları temizlemek için gerekli hava akım hızının sağlanması gerekmektedir. Bunu yapabilmek için yapılması gerekenler şunlardır: İş yerinin inşaatı aşamasında yeterli açıklıklar ve havalandırma delikleri sağlanmalıdır. Kirlilik oranının düşük olduğu alanlarda doğal havalandırma sistemleri kullanılmalı ve bu havalandırma işleminin yeterli olması için

açıklıklar ve havalandırma delikleri yeterli büyüklükte olmalıdır. Küçük hacimli çalışma alanlarında, fazla sayıda çalışan bulundurulmamalıdır. Çalışan sayısının fazla olduğu durumlarda mekanik havalandırma sistemleri kullanılarak gerekli kirlilik oranı düşük, oksijen oranı fazla hava temini ve hava akışı sağlanmalıdır (Emekçi, 2017; Zuhur,2023).

3. Materyal ve Yöntem

3.1 Materyal

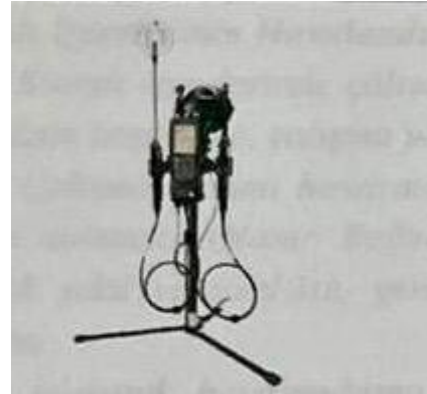
3.1.1 Termal Konfor Ölçüm Sistemi

Haddehane bölümlerinde uygulanan ölçüm sonuçlarını elde etmek için "Testo t480" termal konfor ölçüm cihazı kullanılmıştır.

Cihazın Özellikleri:

- Üstün Kaliteli dijital probalar ve akıllı kalibrasyon sistemi
- HVAC standartlarına uyum ve konfor seviyesi ölçümleri yapabilme
- Modern trackpad ve grafik ekran ile kolay kullanım sağlama
- PC yazılımı ile hızlı ve profesyonel rapor oluşturma imkânı

Aşağıda Şekil 2.'de Termal konfor ölçüm cihazı gösterilmektedir.



Şekil 2. Testo t480 Termal Konfor Ölçüm Cihazı

3.1.2 Isı Stresinin Değerlendirilmesi İçin Termal Çevre Ergonomisi: WBGT İndeksi (ISO 7243) Kullanımı

Sıcak ortamda çalışma prosedürü, TS EN ISO 7243 Standardı doğrultusunda ısı stresine maruz kalan çalışanların WBGT ölçütünün belirlenmesi ve değerlendirilip sonuçlandırılmasını içerir. Bu prosedürün geçerli olduğu sıcaklık aralıkları aşağıdaki gibidir. (Civil,2019)

- Yaş Hazne Sıcaklığı:5-40 °C
- Küre Sıcaklığı:20-120 °C

- Kuru Hava Sıcaklığı:10-60 °C

Küre yüzeyindeki sıcaklık, kürenin orta noktasına konumlandırılan dedektör aracılığıyla, siyah bir ısı emicinin hassas ölçümleri yapılır. (TS EN 27243,2002)

İş sağlığı ve güvenliği kurumu tarafından tavsiye edilen ölçüm aracı koşullarında ; TS EN 27243 ve TS EN ISO 7726.2001-11 standartlarında tavsiye edilen değerlendirme ölçütü ile koyu renge sahip , 0,15 m çapındaki küre tavsiye edilmektedir. Aşağıda verilen Şekil 3.'te Küre sıcaklık ölçüm aparatı gösterilmektedir (Öz vd.2018).



Şekil 3. Küre Isı Ölçümü Aygıtı

- Çap:150 mm, ortalama emisyon katsayısı :0,95 (mat siyah küre)
- Kalınlık: Mümkün olduğunca ince
- Ölçüm sınırları:20°C - 120°C arası
- Ölçüm doğruluğu:20°C-50°C arası alan: $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, 50°C ile 120 °C arası alan: $\pm 1^{\circ}\text{C}$ (Parsons K.,2006)

3.1.3 Anemometre

Anemometre, geçici rüzgar hızını ölçer, ancak patlamalar ölçüm sonuçlarını etkileyebilir. Bu nedenle, en doğru ölçüm, her 10 dakikada bir alınan verilerin ortalaması ile elde edilir. Ayrıca anemometre, rüzgarın maksimum hızını ortamda belirlemeye olanak tanır. (Portillo,2024)

Cihazın özellikleri:

- Sıcaklık, nem, basınç ve hava hızı ölçümü imkanı,
- RS232 ve RS485 çıkış seçenekleri,
- 4...20mA, 0...20 mA, 0...10V ve 2...10V analog çıkışlar,
- Düşük ve yüksek seviye alarm girişleri,

- Dahili ekran ile anlık veri takibi
- Deltamet 8 yazılımı ile bilgisayar kayıt ve grafik imkanı
- Sıcaklık ölçüm sınırları (-20_+80° C)
- Nem Ölçüm sınırları:(0_%100 RH)
- $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ Sıcaklık duyarlılığı,
- $\pm \%2.5$ nem duyarlılığı
- ± 0.5 mb basınç hassasiyeti

Aşağıda verilen şekil.4'de anemometre cihazı gösterilmiştir.



Şekil 4. Anemometre

3.2 Yöntem

Çalışma "Karadeniz Bölgesinde Orta Ölçekli bir haddehane"de gerçekleştirilmiştir. Haddehane fırın çıkışı CO ve CO₂ ölçümleri için Çankaya Çevre Ölçüm ve Analiz Laboratuvarında yapılan analizler kullanılmıştır. Ayrıca termal konfor ölçüm sistemi olarak Testo t480 kullanılmıştır.

İş yerindeki insanların çoğunun memnun olacağı ideal bir termal ortam sağlamak gerçekçi bir hedef olarak çıkar. Termal konfor, sadece oda sıcaklığıyla değil, çalışanların termal rahatsızlıktan şikayet etme durumlarıyla ölçülür. Çevresel ve kişisel faktörler, bu konforu etkileyen altı temel unsurdur ve her biri çalışanların genel termal konforuna katkı sağlar. İş

yerindeki şikayetleri azaltmak ve çalışanların verimliliğini artırmak için ısı ve nem gibi faktörlerin doğru şekilde düzenlenmesi önemlidir.

Termal konfor şartlarının belirlenmesi ve ölçülmesi için başvurulabilecek önemli standartlar arasında TS EN ISO 27243 ve TS EN ISO 7730 bulunmaktadır. Bu standartlar, memnuniyetsizlikleri 2 aşamada değerlendirir. Birincisi PMV (Tahmini Ortalama Oylama), ikincisi ise PMV değerine dayalı olarak hesaplanan PPD (Kişisel Memnuniyetsizlik Yüzdesi) değerleridir. Belirtilen değerler, çalışanların sağlıkları ve güvenlikleri açısından önemlidir. TS EN Uluslararası Standardizasyon Örgütü 7730'da -2 ile +2 değerleri arasında PMV değerleri ılık olarak kabul edilirken, 2 ve üstündeki sonuçlar sıcak ortamları temsil eder ve bu durumda TS EN ISO 27243 standardı kullanılır. Yüksek sıcaklık koşullarında WBGT (Islak Termometre Küre Sıcaklık İndeksi) hesaplaması TS EN ISO 27243 standardına göre yapılır.

PMV denklemi, Isıl Duyum Skalası tablosunda verilmiştir. Hesaplanan PMV değerlerinin insanlar üzerinde yarattığı hisler Tablo 1.'de açıklanmıştır.

Tablo 1. Isıl Duyum Skalası

PMV DEĞERİ	ANLAM	YORUM
3	Yüksek sıcaklık	Rahatsız edici şekilde bunaltıcı ve dayanılmaz.
2	Sıcak	Aşırı sıcak
1	Ilık	Dayanılabilir, sıcak.
0	Nötr	Konforlu
-1	Ilıman	Dayanılabilir ,serin.
-2	Serin	Çok serin.
-3	Soğuk	Dayanılmaz, soğuk.

Kapalı ortamda çalışan işçilerin rahatsız olma ve bunalmasının temel nedenlerinden biri, düşük hava akım hızıdır. Tıpkı diğer termal konfor şartları gibi, hava akım hızı da insandan insana değişkenlik göstermektedir. Çevrede 0,1 m/sn'den daha az hava hareketi olan yerler havadar değildir olarak ifade edilir ve bu durum çalışanlar tarafından göz ardı edilebilmektedir. İş yerlerinde uygun görülen hava akım hızı genellikle 0,1 m/sn ile 0,3 m/sn arasında makul seviyede olduğu söylenir. Hava akım hızı 0,5 m/sn'i aşması durumunda ortam hafif esintili olarak algılanır. 1,5 m/sn'yi geçen hava hızlarında ise çalışanlarda önemli derecede memnuniyetsizlik

yaratabilir ve verimlilik düşüşüne neden olabilmektedir. (Balanlı ve Öztürk(2005; McWilliams ve Sherman,(2005);Karaoğlu ve Ersoy,(2005; Zorer(19992))

Aşağıda verilen Tablo 2.'de hava akım hızlarının çalışanlar üzerindeki etkisi verilmiştir.

Tablo 2. Çalışma Türüne Göre Optimal Hava Akım Hızları

HAVA AKIM HIZI(M/SN)	ÇALIŞANLAR ÜZERİNDE ETKİSİ
0,1-0.2	Çalışanlar üzerinde olumsuz etkileri vardır. Ortamda havanın durgun ve havasız olduğu kabul edilir.
0.2-0.3	Haddehaneler için uygun hava akım hızı değildir. Ancak ofis çalışmaları için uygunluk gösterebilir.
0.3-0.5	Hafif endüstriyel işler için uygundur.
0.5-0.7	Çok hareket gerektiren işler için uygundur.
0,7- 1,0	Yüksek fiziksel efor gerektiren işler

3.2.1 Termal Konfor Ölçümü Genel Prensipleri (TS EN ISO 7730-TS EN 7243)

Termal konfor genellikle bir çalışma alanında çalışanların hem bedensel hem de zihinsel faaliyetlerini sürdürürken, sıcaklık, nem ve hava akımı gibi iklim koşulları bakımından rahat olmalarını ifade eder.

Çalışma ortamlarında yaşanan ısı etkileri ve konforsuz ortam şartları, iş kazalarının artmasına ve iş veriminin azalmasına neden olabilir.

Çalışma ortamının uygunluğunu değerlendirmek için termal konfor ölçümleri, insanın ortama ısı alışverişini etkileyen temel parametreleri ölçerek gerçekleştirilir. Ölçümler "TS EN 7243 ve TS EN ISO 7730" standardına uygun olarak yapılmaktadır. Kıyafet ve yapılan işin durumuna göre aşağıdaki Tablo.3 verilen çizelgeye göre yapılmaktadır.

Tablo 3. Kıyafet ve Metabolik Faaliyetlerin Seçiminde Kullanılan Sayısal Değerler

Kıyafet Seçimi	clo	m ² .C °/W	Metabolik Faaliyet	met	w/m ²
Kalın İş Kıyafeti	1.5	0.233	Çok Hareketli Ayakta	2.8	163.0
Kışlık İş Kıyafeti	1.0	0.155	Orta Hareketli Ayakta	2.0	116.4
İş Kıyafeti	0.7	0.109	Rahat Ayakta	1.2	69.8
Yazlık İş Kıyafeti	0.5	0.078	Oturarak Hareketli	1.2	69.8
Kısa Kollu İnce Kıyafetler	0.1	0.016	Rahat Oturarak	1.0	58.2

3.3 Risk Profili Oluşturma

Etkili liderler ve yöneticiler, organizasyonlarıyla karşılaştıkları riskleri tanımlar, bunları öncelik sırasına göre değerlendirir ve etkin bir şekilde kontrol etmek için gerekli adımları atarlar. Riskler geniş bir spektrumu kapsar, kalite, çevre, varlık ve sağlık güvenliği gibi çeşitli unsurları içerir. Öte yandan, bir alandaki sorunlar diğer alanları da olumsuz etkileyebilir. Risk profili oluşturulurken, risklerin oluşma olasılığı ve etki düzeyi yanı sıra her bir risk türü için ilişkilendirilen maliyetler göz önünde bulundurulur. Ayrıca, bu riskleri etkin bir şekilde yönetmek için uygulanan kontrollerin etkinliği de değerlendirilir.

Risk profili oluşturulurken aşağıdakileri kapsayan bir risk profili oluşturulur.

- Kurum veya kuruluşun karşılaştığı risklerin niteliği ve düzeyi; olumsuz etkilerin meydana gelme olasılığı
- Bu riskleri yönetmek için yürürlükte olan kontrollerin etkinliği

4. Uygulama

4.1 Termal Konfor Ölçümü Sonuçları

Aşağıda verilen termal konfor ölçümleri, Karadeniz Bölgesi'nde yer alan orta ölçekli bir haddehanede ölçülmüş olup haddehanenin hadde ve merdaneler bölümünde gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.'de termal konfor ölçümleri verilmiştir. Bu tabloda termal konforun belirlenmesine yönelik ölçüm sonuçları sunulmaktadır. Ölçümler çalışanların bulunduğu ortamın termal konfor şartlarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu bağlamda, ortamdaki sıcaklık, nem ve hava akımı gibi faktörler göz önünde bulundurulurken PMV ve

PPD değerleri hesaplanmıştır. Ölçüm sonuçları, ortamın ne kadar uygun olduğunu ve hangi koşullarda iyileştirmeler yapılması gerektiğini gösterir. Özellikle çalışanların daha verimli çalışabilmeleri için ortamdaki sıcaklık ve nem belirlenen standartlara uygun şekilde ayarlanması gereklidir. Bu ölçümler, çalışan sağlığı ve verimliliği açısından oldukça değerlidir.

Tablo 4. Termal Konfor Ölçüm Sonuçları

Sıra No	Ölçüm Yapılan Yer	Ölçüm Süresi dk	Küme Sıcaklığı [°C]	Hava Sıcaklığı [°C]	Yağ Harzeme Sıcaklığı [°C]	WBGT [°C]	Havva Akım Hızı [m/s]	Bağıl Nem [%]	Kıyafet [clo]	Metabolik hareket [met]	PMV	PPD	Değerlendirme
1	K**** K***** (Haddehane Merdaneler)	60	9,70	13,90	-	-	0,17	72,40	1,5	2,0	0,6	5,1	İdeal
2	H**** K**** (Hadde)	60	11,90	17,20	-	-	0,14	37,40	1,5	2,0	0,8	19,3	İdeal

TS EN 7243 Standardı kapsamında yapılan PMV ve PPD ölçümleri sonucunda ortam değerlendirmesi aşağıda verilen Tablo.5 yer almaktadır. Termal konfor ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi öneri niteliğindedir. Değerlendirme sonucunda alınabilecek önlemler için aşağıdaki çizelge kullanılabilir. Uygunluk sadece iyileştirmeler için referans alınabilir.

Tablo 5. PMV Ve PPD Değerlendirmesi Sonucunda Elde Edilen Değerler Doğrultusunda Alınabilecek Önlemler

	PMV	Durum	Değerlendirme
1	PMV≥3	Çok Sıcak	Ortam iyi bir şekilde soğutulmalıdır.
2	3>PMV≥2	Biraz Sıcak	Ortam Soğutulmalıdır.
3	2>PMV≥1	Ilık	Ortam biraz soğutulmalıdır.
4	1>PMV>-1	İdeal	Ortam şartları idealdir.
5	-1≥PMV>-2	Serin	Ortam biraz ısıtılmalıdır.
6	-2≥PMV>-3	Biraz Soğuk	Ortam ısıtılmalıdır.
7	-3≥PMV	Soğuk	Ortam iyi bir şekilde ısıtılmalıdır.

Tablo 5' de verilen veriler, PMV ve PPD değerlerinin değerlendirilmesine dayanarak ortamdaki termal konforu iyileştirmek için alınabilecek önlemleri özetlemektedir. Her bir PMV değeri aralığına göre, ortamın soğutulması ya da ısıtılması gerektiği belirtilmiştir. Örneğin, PMV değeri 3'ten büyük olduğu durumlarda ortamın çok sıcak olduğu ve iyi bir şekilde soğutulması gerektiği ifade edilmiştir.

Soğutma Yöntemleri: Ortamın soğutulması gerektiği durumlarda, uygun bir HVAC (ısıtma, havalandırma ve klima) sisteminin kurulması, hava sirkülasyonu artırılması, vantilatörler veya endüstriyel soğutucular kullanılması gibi yöntemler önerilebilir. Ayrıca, çalışanların dinlenme alanlarında soğutma çözümlerine erişimi sağlanmalıdır.

Enerji Verimliliği: Soğutma yöntemleri uygulanırken, enerji verimliliği artırmak amacıyla enerji tasarruflu cihazlar kullanılmalı ve soğutma sistemlerinin bakımına özen gösterilmelidir. Bu, hem çevresel sürdürülebilirliği artıracak hem de maliyetleri düşürecektir.

Isıl Yalıtım: Ortamın soğutulması gereksinimini azaltmak için bina yalıtımının iyileştirilmesi önemlidir. Özellikle üretim süreçlerinde yüksek ısı açığa çıkan ortamlarda ısı yalıtımının yükseltilmesi gerekmektedir. Bu, termal konforu artırırken enerji tüketimini azaltacaktır.

Termal konfor koşulları sürekli izlenmeli ve gerektiğinde ölçümler tekrar edilmelidir. İş sağlığı ve güvenliği uzmanları tarafından belirlenen standartlara uygun olarak çalışma ortamının düzenlenmesi, çalışanların verimliliğini ve sağlık koşullarını iyileştirecektir.

5. Tartışma

5.1 Termal Konfor Açısından Meslek Hastalıkları ve Sağlık Şikâyetlerinin Azaltılmasına Yönelik Tespit ve Öneriler

Termal konforun sağlanması ve çalışanların sağlık ve güvenliğinin korunması, iş yerlerinde son derece önemli bir konudur. Çalışanların termal konforunun artırılması için bilinçlendirme ve eğitim sağlanması ilk adım olarak önerilmektedir. Bu eğitimler, çalışanların sağlık unsurları ve yaşamsal faaliyetlerde ilk yardım önemini kavramalarını sağlayacak şekilde düzenlenmelidir. Kapalı iş yerlerinde, çalışanların yeterli temiz havaya erişiminin sağlanması büyük önem taşır. İhtiyaç duyulan hava hacmi, çalışma yöntemleri, işin niteliği ve çalışan sayısı gibi faktörler göz önünde bulundurularak belirlenmelidir. Termal konfor şartlarının, çalışanların fiziksel ve psikolojik sağlığını olumsuz etkilemeyecek şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Çalışma ortamının sıcaklığı, çalışma şekline ve çalışanların harcadıkları güce uygun olmalıdır. Dinlenme alanları, soyunma odaları, yemekhaneler gibi alanlar da amaçlarına uygun

sıcaklıkta tutulmalıdır. Isıtma ve soğutma sistemleri, çalışanları rahatsız etmeyecek ve iş güvenliği riski oluşturmayacak şekilde yerleştirilmeli ve düzenli olarak bakımları yapılmalıdır. Termal konfor şartlarının ölçümü ve değerlendirilmesi için uluslararası standartlar (TS EN 7243) kullanılmalıdır. Ayrıca, sürekli çok sıcak veya çok soğuk ortamlarda çalışılması gereken durumlarda, çalışanları bu koşullardan koruyacak tedbirler alınmalıdır. Çalışanların sağlık ve performansı için, terleme yoluyla kaybettikleri sıvı ve minerallerin yerine konması önemlidir. Bu nedenle, çalışma ortamları ve koşulları, çalışanların yaş, cinsiyet ve metabolik özelliklerine göre değerlendirilmeli ve uygun iş kıyafetleri seçilmelidir. Bu şekilde, iş yerlerinde termal konfor ve çalışan sağlığı ön planda tutularak daha sağlıklı ve verimli çalışma ortamları sağlanabilir.

Bu araştırmada elde edilen bulgular, termal konforun ve çevresel faktörlerin çalışanların verimliliği üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermiştir. Özellikle ısı çıkışının yoğun olduğu endüstriyel ortamlarda, PMV ve PPD değerleri genellikle yüksek bulunmuş, bu da çalışanların termal konforunun olumsuz etkilendiğini ortaya koymuştur. Örneğin, haddehanelerde yapılan benzer çalışmalarda sıcaklık değerlerinin çalışma verimliliği üzerinde büyük bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Haddehaneler, çelik üretim tesisleri gibi ağır sanayi alanlarında yüksek sıcaklıklar çalışanlar üzerinde stres ve yorgunluk yaratmaktadır. Bu durum hem iş kazalarını artırmakta hem de uzun vadede iş gücü kaybına neden olabilmektedir.

Literatürde, haddehaneler ve benzeri yüksek sıcaklık bulunan üretim tesislerinde yapılan araştırmalar, bu çalışmanın bulgularını destekler niteliktedir. Örneğin, haddehanelerdeki yüksek sıcaklık ve zayıf hava sirkülasyonunun, işçilerin çalışma performansını düşürdüğü ve iş kazası riskini artırdığı saptanmıştır. Bu çalışma da benzer şekilde, termal konforun iyileştirilmesinin iş sağlığı ve güvenliği açısından kritik olduğunu vurgulamaktadır. Haddehanelerde yapılan iyileştirmelerle iş kazalarının %20 oranında azaltılabileceği tespit edilmiştir. Benzer şekilde, ağır sanayi tesislerinde yapılan araştırmalar, ortam sıcaklığının düşürülmesi ve iyi havalandırmanın işçi verimliliğini %15 oranında artırabileceğini göstermiştir. (Cheung, S.S., & McLellan, T.M. (1998))

Araştırmanın bulgularını dikkatle değerlendirdiğimizde bazı kısıtlamalar söz konusudur:

Veri sınırlılıkları ve zaman sınırlamaları kısıtlarımız arasındadır. Çalışma Şubat-Nisan ayları aralığında yürütülmüştür. Daha geniş kapsamlı değerlendirmeler için sıcaklık değerlerinin daha yüksek olduğu yaz aylarında termal konfor

verilerinin toplanması çalışmayı zenginleştirerek derinlik katması değerlendirilebilir. Ayrıca çalışmanın yapıldığı haddehanedeki çalışan sayısı azlığı da bir diğer kısıt olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle daha az veri seti söz konusu olmaktadır. Araştırmanın belirli bir zaman diliminde yapılmış olması, uzun vadeli etkilerin gözlemlenmesini engellemektedir.

6. Sonuç

Bu araştırma, haddehanedeki termal konforun iş verimi üzerindeki etkilerini inceleyerek bilimsel ve endüstriyel açıdan önemli katkılar sağlamaktadır. Termal konforun doğru şekilde sağlanması, çalışanların sağlık ve performansında doğrudan bir etki oluşturabilir. Özellikle haddehaneler gibi değişken termal koşulların bulunduğu ortamlarda, işçilerin konfor seviyelerinin iyileştirilmesi, meslek hastalıklarının azaltılmasına ve iş veriminde artışa katkıda bulunabilir. Bu çalışma, mevsimsel ve termal değişikliklerin işçi memnuniyeti üzerindeki etkisini belirleyerek, iş hijyeni ölçümleri, giysi seçimi ve mühendislik düzenlemeleri gibi pratik çözümler önermektedir. Bu önlemlerle çalışma koşullarının iyileştirilmesi ve çalışanların termal konforunun artırılması hedeflenmiştir. Bu yaklaşım, endüstriyel işyerlerinde sağlık sorunlarının azaltılmasında öncü bir rol oynamaktadır. Sonuç olarak, bu araştırma, termal konforun iş verimi ve işçi sağlığı üzerindeki önemli etkilerini vurgulayarak endüstriyel uygulamalar için pratik çözümler sunmaktadır. Gelecekteki araştırmaların, termal konforun işçi performansı ve sağlığı üzerindeki etkilerini daha derinlemesine incelemesi ve bu alandaki yenilikçi mühendislik çözümlerini geliştirmesi gerekmektedir. Araştırma sonuçları ve benzer çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, termal konfor koşullarının iyileştirilmesi çalışan sağlığı ve verimliliği açısından büyük önem taşımaktadır. Haddehaneler gibi yüksek ısı çıkışlı endüstriyel tesislerde yapılan çalışmalar, bu araştırmadan elde edilen bulguları desteklemekte ve optimum önlemlerin alınmasıyla iş sağlığı ve güvenliği standartlarının yükseltilebileceğini göstermektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, 1919B012323377 proje numarası ile TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmektedir. Yazarlar olarak destekleri için TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

- Avcı, A., ve Yiğit, A. (1992). Farklı Giysilerin Termal Ve Kütle Transferi Özelliklerinin İnsan Konforu Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. *ikinci Soğutma ve İklimlendirme Kongresi Bildiri Kitabı*, Adana, 165-174.
- ASHRAE(2020). ASHRAE Standard 55-2020: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta, GA: American Society of heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Pereira, P.F.C., Broday, E.E.,& Xavier, A.A.(2020) Thermal Comfort Applied in Hospital Environments: A Literature Review. *Applied Sciences*, 10(20),7030.
- Lian, Z.(2024). Revisiting Thermal Comfort and Thermal Sensation. *Building Simulation*, 17(2)185-188)
- Cheung.S. S., & McLellan, T.M.(1998). Heat Acclimation, Aerobic Fitness, And Hydration Effects On Tolerance During Uncompensable Heat Stress. *Journal of Applied Physiology*,84(5), 1731-1739.
- Babalık, F. (2016). *Mühendisler için Ergonomi – İş Bilimi*.5.Baskı, Dora Yayın Dağıtım Ltd. Şti. Bursa.
- Lan, L., Lian, Z.,& Pan,L.(2010) The Effects Of Air Temperature On Office Workers' Well-Being, Workload And Productivity Evaluated With Subjective Ratings.
- Seppanen,o.,Fisk, W.j.,&Lei,Q.H.(2006). Room Temperature And Productivity İn Office Work. *ASHRAE Handbook-HVAC Applications*.
- Fanger, P.o.(1970). Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering.
- Baltaoğlu, C. (1988). Çalışma Alanları İçin Bir Denetim Listesi Geliştirilmesi Ve Bu Alanların Değerlendirilmesi. *Birinci Ulusal Ergonomi Kongresi*, Ankara, Yayın No:372.
- Camkurt, M. Z. (2007). İşyerindeki Çalışma Sistemi Ve Fiziksel Faktörlerin İş Kazalarına Etkisi. *TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi*, 20(6), 80-106.
- Çeyrek, H. (2013). PMV Metodu İle Isıl Konfor Ölçümü Ve Hesaplanması. *VIII Ulusal Ölçüm Bilim Kongresi Bildiriler Kitabı*, Gebze-KOCAELİ, 1-5.
- Daanen, H.A.M., Vliert, E.V., Huang, X. (2003). Driving Performance in Cold, Warm, and Thermoneutral Environments. *Applied Ergonomics*, 34, 597-602. doi:10.1016/S0003-6870(03)00055-3

- Delta OHM HD32.1 Termal Konfor Ölçüm Cihazı Bilgileri. Delta OHM HD32.1 Thermal Microclimate. Erişim tarihi: [\[http://www.deltaohm.com/ver2012/download/HD32.1_M_uk.pdf\]](http://www.deltaohm.com/ver2012/download/HD32.1_M_uk.pdf)
- Dizdar, E.N., Ünver, M. (2019). The Assessment of Occupational Safety And Health in Turkey By Applying A Decision-Making Method MULTIMOORA. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, (0), 1-12. DOI: [DOI Link]
- Ekici, C. (2013). PMV Metodu İle Isıl Konfor Ölçümü Ve Hesaplanması. *VIII Ulusal Ölçüm Bilim Kongresi Bildiriler Kitabı*, Gebze-KOCAELİ, 1-5.
- Ekici, İ. (2017). Kimya Sektöründe Havalandırma Ve İsg Açısından Önemi. *Istanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 16(32), 65-76.
- Erkan, N. (1997). Ergonomi. M.P.M. yayınları, Ankara, Yayın No:373.
- Haupt, R. L. & Haupt, S. E. (2004). *Practical Genetic Algorithms*. 2. baskı. Wiley, New York, USA.
- Hayta, A. B. (2007). Çalışma Ortamı Koşullarının İşletme Verimliliği Üzerine Etkisi. *Gazi Üniversitesi Ticaret Ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi*, (1), 21-41.
- Hignett, S. & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31, 201-205.
- Hoof, J. V., Hensen, M. (2007). Quantifying the Relevance of Adaptive Thermal Comfort Models in Moderate Thermal Climate Zones. *Building and Environment*, 42(1), 156-170. doi: 10.1016/j.buildenv.2005.08.023
- İmancı, C. (2014). Döküm Atölyelerinde Termal Konfor Şartlarının İncelenmesi. *İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi*, TC Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.
- International Finance Corporation. (2007). Environmental, Health, and Safety (EHS) Guidelines. Erişim tarihi: [\[https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/554e8d80488658e4b76af76a6515bb18/Final+-+General+EHS+Guidelines.pdf?MOD=AJPERES\]](https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/554e8d80488658e4b76af76a6515bb18/Final+-+General+EHS+Guidelines.pdf?MOD=AJPERES)
- Karademir, D. (2017). AB Uyum Süreci Ve İklim Değişikliği Eylem Planı Çerçevesinde KOBİ'lerin Termal Konfor Şartlarının Değerlendirilmesi: Ordu İli Mobilya Sektörü Örneği. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 253-262.
- Karaoğlu, E. & Ersoy, H. (2005). Mekan içi hava hareketlerinin sonlu farklar yöntemi ile modellenmesi. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 89, 5-11.
- Khan, M. M. K., Rasul, M. G. (2007). Thermal-comfort Analysis And Simulation For Various Low-Energy Cooling-Technologies Applied To An Office Building In A Subtropical Climate. *Applied Energy*, 85(6), 449-462. doi: 10.1016/j.apenergy.2007.10.001
- Kaya, Ö., & Özok, A. F. (2017). Tasarımda Antropometrinin Önemi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5(ÖS: Ergonomi2016), 309-316.
- Muharrem, Ü., Ziyaeddin, B. A., Neşet, D. E. (2013). Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliğinin Değerlendirilmesinde Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemi Uygulanması. *International IIE Conference ve YA/EM 2013 Kongresi*, İstanbul, Türkiye, Haziran 2013.
- NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health). (2016). Occupational Exposure to Heat and Hot Environments. Erişim tarihi: [\[https://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/pdfs/2016-106.pdf\]](https://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/pdfs/2016-106.pdf)
- P.O. Fanger. (1970). *Thermal Comfort: Analysis and applications in environmental engineering*. McGrawHill Book Company.
- Sıcak çalışma hatlarında ısı konfor iyileştirilmesi soğuk yelek uygulaması Nurettin Yamankaradeniz. Bursa uludağ üniversitesi: [\[\(bursauludagunifile:///C:/Users/PC/Desktop/Yeni%20klas%C3%B6r/10.17482-uumfd.1023500-2080931.pdf\]](http://bursauludagunifile:///C:/Users/PC/Desktop/Yeni%20klas%C3%B6r/10.17482-uumfd.1023500-2080931.pdf)
- Temur, H. (2011). Edirne Geleneksel Konut Mimarisinin Sürdürülebilirlik Bağlamında Enerji verimliliği ve Isıl Analiz Açısından Değerlendirilmesi. *Yüksek lisans tezi, Trakya Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü*, Edirne.
- Temur, H. (2011). Edirne Geleneksel Konut Mimarisinin Sürdürülebilirlik Bağlamında Enerji verimliliği ve Isıl Analiz Açısından Değerlendirilmesi. *Yüksek lisans tezi, Trakya Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü*, Edirne.
- TS EN 27243. (2002). Sıcak Ortamlar- Wbgt (Yaş - Hazne Küre Sıcaklığı) İndeksine Göre Isının Çalışan Üzerindeki Baskısının Tahmini. ICS 13.100.
- Üniv, T. (2016). İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 16(32), 65-76

BİR ELEKTRİK DAĞITIM ŞİRKETİNDE İŞ GÜVENLİĞİNİN SAĞLANMASINDA YAPAY ZEKA UYGULAMASI

Muvaffak Osman ENGÜR^{1*}, Tayfun YILMAZ²

¹ İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

ORCID No: <http://orcid.org/0000-0003-1325-9647>

²Trakya Elektrik Dağıtım A.Ş., İş Sağlığı ve Güvenliği Birimi

ORCID No: <http://orcid.org/0009-0000-4047-0291>

Anahtar Kelimeler	Öz
Elektrik dağıtım Yapay zeka Sağlık ve güvenlik Denetim Sıfır kaza	<p>Trakya bölgesinde 20000 kilometrekarelik bir alanda elektrik dağıtımını yapan bir işletmede, kesintisiz ve kaliteli enerji sağlamak, arızalara güvenli bir şekilde müdahale etmek amacıyla 230 çalışan iş sağlığı ve güvenliği (İSG) konularında düzenli olarak eğitilmekte ve denetlenmektedir. Tüm periyodik eğitim ve denetimlere rağmen sahada çalışanlar zaman zaman güvensiz davranışlar sergileyebilmekte ve ağır kazalar yaşanabilmektedir. İşletmede, güvenli davranışlar sergileme adına çalışanları yönlendirme, hataları, unutkanlığı ve dikkatsizliği engellemek için çalışma sırasında güvensiz durumu ya da hareketi (enerjiyi kesmeden çalışma, topraklama yapmama, kişisel koruyucu kullanmama vb.) kameralarla tespit edip çalışanı uyararak bir yapay zekâ uygulaması ile çalışanın güvenlik performansının yükseltilmesi amaçlanmaktadır. Elektrik dağıtım sektöründe, iş güvenliğinin sağlanmasında geliştirilen tam otonom ilk yapay zekâ sistemi sayesinde, çok geniş bir alanda enerjinin sürekli ve sürdürülebilir sağlanması daha pratik ve ekonomik hale gelmiştir. Gerçek zamanlı izleme ve analiz yapma kabiliyetindeki bu sistemin maliyeti her araç için ortalama 10000 dolardır. Geliştirilen bu proaktif sistem, işletmenin sıfır kaza hedefine ulaşma, kaza başına ortalama 8,5 gün olan iş günü kaybını ortadan kaldırma gibi avantajlar sağlamıştır. Bu çalışma, geliştirilen yapay zeka sisteminin, ülkemizde faaliyet gösteren 21 elektrik dağıtım şirketinde çok tehlikeli işlerde görev alan 16000 çalışana doğrudan ilgilendiren güvenli bir alternatif olabileceğini vurgulamaktadır.</p>

ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATION IN ENSURING OCCUPATIONAL SAFETY IN AN ELECTRICITY DISTRIBUTION COMPANY

Keywords	Abstract
Electric distribution Artificial intelligence Health and safety Inspection Zero accident	<p>In a company that distributes electricity over an area of 20000 square kilometers in the Thrace region, 230 employees are regularly trained and audited on occupational health and safety (OHS) issues in order to ensure uninterrupted and quality energy and to safely respond to faults. Despite all periodic training and inspections, employees in the field may occasionally exhibit unsafe behavior and severe accidents may occur. In order to guide employees to exhibit safe behaviors and to prevent mistakes, forgetfulness and carelessness, the company aims to increase the safety performance of the employee with an artificial intelligence application that detects the unsafe situation or movement (working without cutting the power, not grounding, not using personal protection, etc.) with cameras and warns the employee. Thanks to the first fully autonomous artificial intelligence system developed to ensure occupational safety in the electricity distribution sector, the continuous and sustainable provision of energy over a wide area has become more practical and economical. The cost of this system, which is capable of real-time monitoring and analysis, is approximately \$ 10000 for each vehicle. This proactive system has provided advantages such as achieving the company's zero accident target and eliminating the loss of working days, which is 8.5 days per accident. This study emphasizes that the developed artificial intelligence system can be a safe alternative that directly concerns 16000 employees working in very dangerous jobs in 21 electricity distribution companies operating in our country.</p>

Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi : 12.09.2024	Submission Date : 12.09.2024
Kabul Tarihi : 30.10.2024	Accepted Date : 30.10.2024

* Sorumlu yazar e-posta: engur@iuc.edu.tr

1. Giriş

Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ), 1993 yılında kurulmuş bir iktisadi devlet teşekkülüdür ve 2004 yılına kadar elektrik dağıtım ve satış faaliyetlerini yürütmüştür. Başarılı bir özelleştirme programının ardından, Türkiye'nin elektrik dağıtım şebekesi 21 dağıtım alanına bölünmüş ve işletme hakları 21 özel sektör şirketine (Şekil 1) devredilmiştir (ELDER, 2020).



Şekil 1. Türkiye’de Elektrik Dağıtım Şirketleri ve Faaliyet Alanları

Bu sektörün, Türkiye ekonomisinde her yönden önemli bir yeri bulunmaktadır. 2022 verilerine göre, sektör, 192,61 TWh yıllık tüketim, 66.692 çalışan, 522.311 transformatör, 1.401.218 km dağıtım hattı ve 27,34 milyar Türk Lirası yıllık yatırım ile 45,86 milyon müşteriye hizmet sağlamıştır (EPDK, 2023). Enerji sektöründe kazaların önlenmesi, İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG), sürdürülebilirlik ve enerji güvenliği sorunlarının genel değerlendirmesinde temel bir konudur. Elektrik dağıtım sektörünün güvenlik performansı; sürdürülebilirliğin çevresel, ekonomik ve sosyal yönlerinin yanı sıra sağlama sürekliliği, kabul edilebilirliği ve erişilebilirliği için oldukça önem teşkil etmektedir.

Elektrik dağıtım sektöründe sektöre özel İSG riskleri ve önlemleri bulunmaktadır. Tehlike ve risklerin tespit edilmesi kolay görünse bile bilinen risklerin azaltılması ve kontrol edilmesi zordur ve bu durum çok boyutlu önleme stratejilerini gerektirmektedir. Elektrik dağıtım şirketlerinde, her yıl basit yaralanmalardan ciddi vücut yaralanmalarına hatta ölüme kadar ciddi sonuçlar doğuran birçok kaza meydana gelmektedir. En yaygın önemli kazalar, elektrik çarpması, ark sebebiyle yanma, yüksekte düşme ve trafik kazaları olarak görülmektedir (ELDER,2020; Tan ve İnci, 2015).

Elektrik dağıtım sektöründe yaşanan ölümlü ve ölüm potansiyeli yüksek iş kazalarının büyük çoğunluğu, havai hatlarda yapılan çalışmalarda gerçekleşmektedir (ESFI, 2023). Yapılan araştırmalar, yaşanan kazaların/olayların büyük çoğunluğuna tipik çalışan kural ihlallerinin sebebiyet verdiğini göstermektedir (Cawley ve Homce, 2008; Koustellis vd., 2013; Doan, 2016).

Yürütülen operasyonların izlenmesi/denetlenmesi yasal zorunluluk olmakla birlikte, bu ihlallerin etkin bir denetim mekanizması ile tespit edilmesi kazaların önlenmesi için önemli fırsatlar sunar. Ne var ki sektörde kaza frekansının en yüksek olduğu Arıza Onarım Bakım (AOB) operasyonları (ESFI, 2021; ELDER, 2020) farklı lokasyonlarda ve eş zamanlı gerçekleştirildiğinden ötürü, operasyonların yerinde ve tam zamanlı olarak izlenmesi ile ilgili çeşitli kısıtlar ve kaynak ihtiyaçları (personel istihdamı, araç, akaryakıt vb.) ortaya çıkmaktadır. Bu makalenin amacı elektrik dağıtım yapan bir işletmede kazaları tamamen ortadan kaldırma ya da minimize etme adına güvensiz durumu ya da hareketi tespit edip çalışanı uyaran bir yapay zekâ uygulamasını paylaşmak ve Türkiye’de 21 elektrik dağıtım şirketine 16.000 çalışanı doğrudan ilgilendiren güvenli bir alternatif olabileceğini vurgulamaktır. Bunun yanı sıra çalışmada, arıza- bakım-onarım uygulamalarında yapay zeka (YZ) uygulaması kapsamında elde edilen kazanımların BM sürdürülebilir kalkınma amaçlarına olan doğrudan ve dolaylı katkısı da ortaya konulmuştur.

2. Bilimsel Yazın Taraması

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) kazayı yaralanmalara veya ölüme yol açabilecek planlanmayan, beklenmeyen ve istenmeyen bir olay olarak tanımlamaktadır (WHO, 2009). Uluslararası Çalışma Örgütü ise iş kazasını, bir veya daha fazla çalışanın kişisel yaralanması, hastalığı veya ölümü ile sonuçlanan iş ile bağlantılı ve iş sonucu ortaya çıkan şiddet eylemleri de dahil olmak üzere beklenmeyen ve planlanmamış olay olarak tanımlamaktadır (ILO, 2023). 6331 sayılı İş sağlığı ve Güvenliği Kanunu’nda ise iş kazası, işyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenengelli hâle getiren olaydır şeklinde tanımlanmaktadır (ÇSGB, 2023).

2019 yılında dünya çapında 395 milyondan fazla çalışan ölümcül olmayan iş kazası geçirmiştir. Aynı yıl işten kaynaklı olarak 2,93 milyon çalışan hayatını kaybetmiştir. 2,6 milyon çalışan işle ilgili hastalıklar nedeniyle hayatını kaybederken, 0,33 milyon çalışan ise iş kazaları nedeniyle ölmüştür. Bu değerler 2015 yılıyla kıyaslandığında %26’lık bir artışa karşılık gelmektedir (ILO, 2015; ILO, 2021; Takala vd., 2024). Bu rakamlara göre her 11 saniyede bir çalışan, iş kazası veya hastalık nedeniyle hayatını kaybederken, dakikada 751 çalışan ölümcül olmayan bir iş kazası geçirmektedir. Her gün 8028 kişi iş kazaları veya işe bağlı hastalıklar nedeniyle ölmektedir. Bu değerler, dünya çapında çalışanların sağlık ve güvenliğinin korunmasında devam eden zorlukların altını çizmektedir.

İşle ilgili ölümlerin mutlak sayısındaki büyük artış, çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Bu, mesleki risklere korunmasız maruz kalmanın yanı sıra sosyo-demografik değişiklikler açısından ağırlaşmayla ilgili olabilir. Örneğin küresel işgücü 2000 ile 2019 arasında yüzde 26 artarak 2,75 milyardan 3,46 milyara çıktı (ILO, 2023). Kadınlara (100.000 kişide 17,2) kıyasla daha fazla erkeğin (çalışma çağındaki yetişkin başına 100.000 kişi başına 51,4) işle ilgili kazalardan öldüğü vurgulanmaktadır. Asya ve Pasifik bölgesi, bölgedeki işgücünün büyüklüğü nedeniyle iş kaynaklı ölümlerin en yüksek olduğu bölgedir (küresel toplamın yüzde 63'ü) (Takala vd., 2024). Tarım, ormancılık, balıkçılık, madencilik, inşaat ve imalat en tehlikeli sektörler olup, yılda 200.000 ölümcül yaralanma yaşanmaktadır. Bu, tüm ölümcül mesleki yaralanmaların yüzde 60'ını temsil etmektedir. Ölümcül mesleki yaralanma oranına bakıldığında, madencilik ve taşocakçılığı, inşaat ve kamu (elektrik, su, gaz, kanalizasyon) hizmetleri sektörleri dünya çapında en tehlikeli üç sektördür. (ILO, 2023).

Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK), Türkiye'de güç üretimi, iletimi ve dağıtım sektöründe yıllık ortalama olarak 12.976 iş kazası ve 86 ölümlü iş kazası meydana geldiğini belirtmektedir. Bu doğrultuda, SGK elektrik kazalarını, çalışanlar ve üçüncü taraflar için elektrik çarpması, yangınlar, yangınlar ve patlamalara sebebiyet veren uzun vadede ciddi bir tehlike olarak kabul etmektedir (ELDER,2020).

Elektrik dağıtım sektöründe, çalışanlar önemli tehlikelere maruz kalmaktadır ve ciddi yaralanmalara ve ölümlere sebebiyet veren kazalarla sonuçlanabilecek risklerle çalışma ihtimalleri potansiyel olarak daha yüksektir. Bu tehlikeli çalışma koşulları arasında yüksekten düşme, elektrik çarpması veya elektrik arkı sebebiyle yanma gibi riskler yer almaktadır. Bu yüzden, elektrikle çalışmak, planlama, güvenli bir çalışma sistemi ve en önemlisi de büyük bir itina gerektirmektedir. İşletmeye alma, bakım ve elektrik ekipmanının işlenmesi sırasında beklenmeyen bir şekilde enerjileme veya bir ekipmanın çalışması, ciddi kazalara sebebiyet verebilmektedir.

Elektrik akımı maruziyeti sonucu ölümcül kazaların sayısı hala yüksektir. Elektrik çarpması ve buna bağlı yaralanmalar, hastalıklar ve ölümlerle sonuçlanması nedeniyle önemli bir halk sağlığı sorunu olarak görülmektedir (Aydın vd., 2018). Elektrik çarpmaları, basit bir yaralanmadan ciddi çoklu organ yaralanmasına kadar geniş yelpazede hayatı tehdit etmektedir (Al vd., 2006). Bu yaralanmalar hayati riskler taşıyan acil ve etkin müdahale gerektiren önemli bir durumdur. Elektrik çarpması kişilerde ani ölümlere, cilt yanıklarına, ritim bozukluklarına, iç organ yaralanmalarına ve psikolojik bozukluklara neden olmaktadır (Polat, 2021). Elektrik akımının

insan vücudu üzerindeki etkisi; akımın temas süresi ve yoğunluğu, temas ettiği dokuların direnci ve vücutta izlediği yol gibi birçok değişkene bağlıdır (Aksoy, 1997). 2003-2011 yıllarına ait kaza verileri incelendiğinde, bu dokuz yıllık dönemde Türkiye'de elektrik iletim sistemlerinde 171 iş kazasının meydana geldiği, bu kazalarda toplam 16 çalışanın yaşamını yitirdiği ve bu kazaların önemli bir kısmının sonuçları itibariyle büyük kazalar olduğu görülmektedir. Bu kazaların %52,1'i ya ölümlerle ya da ağır yaralanmalarla sonuçlanmıştır. Bu değer tüm sektörler genelinde Türkiye'de % 3,9 civarındadır (Ceylan, 2012). 2013-2019 yılları için Türkiye'de elektrikten kaynaklanan kazaların analizinde meydana gelen iş kazalarının sadece %1,43'ü elektrikten kaynaklanırken, iş kazası sonucu ölüm vakalarının %5,42'si elektrikten kaynaklanan kazalarda yaşanmıştır (Ceylan vd., 2021). 2019-2021 yıllarını kapsayan 3 yıllık dönemde Türkiye'de iş kazası sonucu ölen sigortalı sayısı toplam 3760 kişi iken, bunların % 2,6 sı elektrik-elektronik işlerde çalışanlar olmuştur (Aydın ve Türkay, 2023).

Ülkemizde elektrik kaynaklı kazaların büyük bir kısmı elektrik dağıtım şirketlerinde gerçekleşmektedir. 2015 yılında elektrik dağıtım şirketlerinde 1.815 adet iş göremezlikle sonuçlanan iş kazası meydana gelmiş, bu kazalarda 18.054 iş günü kaybedilmiştir. Aynı yıl içinde 30 kişi elektrik iş kazası sonucu hayatını yitirmiştir (Tan ve İnci, 2018). Elektrik kazaları ölümcül mesleki olayların önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Günümüzde tüm teknik önleyici yönler iyi bilinmesine rağmen elektrik kazaları meydana gelmeye devam etmektedir. Elektrik kazalarının önlenmesi, öncelikle daha iyi mühendislikle iyileştirilebilecek teknik bir konu olarak görülmelidir (Batra ve Ioannides, 2001)

"Türkiye'de Elektrik Dağıtım Sektöründe Kaza Kök Neden Analizi ve Nedensellik İlişkisi" üzerine yapılan bir projede Türkiye Elektrik Dağıtım Sektöründe 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisinde raporlanan 2644 iş günü kayıplı kaza incelenmiştir. Bazı vakalarda, kazalara birden fazla çalışan dahil olmuştur, bu sebeple toplam 2825 çalışan, iş kazaları sebebiyle bir veya daha fazla takvim günü işe devam edemeyecek şekilde yaralanmış veya hayatını kaybetmiştir (ELDER, 2020). 224 elektrik çarpması kazasının 112'si alçak gerilim (AG) işlerinde gerçekleşirken 102 iş kazası yüksek gerilim (YG) işlerinde olmuştur. Sırasıyla tüm iş kazalarının %54,5 ve %45,5'ine denk gelmektedir. YG işlerinde daha az kazayla karşılaşılmasına rağmen, ölümlerin sayısı YG işlerinde daha fazla olmuştur. YG işlerinde 27, AG işlerinde 12 çalışan hayatını kaybetmiştir (ELDER, 2020). Bu sektörde kilitleme ve etiketleme (EKED), enerjiyi kesme ve topraklama, dokunmadan önce kontrol etme veya kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımı gibi temel güvenli çalışma uygulamalarının yapılmaması yukarıda sıralanan

ağır sonuçlu kazaların başlıca nedenini oluşturmaktadır.

Türkiye’de elektrik dağıtım sektöründe işgünü kayıplı yaralanmaların (İKY) nedenleri incelendiğinde, tüm kazaların yaklaşık %80’ine, kayma/düşme/sendeleme, elektrik arki sebebiyle yanma, yüksekten düşme, motorlu araç kazası, elektrik çarpması, malzemenin sıkıştırması/malzemeye sıkışma, hayvan saldırısı ve fiziksel saldırı olmak üzere 8 nedenin zemin hazırladığı görülmektedir (ELDER, 2020).

Türkiye’de 21 elektrik dağıtım şirketinde, 2016 ve 2018 yılları arasında gerçekleşen ölümlü kazaların nedenleri incelendiğinde (Tablo 1) toplam 63 ölümlü kaza tespit edilmiştir. 39 ölümlü kazaya sebebiyet veren elektrik çarpması ölümlü kazaların en önde gelen sebebi olmuştur.

Tablo 1. Türkiye’de Elektrik Dağıtım Şirketlerinde Gerçekleşen Ölümlü Kazaların Nedenleri (2016-2018) (ELDER, 2020)

Ölümlü Kazalar	Sayı	%
Elektrik Çarpması	39	61.90
Yüksekten Düşme	9	14.29
Motorlu Araç Kazası	4	6.35
Düşen Cisim	2	3.17
Diğer	1	1.59
Malzemenin Sıkıştırması/Malzemeye Sıkışma	1	1.59
Elektrik Arki	1	1.59
Sınıflandırılmamış	6	9.52
TOPLAM	63	100

Tablo 1 incelendiğinde elektrik çarpması (%61,9), yüksekten düşme (%14,29) ve düşen cisimler (%3,7) toplamda kazaların yaklaşık %80’ini oluşturmaktadır. Burada sonuçlar Pareto ilkesi kapsamında değerlendirilebilir. Bu verilere Pareto analizi ile bakıldığında nereye odaklanılması gerektiğini göstermektedir. Pareto ilkesinin temeli, sonuçların %80’inin eylemlerin %20’sinden geldiğini öne sürmektedir (Koch, 2007). Bir işletmede güvenlik kültürünü ve performansını iyileştirmeden sorumlu iş sağlığı ve güvenliği profesyonelleri, her yıl hedefler oluşturulurken, bütçeler ve eylemler belirlenirken neyin stratejik öncelik haline gelip gelmeyeceğini hangi verilerin belirlediğinin tespitinde Pareto analizinden faydalanabilmektedir (Galloway, 2014).

“Yapay zeka” terimi, 1950’lerde akıl yürütme, problem çözüme, yeni görevler öğrenme ve doğal dili kullanarak iletişim kurma gibi becerilerle insan zekasını taklit edebilecek bilgisayarlar geliştirmek üzere yola çıkan bilgisayar bilimcileri tarafından ortaya atılmıştır. 2010’lu yıllardan bu yana, bilgi işlem teknolojisindeki ilerlemeler ve internetten veri depolarının bulunması, yapay zekada, özellikle de sistemlerin öğrenmesini ve verilere dayalı tahminlerde bulunmasını sağlamak için algoritmalar

kullanan makine öğreniminde önemli ilerlemelere yol açmıştır.

YZ tanımları teknolojik gelişmelere bağlı olarak sürekli değişmektedir. Terimin çok sayıda tanımı yapılmıştır ve YZ tabanlı bir sistemin evrensel bir tanımı üzerinde mutabakata varılmamıştır (Niehaus vd., 2022). Fakat bu konuda OECD ve Avrupa Komisyonu gibi büyük aktörlerin tanımlarına bakmak faydalı olabilir. OECD (2019), yapay zeka tabanlı sistemleri şu şekilde tanımlamaktadır: “.... belirli bir dizi amaç için öneriler, tahminler veya kararlar vererek çevreyi etkileyebilen makine tabanlı bir sistemdir. Makine ve/veya insan tabanlı girdileri/verileri kullanarak: (i) çevreleri algılamak; (ii) bu algıları modellere soyutlamak; (iii) modelleri yorumlayarak sonuçlar için seçenekler formüle etmektedir. YZ sistemleri, değişen otomasyon seviyeleriyle çalışmak üzere tasarlanmıştır”.

Avrupa Komisyonu tarafından YZ konusunda kurulan uzman grubu ise şu tanımları sunmaktadır (EU, 2019) : “YZ, çevrelerini analiz ederek, belirlenen hedeflere ulaşmak için belirli bir otomasyon derecesiyle eylemlerde bulunarak akıllı davranış sergileyen sistemleri ifade eder. YZ tabanlı sistemler tamamen yazılım tabanlı olabilir, sanal dünyada hareket edebilir (örneğin, sesli asistanlar, görüntü analiz yazılımları, arama motorları, konuşma ve yüz tanıma sistemleri) veya YZ donanım aygıtlarına yerleştirilebilir (örneğin, gelişmiş robotlar, otonom arabalar, dronlar veya nesnelerin interneti uygulamaları)”.

İş dünyasında, YZ teknolojisinin iki farklı uygulama türü bulunmaktadır. Birincisi, çalışanların gerçekleştirdiği görevleri otomatikleştirmeye yöneliktir. İkincisi ise, yönetsel işlevleri otomatikleştirmek için YZ tabanlı analizler ve algoritmalar kullanmaktır. Hem görev otomasyonu hem de algoritmik yönetimin, işteki temel ilkelere ve haklara saygı dahil olmak üzere iş miktarı ve kalitesi üzerinde olumlu etkileri vardır (ILO, 2022).

Birçok kişi YZ'nin iş yapma şeklimizi ele geçirmesinden korkmaktadır. Ancak YZ, sıradan görevleri verimli, veri odaklı süreçlere dönüştürerek işletmelerin çalışma biçimlerinde devrim yaratmıştır. Günümüz işyerlerinde YZ artık fütüristik bir kavram değil; günlük operasyonların ayrılmaz bir parçasıdır. YZ, iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarını geliştirmede önemli bir rol oynamaktadır (Warrick, 2024). YZ işyeri güvenliğinde; gerçek zamanlı izleme ve tehlike tespiti (Uzunlar & Widlund, 2024), risk değerlendirmesi için analizler (Pavelko, 2024), davranış tanıma ve etkin olay müdahalesi konularında birçok fayda sağlamaktadır. YZ tabanlı sistemlerin sürekli ve hızlı gelişimi, görevlerin otomasyonunda bir artış yanında iş sağlığı ve güvenliği için önemli fırsatları da yanında getirmektedir. YZ'yı çalışanlar için bilginin

toplanmasına, işlenmesine ve karar alma süreçlerine yardımcı olacak bir araç olarak kullanmak olumlu olacaktır (Niehaus vd., 2022).

Araştırmalar sınırlı olsa da YZ'nin bir işyerinde eğitim, demografik yapı, dil engeli, tehlikeli işler, gelir vb. faktörlerden kaynaklanan İSG eşitsizliklerini ortadan kaldıran ve iyileştirmelere katkısı bulunan potansiyel bir faktör olabileceği belirtilmektedir (Fisher vd., 2023). Öte yandan, YZ'nin iş sağlığı ve güvenliğine entegre edilerek, öngörücü bakım ve gerçek zamanlı risk değerlendirmesi yoluyla gelişmiş güvenlik ve üretkenlik gibi faydaları yanında, etik endişeler, veri gizliliği hususları ve düzenleyici uyumluluk ihtiyacı gibi olası dezavantajları da dikkate alınmalıdır (El-Helaly, 2022).

25 Eylül 2015'te kabul edilen Birleşmiş Milletler 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi, yoksulluğu sona erdirmek, gezegeni korumak ve herkes için refah sağlamak için belirli hedefleri içeren küresel bir eylem planını kapsıyor. Bu süreçle birlikte, ülkelerin, 17 sürdürülebilir kalkınma hedeflerini yerine getirmelerinde ve raporlamalarında güvenilir İSG verilerini toplaması ve bunlardan yararlanması da vazgeçilmez hale gelmiştir.

3. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Trakya bölgesinde 20000 kilometrekarelik bir alanda yaklaşık 300 bin direk, 30 bin kilometre elektrik hattı (23805 km havai, 6380 km yeraltı) ve 12 bin trafoya sahip olan bir elektrik dağıtım işletmesinde gerçekleştirilmiştir. İşletme 1.251.272 müşteriye hizmet vermektedir (ELDER, 2022). Trakya bölgesinde 3 il ve ilçelerinde (Şekil 2) elektrik dağıtım şebekelerinde operasyonlar gerçekleştirilmektedir. İşletmede 829 kadrolu, 313 taşeron olmak üzere toplam 1.142 çalışan görev yapmaktadır. Türkiye'de 2021 yılında dağıtım bölgeleri içinde gerçekleşen kayıp oranı itibarıyla %5,31 oranla en düşük ikinci şirket olmuştur (ELDER, 2021).

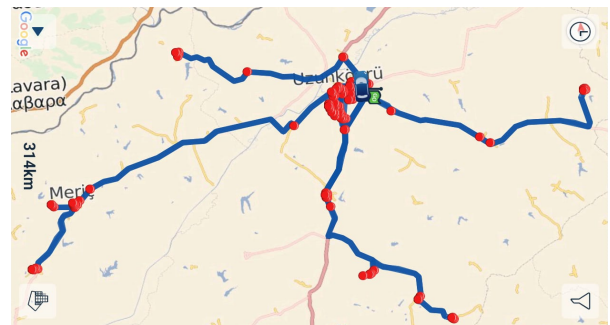
İşletmede görev alan çalışanlar tarafından birçok farklı operasyon (sayaç okuma, tesis yatırım, kesme bağlama, arıza, onarım ve bakım vb.) gerçekleştirilmektedir. Yürütülen bu operasyonlardan arıza, onarım, bakım (AOB) en riskli operasyondur. İşletmede, kesintisiz ve kaliteli enerji sağlamak adına arızalara güvenli bir şekilde müdahale etmek büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla işletmede AOB sorumlusu olarak adlandırılan çalışanların iş sağlığı ve güvenliği (İSG) konularında düzenli olarak eğitilmesi ve denetlenmesi gerekmektedir.



Şekil 2. Çalışma Kapsamındaki İller

Yürütülen operasyonların izlenmesi/denetlenmesi yasal zorunluluk olması yanında, saha çalışmalarında ihlallerin etkin bir denetim mekanizması ile tespit edilmesi kazaların önlenmesi için önemli fırsatlar sunmaktadır. Ne var ki sektörde kaza frekansının en yüksek olduğu AOB operasyonları, farklı lokasyonlarda ve eş zamanlı gerçekleştirilmesi nedeniyle operasyonların yerinde ve tam zamanlı olarak izlenmesi ile ilgili çeşitli kısıtlar ve kaynak ihtiyaçları (personel istihdamı, araç, akaryakıt vb.) ortaya çıkmaktadır. İşletmede AOB operasyonları incelendiğinde; 21 farklı lokasyonda, 45 sepetli ve 34 pickup araçla, 3 vardiya içinde günlük ortalama 270 kilometre yol kat edilmektedir. Şekil 3'de bir gün içinde yaklaşık 314 km. yapan bir AOB aracının örnek rotası gösterilmiştir.

Mevcut iş gücü kaynağı ile ancak sahanın ortalama %2,5'lük bir kısmında gerçek zamanlı davranış odaklı iş güvenliği izlemesi yapılarak anlık tehlikelerin ortadan kaldırılması sağlanabilmekte ve ayrıca performans ölçümü de yerine getirilebilmektedir. Bu nedenle çalışmada ortaya konulan ana problem; çalışanların, dağınık bir coğrafyada, 24 saatlik sürede herhangi bir zaman diliminde ortaya çıkan elektrik arızalarını giderme sırasında çeşitli nedenlerle (yakıt, araç, personel maliyetleri vb.) sürekli denetim ve gözetim altında tutulamamasıdır.

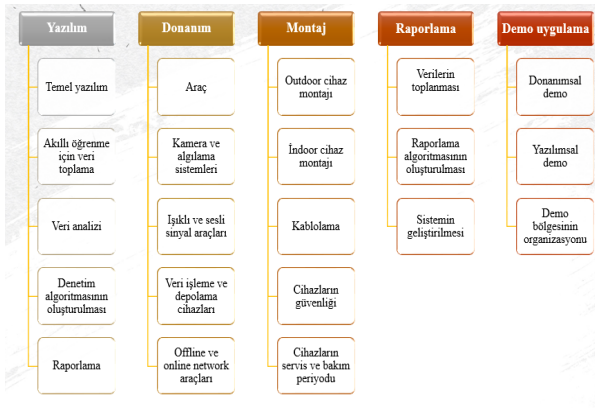


Şekil 3. Bir Gün İçinde Yaklaşık 314 Km. Yapan Bir AOB Aracının Örnek Rotası

Operasyonel verimlilik nedeniyle AOB çalışmalarının %80'i eklemli teleskopik platformlu araçlar (ETPA) ile gerçekleştirilmektedir. Tablo 1 incelendiğinde ölümlerin yaklaşık %80'i elektrik çarpması, yüksekten düşme ve düşen cisimlerden

kaynaklıdır. Elektrik çarpılmalarının büyük bir kısmı havai hatta temas sonucu meydana gelmektedir. Bu Pareto analizine dayalı olarak ETPA ile yüksekte yapılan işlere odaklanılması gerektiğini göstermiştir. Çok katmanlı yapay sinir ağı tabanlı görüntü işleme algoritmaları ile platformlu aracın uygun alanlarına konumlandırılan hareketli kameralar aracılığıyla arıza onarım bakım çalışmaları gerçek zamanlı ve sürekli olarak takip edilebilmesi amaçlanmıştır. Video analitik altyapısı ile üzerinde çalışma yürütülen şebeke ve şebekenin yapısına göre alınması gereken güvenlik önlemleri risk oluşmadan önce tespit edilecek, belirlenen yöntemlerle çalışan personele ve operasyon merkezlerine uyarı olarak iletilecek ve kaza oluşumu büyük ölçüde azaltılacaktır.

Platformlu araçlara takılan teknolojik donanımların (kamera, modem, bilgisayar, güç kaynağı vb.) YZ kullanılarak iş güvenliğine uygun bir algorithma gerçek zamanlı uzaktan izleme ve uyarı yapılmasını sağlayan otonom bir sistem geliştirilmiştir. EWSAI (Elektrical Work Safety Artificial Intelligence) adı verilen bu sistemin geliştirilmesi kapsamında çalışma adımları Şekil 4' de gösterilmiştir.



Şekil 4. Çalışma Adımları

Çalışmanın 3 zaman aşamasında hayata geçirilmesi planlanmıştır. 1. Aşamada 2020-2023 yılları arasında temel prototipin oluşturularak hayata geçirilmesi, 2. Aşama 2024 yılında işletme içinde sistemin yaygınlaştırılması ve son aşama ise görüntü işleme tabanlı YZ uygulamalarının diğer grup şirketlerinde yaygınlaştırılmasıdır.

Çalışmada ISUZU marka NPR long tipi platformlu araç kullanılmıştır. Aracın motor hacmi 2999 cc, maksimum torku 2800 rpm, yolcu kapasitesi 3 olup yaprak yaylı mekanik süspansiyon özelliklere sahiptir. Araç üstünde Paktaş firmasına ait PT142 ürün kodlu teleskopik platform çalışma yüksekliği 14 m., yanıl çalışması 8 m. ve kaldırma kapasitesi 200 kg.'dır. Araç üzerinde 3 kamera kullanılmıştır (Şekil 5). Kameralar, oldukça küçük ve düşük ağırlıkta (480 gr.) olması sebebi ile kör nokta bırakılmayacak açılarda 3 farklı (sepet içine, sepet

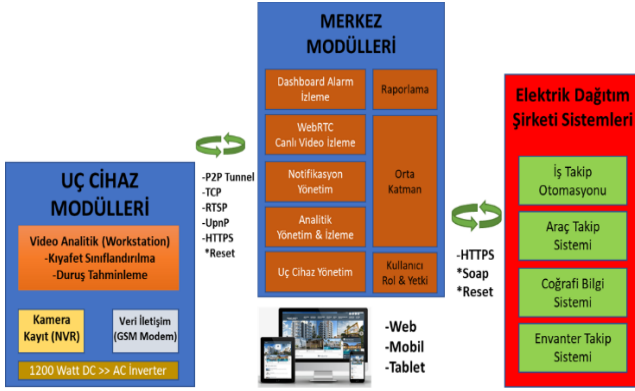
dışına ve bom üstüne) noktaya bağlanmıştır. Kullanılan kameralar Alhua markasına ait Dahua – HAC-T1A21-0280B ve Dahua 5MP 3.6MM IPC-HFW2541S-S-0360B-S2 Bullet IP kamera modelidir (Şekil 5). Bu kameralar profesyonel fotoğraf ve video kameralarıdır. Gerçek zamanlı göz takibi AF ve gerçek zamanlı izleme yapabilmektedir. Kamera 4K ultra HD video kaydı yapabilmektedir. Saha çalışmaları boyunca 24 saat boyunca çekim devam ettiğinden dolayı kamera ile birlikte 2 adet akü ve invertör kullanılmıştır.



Şekil 5. Çalışmada Kullanılan Eklemli Teleskopik Platformlu (Sepetli) Araç Ve Kameralar

Çalışmada araç üzerinde toplama bilgisayar kullanılmıştır. Bu bilgisayarın hardware kısmında; AMD işlemci, RTX ekran kartı, 2TB dahili harddisk, 6" monitör bulunmaktadır. Sistem gerçek zamanlı olarak 3 kameradan gelen 20 fps video verisini anlık işleyebilmektedir. Sesli uyarı aracı olarak axis hoparlör kullanılmıştır. Sepetli aracın payandalarının yere basması ile otomatik olarak devreye giren sistem üzerinden fotoğraf ve video verileri merkez sunuculara iletilmektedir.

Öngörülebilir, sayısallaştırılabilir ve senaryolaştırılabilir İSG risklerinin kazaya yol açma potansiyelini sahadan topladığı gerçek zamanlı veri (duyar elemanlar ve elektro-optik unsurlarla hasat edilen) ile sorgulayan, risk önleme/azaltma prosedürlerinin uygulanmasında insan çabasına rehberlik eden, istatistik temelli öğrenme, değerlendirme ve geliştirme faaliyetlerine makine katkısı sağlayan, donanımın yapısal ve işlevsel durumunu kesintisiz denetleyen "EWSAI yapay zeka sistemi" geniş bir coğrafyada kullanılmıştır. Şekil 6 çalışmamızda ele alınan sistemin temel yapısal ve işlevsel özellikleri hakkında bilgi vermektedir.



Şekil 6. EWSAI Sisteminin Mimari Yapısı

4. Bulgular

Türkiye’de 1.401.000 km olan toplam elektrik dağıtım hattı uzunluğunun %76,8’i (1.076.000 km) havai hat şeklindedir (ELDER, 2022). Bu durum sektöre yönelik arıza bakım onarım çalışmalarının yer üstünde olmasına ve İSG denetimlerinin de ister istemez direkler üzerindeki işlere yoğunlaşmasına neden olmuştur. Elektrik direklerine ulaşım güvenlik ve zaman tasarrufu gibi nedenlerle ETPA ile gerçekleştirilmektedir. Bu araçlarda elektrik arızalarına müdahale eden çalışanlar iş güvenliği kapsamında genellikle baret, izole eldiven, ark koruyucu elbise, paraşüt tipi emniyet kemeri ve kompozit burunlu elektrikçi ayakkabısı kullanmakta, ekipman olarak da dedektör, istanka ve hat topraklama donanımından faydalanmaktadır.

Yukarıda sıralanan hususlar elektrik dağıtım sektöründe İSG denetimlerinin ve geliştirilecek YZ destekli sistemde izlenmesi gereken nesnelerin neler olacağına temel oluşturmuştur. İş sağlığı ve güvenliği denetim ve gözetiminde dikkate alınacak parametreler elektrik şebekesi, KKD ve çalışma ekipmanları olmak üzere 3 farklı grupta toplanmıştır (Şekil 7). Bunlar aşağıda alt parametreleriyle sıralanmıştır:

- ❑ Elektrik Şebekesi
 - AG direği
 - YG direği
 - Müşterek direk
 - Aydınlatma direği
- ❑ Personelin KKD kullanımları
 - Baret/Başlık
 - Ark koruyucu elbise
 - İzole eldiven
 - Paraşüt tipi emniyet kemeri ve aksesuarları

- Kompozit burunlu ayakkabı
- ❑ Elektrik Güvenliği Çalışma Ekipmanları
 - AG / YG dedektör
 - AG / YG izole istanka
 - AG / YG topraklama



Şekil 7. İş Sağlığı ve Güvenliği Denetim ve Gözetiminde Dikkate Alınan Unsurlar

EWSAI, elektrik sektöründe İSG alanındaki tam otonom ilk yapay zekâ sistemidir. YZ uygulaması, platformlu araçta arızaya müdahale eden çalışanı, üç farklı noktaya yerleştirilen kamera ile takip ederek, güvensiz yapılan uygulamalarda (enerji yokluğu kontrolü yapmama, topraklama yapmama, kişisel koruyucu kullanmama vb.) sesli olarak uyararak güvenlik performansını yükseltmektedir. İzlenen operasyon noktası Şekil 8’de gösterilmiştir. AOB çalışanı yüksekte çalışmayı yaparken alınan görüntüler sonrası YZ tarafından değerlendirilecek sorular aşağıdakilerden oluşmaktadır:

KKD kullanımı

- Baret/başlık kullanılıyor mu?
- Ark koruyucu elbise giyilmiş mi?
- Paraşüt tipi emniyet kemeri giyilmiş mi?
- Ankraj noktasına bağlanmış mı?

Elektrik Güvenliği Çalışma Kuralları

- Alçak gerilim şebekesinde AG dedektörü ile enerji yokluğu kontrolü yapıldı mı?
- Yüksek gerilim şebekesinde YG dedektörü ile enerji yokluğu kontrolü yapıldı mı?
- Alçak gerilim şebekesinde AG topraklama yapıldı mı?
- Yüksek gerilim şebekesinde YG topraklama yapıldı mı?



Şekil 8. YZ Tarafından Odaklanılan İş Noktası

Bu soruların cevabının olumsuz verildiği her durumda çalışana sistem sesli uyarı yaparak güvensiz davranış ya da durum ortadan kaldırması sağlanmaktadır. Sesli uyarılar “emniyet kemeri tespit edemiyorum, lütfen kullandığınızdan emin olunuz”, “enerji yokluğu kontrolü yaptığımızı tespit edemiyorum lütfen enerji yokluğu kontrolü yaptığımızdan emin olunuz”, “mahalli topraklama tespit edemiyorum hattı toprakladığımızdan emin olunuz” şeklindedir. Bu proaktif uygulama elektrik dağıtım şirketlerinde ölümlü kazaların %80’ini ortadan kaldırdığı gibi, sistemin her araçta uygulanması durumunda 20.000 km²’lik bir alanda İSG denetimlerin sahaya çıkmadan bir ofisten gerçekleştirilebilmesine olanak sağlamaktadır. Sistem öncesi İSG denetim oranı %2,5 iken, bu uygulama geniş bir sahada İSG denetimlerini merkezi bir ofisten olay yerine gitmeden %100’lük bir oranda yapılabilmekte ve kayıt altına alınabilmektedir.

EWSAI gerçek zamanlı olarak proaktif iş güvenliği izleme ve uyarı desteği sağlamaktadır. Havai hatlarda yapılan çalışmalarda önceden kodlanmış olan nesnelere ve kurallara kullanılmaktadır. EWSAI, üç kameradan (Şekil 9) aldığı görüntüleri analiz ederek AOB çalışanın neleri yapmadığını ya da gördüğü bir olumsuzluğu tespit edip belirlenen periyotlarda çalışana sesli olarak uyarılmaktadır. Bu durum çalışanın güvenlik talimatlarını atlama, unutma ve dikkatsizlik gibi güvensiz davranışlarını tamamen devre dışına çıkarmaktadır.



Şekil 9. YZ 3 Kamera Görüntüsünü Gerçek Zamanlı Analiz Ederek Uyarı Yapmaktadır

EWSAI çalışması kapsamında makine öğrenimi ve derin öğrenme tabanlı görüntü işleme altyapısıyla; trafo, pano, elektrik hattı alanlarında arıza bakım onarım işleri öncesi ve sırasında AOB çalışanlarının KKD/ekipman uygunluğunun akıllı şekilde analizini yaparak uygun olmayan veya eksik ekipman/KKD tespiti yaparak anlık olarak çalışanlara sesli uyarı ve amir pozisyonundaki kişilere durum hakkında uyarı verilmesi sağlanmıştır. Saha çalışmalarında elektrik enerji dağıtım operasyonlarındaki iş güvenliği seviyesinde; çalışma alanı insan varlığı tespiti (en az %95 doğruluk), uygun ekipman ve KKD varlığı tespiti (en az %90 doğruluk) ve elektrik hat, trafo, pano vb. çalışma alanı donanım tespiti (en az %90 doğruluk) gibi konularda oldukça yüksek doğruluk oranına ulaşılmıştır.

Sepet içinde AOB operatörü tarafından yapılan çalışmalar araç üzerindeki grafik işlemci ünitesine (GPU) sahip makinada gerçek zamanlı aktarım protokolü (RTSP) üzerinden anlık işlenmiştir. Bu analiz süreçleri içinde; çalışma yapılan şebeke türü (YG / AG), baret, koruyucu iş eldiveni, emniyet kemeri, armatür, ıskanta, dedektör, topraklama ekipmanı gibi nesnelere AOB operasyonunun kendi doğal döngüsünde görülmesi gerekmektedir. Bu nesnelere, operasyon sırasında belirli bir zaman geçmesine rağmen görülmediği durumlarda sistem operatöre anlık sesli uyarılar yapmıştır. 42 günlük saha çalışması sonucunda 210 AOB operasyonu için toplam 430 saatlik video kaydı yapılmıştır. Ortalama % 91,2 doğruluk oranıyla nesnelere tespit edilmiştir. Kayıtlar incelendiğinde AOB operasyonlarının yaklaşık %30’una denk gelen 65 operasyonda toplam 312 uyarı anonsu yapılmıştır. Bu uyarı anonslarının 135’i KKD eksikliği (emniyet kemeri, baret, koruyucu iş eldiven kullanım eksikliği), 163’ü güvensiz davranış olarak bilinen kural ihlali (dedektör/ıskanta kullanmadan mahalli topraklama yapma) ve 14’ü güvensiz durum (topraklanmamış şebeke) üzerine gerçekleştirilmiştir.

KKD eksikliği de operatörden kaynaklanan bir güvensiz davranış olarak değerlendirildiğinde yapılan 312 uyarı anonsunun %95,5'ini güvensiz davranışlar oluşturmaktadır. Bu durumda sistem, çalışanların belirlenmiş güvenlik kuralları ve düzenlemelerin dışında kaldığı ve dolayısıyla kaza, yaralanma veya olay riskini artıran eylem, uygulama veya davranışlarını daha işin başında engelleyebilmektedir.

Proje maliyetleri beş farklı kalemden oluşmaktadır. Bunlar:

Yazılım maliyeti

Donanım maliyetleri

Araç

Kamera ve algılama sistemleri

Işıklı ve sesli sinyal araçları

Veri işleme ve depolama cihazları

Offline ve online network araçları

Montaj maliyetleri

Outdoor cihaz montajı

Indoor cihaz montajı

Kablolama

Cihazların güvenliği

Cihazların servis ve bakım periyodu

Raporlama için iş gücü maliyetleri

Verilerin toplanması

Raporlama algoritmasının oluşturulması

Sistemin geliştirilmesi

Demo için iş gücü maliyetleri

Donanımsal demo

Yazılımsal demo

Demo bölgesinin organizasyonu

Çalışmada YZ tabanlı elektrik iş güvenliği sisteminin araç başına toplam maliyeti 10.000 dolar olmuştur. Bu maliyetin %80'ini donanım, %20'sini ise yazılım geliştirme için gerekmektedir. Çalışmanın amacı İSG denetimlerinin etkinliğinin artırılması, güvenlik performansının yükseltilmesidir. İlk yatırım maliyeti yüksek gibi görünmesine rağmen, YZ tabanlı elektrik iş güvenliği sistemi olmaksızın ortaya çıkan ve katlanması gereken diğer maliyetler çok daha yüksektir. Bu kapsamda örneğin YZ tabanlı elektrik iş güvenliği kurulmaması halinde, tam zamanlı İSG denetimi yapmak üzere sahaya çıkmak için 45 adet araca ihtiyaç duyulmaktadır. Sadece bu araçların tedarik edilmesinin işletmeye getireceği maddi yük (araç kiralama/alım maliyeti, sigorta maliyetleri, olası kaza durumlarında ödenebilecek hasar ve tazminat bedelleri vb.) oldukça yüksektir. Öte yandan 24 saat için 3 vardiya denetim yapabilmek üzere 165 personele ihtiyaç duyulacaktır. 165 adet personelin; işe alım süreçleri, eğitim, ücret, olası iş kazası, vergiler, yol ve yemek masrafları vb. pek çok maliyet ile işletmeye ayrıca yükler getireceği açıktır. Tedarik edilmesi gereken 45 aracın tam zamanlı denetim amacıyla kullanımı halinde tüketilmesi gereken akaryakıt ihtiyacı yıllık

302 tona ulaşmaktadır. YZ tabanlı iş güvenliği sistemi kurulduğunda, özet olarak ve sadece araç ve personel açılarından vurgulanan tüm maliyetlerden, kurulan sistemin faydalı ömrü kadar bir süre kaçınılmış olmakta, bir başka ifadeyle, fayda elde edilmektedir. YZ tabanlı elektrik iş güvenliği sisteminin tüm hizmet ömrü dikkate alındığında, bu sistemi kurmakla kaçınılan maliyetlerden sağlanacak faydanın, güvenlik sistemi kurmakla oluşan alternatif maliyetten çok yukarıda olacağı dikkate alınmalıdır. Üstelik bunun için bir fayda maliyet analizi gibi kapsamlı analizlere gerek olmadan, güvenlik sistemi kurmanın maliyeti (10000 dolar/araç) ile bu sistemi kurmakla kaçınılan sadece bir tek yılın yakıt maliyetini (yaklaşık 400.000 dolar) karşılaştırmak önemli bir ipucu vermektedir. YZ tabanlı elektrik iş güvenliği sistemi kurmakla katlanılan toplam maliyet, bu sistemi kurmamakla oluşacak maliyetlerden veya kurtulunan maliyetlerle oluşan toplam faydadan çok daha düşük düzeydedir.

4.1 Sınırlılıklar

Bu çalışmanın bulguları bazı sınırlamalar ışığında ele alınmalıdır. Birincisi, araştırma ile ilgili en büyük kısıt Türkiye'deki elektrik dağıtım sektöründe veya diğer sektörlerde bu kapsamda bir çalışmanın önceden yapılmamış olmasıdır. Bu konu hakkında çok az veya hiç araştırma yapılmaması, tamamen yeni bir araştırma tipolojisi geliştirilmesini gerektirmiştir. İkincisi, çalışma geliştirilen prototip üzerinden yorumlanmış, işletme içinde yaygınlaştırılması ile ilgili bir zaman ve bütçe kısıtı bulunması nedeniyle araştırma sonuçlarını tüm işletme kapsamında olumlu sonuçlarını değerlendirmek ve zaman içinde güvenlik performans değişimini ölçmek mümkün olamamıştır.

5. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada ele alınan yapay zeka tabanlı EWSAI sisteminin kurulumu ve yaygınlaştırılması ile elde edilecek avantajlar şu şekilde sıralanabilir:

- Elektrik işleri gibi çok tehlikeli işlerde, gözden uzak, gece gündüz ve açık hava şartlarında çalışan AOB çalışanlarının, daha güvenli çalışmalarına olanak sağlamaktadır.
- Proaktif bir sistemdir. Bir olay veya kaza meydana gelmeden önce sorunlar ortadan kaldırılmaktadır.
- Birçok farklı görevde, 4 farklı kaza tipini önlemektedir. Bir kaza nedeniyle kimsenin yaralanmaması gerektiğini belirten "sıfır kaza" vizyonuna destek sağlamaktadır.
- İş günü kayıplı kazalar (8,5 iş günü kaybı/kaza) ortadan kalkmaktadır.

- Güvensiz davranışlar ve ramak kala olaylar kolaylıkla kayıt altına alınabilmektedir.
- Kısa vadede, pahalı gibi görünmesine rağmen, uzun vadede ölüm, yaralanma ve hasar, adli soruşturmalar, İSG denetimleri ve kaza araştırmalarını ortadan kaldırarak çok daha düşük maliyetli bir alternatif olmaktadır.
- Yerinde denetim ve davranış izleme gibi proaktif güvenlik önlemlerini ikame eder.
- Tüm çalışmalar 7/24 online/offline izlenebilmektedir.
- Gerektiğinde uzaktan/otomasyonla müdahale edebilme olanağı sağlamaktadır.
- İkincil bir sisteme entegrasyon ihtiyacı duyulmamaktadır.
- Çalışması için herhangi bir operatör müdahalesi ya da internet bağlantısı gerektirmemektedir.

Eylül 2015'te gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler (BM) Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde, 193 ülkenin imzasıyla tüm dünyada kalkınmanın yönünün daha sürdürülebilir bir rotaya evrilmesini öngören 2030 Gündemi kapsamında, 17 Sürdürülebilir Kalkınma Amacı (SKA) tanımlanmıştır (UN, 2023; UNDP, 2017)

Bu hedeflerin gerçekleştirilmesi, bir ülkedeki tüm sektörlerin bu süreçte çok önemli bir rolü bulunmakta ve her işletmenin ciddi çaba göstermesi gerekmektedir. Ne kadar büyük veya küçük olursa olsun, hangi sektörler olursa olsun, tüm işletmeler SKA'na katkıda bulunabilir. Küresel hedeflerin ölçeği ve kapsamı benzersiz olsa da, işletmelerin katkıda bulunabileceği temel yollar değişmeden kalır. BM Küresel İlkeler Sözleşmesi, işletmelerden önce sorumlu bir şekilde iş yapmalarını ve ardından iş inovasyonu ve iş birliği yoluyla toplumsal zorlukları çözme fırsatlarını değerlendirmelerini ister.

Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD) "Sürdürülebilirlik Projeleri Altın Derece Ödülü" (TREDAS, 2023) bulunan işletme, araştırmanın konusu olan EWSAI sistemi ile 17 SKA'dan beşine (3, 8, 9, 12, 13) doğrudan katkı sağlamaktadır.

Sağlıklı ve kaliteli yaşam (SKA 3): Uygun çalışma koşulları, yüksek sağlık ve güvenlik standartlarına uyulması, iş kazalarının önlenmesi işletmenin bu amaca katkı sağlaması açısından önemlidir. İşletme çalışanın güvenlik ve sağlığı için proaktif sistemlere (EWSAI) yaptığı yatırımlar yoluyla çevredeki toplulukların sağlığını ve refahını destekleyerek amaç 3'e doğrudan katkıda bulunur.

İnsana yakışır iş ve ekonomik büyüme (SKA 8): İzleme faaliyetinin gerçekleştirildiği sahanın geniş olması sebebiyle iş gücünün büyük bir bölümü çalışma alanına ulaşım için harcanmaktadır. Bu projenin sürdürülebilmesi için gereken iş gücü ise

çok daha azdır. EWSAI'nin yaratıcılığın ve yenilikçiliğinin sürdürülebileceği bir proje olması ile birlikte yapay zekanın kullanılması işletmenin bu sektörde geleceğin teknolojisine entegrasyonunu sağlaması açısından önemli olacaktır. Bu proje ile çalışanlar teknolojik edinimleri kazanacaktır. Bu sayede iş gücü olarak harcamış oldukları zamanda kişisel gelişimlerine katkı sağlayarak girişimciliğin, yaratıcılığın ve yenilikçiliğinin desteklendiği insana yakışır bir iş modelinde yer almış olacaktır.

Sanayi, yenilikçilik ve altyapı (SKA 9): Teknolojik gelişmeler, inovasyon ve dijitalleşme, değer zincirinin üretim aşamasını güçlü bir şekilde etkiliyor. Bu yeni gelişmeler, aynı zamanda yeni beceriler geliştirme ve teknolojik kapasiteyi yükseltme, verimliliği artırma, daha akıllı üretim ve "Endüstri 4.0" olarak da adlandırılan veri yönetimini geliştirme fırsatı da sunmaktadır. Bu proje, uzaktan otomasyon sistemleri ile çalışma alanına müdahale imkanları sunabilecek aynı zamanda buna benzer birçok inovatif düşünce kanallarının önünü açacaktır. Bununla beraber işletme politikalarını destekleyebilecek inovasyonlar ile kaynakların daha verimli kullanımının artırılması sağlanarak, temiz ve çevresel açıdan daha sağlam teknoloji ve altyapının sürdürülebilir hale gelecek biçimde geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Sorumlu üretim ve tüketim (SKA 12): Daha fazla tüketim potansiyel olarak daha büyük çevresel etkilere yol açabilir. Buna karşın sosyal odaklı hedeflere ulaşılırken aynı zamanda tüketimin azaltılmasını sağlayan EWSAI çevresel odaklı hedeflere ulaşılmasına destek sağlamaktadır. Geliştirilen YZ sistemi, araç ve fosil yakıt ihtiyacı doğrudan ortadan kaldırılarak, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve yönetimi hedefini gerçekleştirmede kilit rol oynuyor.

İklim eylemi (SKA 13): Çeşitli teknolojiler kullanarak sektörün fosil yakıt kökenli enerji kullanımını azaltması, enerjinin verimli olmasını ve karbon emisyonlarını azaltmasına yardımcı olur. Bu proje araç, yakıt ve iş gücü ihtiyaçlarını minimize ederek işletmenin karbon ayak izi azaltımına katkı sağlayacaktır. Aynı zamanda işletmenin politika, strateji ve planlarına iklim değişikliğiyle ilgili önlemlerin entegre edilmesi sağlanabilecektir. İşletme geliştirdiği sistemle, sera gazı emisyonlarını kısa vadede azaltma, orta vade de ise yeni bir sistem ile İSG denetiminde araç ve ulaşım lojistiğini ve fosil yakıt kökenli yenilenemeyen kaynak tüketimini azaltarak küresel iklim değişikliğinin hafifletilmesi ve uyum sağlanmasında katkıda bulunmaktadır.

Güvenilir, uygun fiyatlı ve giderek daha temiz hale gelen enerji, Türkiye ekonomisi ve yaşam tarzımız için hayati öneme sahiptir. Elektrik evlere, ofislere ve endüstrilere güç sağlar; iletişim, eğlence ve tıbbi hizmetler sağlar; çeşitli teknolojilere güç verir ve

birçok ulaşım türünü işleterek insanları bağlantıda tutar. Çoğumuz elektriği olduğu gibi kabul ederiz; bir düğmeyi çevirdiğimizde ışıkların her zaman yanmasını bekleriz. Elektrik enerjisi sektöründe çalışanlar, bu güvenilirliğin sağlanmasında kritik öneme sahiptir ve elektrik dağıtım sektörü, onların sağlık ve güvenliklerini korumaya kararlıdır.

Elektrik dağıtım sektörü, çalışanları işte güvende tutmak için önlemeye odaklanan proaktif ve inovatif İSG programları gibi güçlü araçlara güvenmektedir. Bunlardan birisi olan yapay zekâ uygulaması (EWSAI), kazaları tamamen ortadan kaldırma ya da minimize etme adına işletmenin güvenlik kültürünün ayrılmaz bir parçası olarak birkaç temel faydayı sağlamaktadır:

- Gerçek zamanlı proaktif iş güvenliği izleme ve uyarı sağlar. EWSAI, havai hatlarda yapılan çalışmalarda nesnelere ve kuralları kullanarak; personelin neleri yapmadığını tespit eder, belirlenen periyotlarda personeli sesli olarak uyarır. Gerektiğinde kritik iş güvenliği kurallarını yerine getirmesi için işlem öncesinde personele sesli hatırlatmada bulunur.
- İşletmede pek çok birime analizler için veri sağlar. İl, ilçe, bölge, personel bazlı yapılan tespitler internetin olduğu her durumda merkezi veri transferi yapar. Veriler birçok kritere göre anlamlandırılır. Performans analizi ve kaza tahminleme imkanı sunar.
- Ramak kala tespiti yapar. Tespit edilen uygunsuzluklar arasında kuruluşun ramak kala kayıt envanterini oluşturur.
- Güvensiz durum ve güvensiz davranış verisi toplar. Olaya sebep olabilecek güvensiz durumları ve güvensiz davranışlarını izleyerek kaza öngörüsü için bilgi kaydı depolar.

EWSAI'nin işyeri güvenliği uygulamalarına entegre edilmesi henüz başlangıç aşamasındadır, ancak potansiyeli çok büyüktür. YZ teknolojisi ilerledikçe, güvenlik tehlikelerini proaktif bir şekilde tespit eden ve önleyen daha ileri ve akıllı sistemlere dönüşecektir. YZ algoritmaları, insan davranış kalıplarını tanıyacak ve yorgunluk, dikkat dağınıklığı veya sarhoşluk belirtilerini tespit edecek şekilde eğitebilir. Bu, insan hatasından kaynaklanan kazaların önlenmesine yardımcı olabilir.

YZ destekli sistemler, çalışanların fizyolojik parametrelerini gerçek zamanlı olarak izleyebilen giyilebilir cihazlarla entegre edilebilir. Bu, potansiyel sağlık sorunları için erken uyarı sağlayabilir ve kuruluşların önleyici tedbirler almasına olanak sağlayabilir.

Sıcaklık, nem, rüzgar hızı vb. çeşitli parametrelere ilişkin sürekli olarak veri toplayan sensörler ve kameralarla donatılabilir.

Teşekkür

Bu çalışmada, Ayvos Bilgi Teknolojileri A.Ş. kurucu Genel Müdürü Sayın Eray Hangül ile Trakya Elektrik Dağıtım A.Ş. yöneticilerine geri bildirimleri ve teknik destekleri için teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

- Aksoy, M.E. (1997). Elektrik Akımlarının Neden Olduğu Yaralanmalar. *Adli Tıp Bülteni*, 2(1):25-34.
- Al, B., Aldemir, M., Güloğlu, C., Kara, İ.H. & Girgin, S. (2006). Elektrik Çarpması Sonucu Acil Servise Başvuran Hastaların Epidemiyolojik Özellikleri. *Ulus Travma ve Acil Cerrahi Dergisi*, Cilt: 12 Sayı: 2 Sayfa Aralığı: 135 – 142.
- Aydın, F., Sunay, M. S., Akın, U. & Kahraman. İ. (2018). Elektrik Çarpması Sonucu Meydana Gelen Yaralanmaların Adli-Tıbbi Değerlendirmesi. *Ege Tıp Dergisi*, Cilt: 57 Sayı: 2, 116 – 118.
- Aydın, M. S. & Türkay, Y. (2023). Evaluation of Occupational Health and Safety Training in Turkey in terms of Electricity Distribution Sector. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (51), 42-47.
- Batra, P. E., & Ioannides, M. (2001). Electric Accidents in the Production, Transmission, and Distribution of Electric Energy: A Review of the Literature. *International Journal Occupational Safety and Ergonomics*, 2001, Vol. 7, NO. 3, 285–307
- Cawley, J. C. & Homce, G.T. (2008). Trends in Electrical Injury in the U.S., 1992–2002. *IEEE Trans Ind Appl* 2008 Jul-Aug; 44(4):962-972.
- Ceylan, H. (2012). Türkiye'deki Elektrik İletim Tesislerinde Meydana Gelen İş Kazalarının Analizi. *Electronic Journal of Vocational Colleges (EJOVOC)*, Vol. 2, no. 1, pp. 98-109, May.
- Ceylan, H., Elri, Z., Çokaklı, Ö. & Metin, N.A. (2021). Occupational Accidents Caused by Electricity in Turkey. *Uluborlu Mesleki Bilimler Dergisi* 4:2, 50-67.
- ÇSGB (2023). İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. *Resmî Gazete* 28339 (30 Haziran 2012). https://kms.kayis.gov.tr/Home/kurum/24304_01?AspxAutoDetectCookieSupport=1, Erişim Tarihi: 12.12.2023
- Doan, D. (2016). Human Error and Electrical Safety. *IEEE Industry Applications Magazine*, 22(2):6-6.

- ELDER, (2020). Türkiye’de Elektrik Dağıtım Sektöründe Kaza Kök Neden Analizi ve Nedensellik İlişkisi. Proje C40021/10128/59978_C40022/444/8332 TÜRKİYE; FİNAL RAPORU <https://www.elder.org.tr/ebulten/elder-ebrd-final-raporu-tr.pdf>, Erişim Tarihi: 08.11.2023
- ELDER, (2021), Elektrik Dağıtım Hizmetleri Derneği (ELDER) Sektör Raporu 2021. <https://www.elder.org.tr/Content/files/ffe96ba7-00b8-4771-ab18-04435e497792.pdf>, Erişim Tarihi: 05.04.2024
- ELDER, (2022), Elektrik Dağıtım Hizmetleri Derneği (ELDER) Sektör Raporu 2022 <https://www.elder.org.tr/Content/files/3729a088-aac2-4fc4-9b00-6dc44df53445.pdf>, Erişim Tarihi: 05.04.2024
- El-Helaly, M. (2022). Artificial Intelligence and Occupational Health and Safety, Benefits and Drawbacks. *La Medicina del Lavoro, Med Lav* 2024; 115 (2): e2024014 DOI: 10.23749/mdl.v115i2.15835
- EPDK, (2023). Electricity Market Sector Report 2022. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/1-1271/electricityreports>, Erişim Tarihi: 09.04.2024
- ESFI (2021). Occupations-Most-At-Risk-in-Fatal-Overhead-Power-Line-Incidents. <https://www.esfi.org/wp-content/uploads/2021/06/ESFI-Appendix-C-Paper-Occupations-Most-At-Risk-in-Fatal-Overhead-Power-Line-Incidents.pdf>, Erişim Tarihi: 08.09.2023
- ESFI (2023). Overhead Powerline Safety. <https://www.esfi.org/overhead-powerline-safety/>, Erişim Tarihi: 08.09.2024
- EU (2019). A definition of AI: Main capabilities and scientific disciplines. High-level Expert Group on Artificial Intelligence. European Commission. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/definition-artificial-intelligence-main-capabilities-and-scientific-disciplines>, Erişim Tarihi: 07.08.2024
- Fisher, E., Flynn M.A., Pratap, P. & Vietas, J.A. (2023). Occupational Safety and Health Equity Impacts of Artificial Intelligence: A Scoping Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2023, 20, 6221. <https://doi.org/10.3390/ijerph20136221>.
- Galloway, S.M. (2014). A Transformational Pareto Analysis: Finding Focus. <https://proactsafety.com/uploads/file/articles/finding-focus-a-transformational-pareto-analysis.pdf>, Erişim Tarihi: 03.08.2023
- ILO (2015). Global Trends on Occupational Accidents and Diseases. https://webapps.ilo.org/static/english/osh/en/story_content/external_files/fs_st_1-ILO_5_en.pdf, Erişim Tarihi: 11.10.2023
- ILO (2021). “ILO Data Explorer” <https://ilostat.ilo.org/data/>, Erişim Tarihi: 17.10.2023
- ILO (2022). Artificial intelligence <https://www.ilo.org/artificial-intelligence>, Erişim Tarihi: 11.10.2023
- ILO (2023). A call for safer and healthier working environments. <https://www.ilo.org/publications/call-safer-and-healthier-working-environments>, Erişim tarihi: 04.04.2024
- ILO (2023). ILOSTAT database description Occupational Safety and Health Statistics (OSH database) <https://ilostat.ilo.org/methods/concepts-and-definitions/description-occupational-safety-and-health-statistics/>, Erişim tarihi: 06.07.2024
- Koch, R. (2007). The 80/20 Principle: The Secret of Achieving More with Less, Nicholas Brealey publishing Lt., ISBN 10: 1857883993/ ISBN 13: 9781857883992
- Koustellis, J.D., Halevidis, C.D., Polykrati, A.D. & Bourkas, P.D. (2013). Analysis of a Fatal Electrical Injury due to Improper Switch Operation. *Safety Science*. Volume 53, 226–232.
- Niehaus, S., Hartwig, M., Rosen, P.H. & Wischniewski, S. (2022). An Occupational Safety and Health Perspective on Human in Control and AI. *Front Artif Intell.* 2022;5:868382. Doi: 10.3389/frai.2022.868382.
- OECD (2019): AI Principles Overview. <https://oecd.ai/en/wonk/a-first-look-at-the-oecd-framework-for-the-classification-of-ai-systems-for-policymakers>, Erişim Tarihi: 07.08.2024
- Pavelko, J. (2024). Integrating Technology in Workplace Safety: The Role of AI and IoT. <https://ohsonline.com/Articles/2024/07/17/Integrating-Technology-in-Workplace-Safety-The-Role-of-AI-and-IoT.aspx>, Erişim Tarihi: 01.08.2024
- Polat, Y. (2021). Hastane Öncesi Acil Sağlık Hizmetlerinde Elektrik Çarpması Vakasının Acil Bakım ve İş Sağlığı Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi. *Paramedik ve Acil sağlık Hizmetleri Dergisi*. Cilt: 2 Sayı: 1, 5 - 11
- Takala, J., Hämäläinen, P., Sauni, R., Nygård, C., Gagliardi, D. & Neupane, S. (2024). Global-, Regional- And Country-Level Estimates of The

Work-Related Burden of Diseases and Accidents in 2019. (2024) *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, Mar 1;50(2):73-82. Print ISSN: 0355-3140 Electronic ISSN: 1795-990X.

Tan, O. & İnci, N. (2015). Elektrik Kaynaklı İş Kazalarının Ekonomik Boyutu. <http://www.oktaytan.net/MAKALE/ELEKTRiK-KAYNAKLI-KAZALARIN-MALiyETLERi.pdf>, Erişim tarihi: 18,06,2023.

TREDAŞ (2023). Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası "Sürdürülebilirlik Projeleri Altın Derece Ödülü". <https://tredas.com.tr/icerik/ebrd-surdurulebilirlik-projeleri-altin-derece-odulu-222>, (Erişim tarihi: 11.06.2024)

UN (2023). 17 Goals to Transform Our World. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>, United Nations, Erişim Tarihi: 23.10.2023

UNDP (2017). The Sustainable Development Goals, UN/Department of Public Information, ISBN 9789211013696, PDF ISBN 9789213625125 United Nations Publications 300 East 42nd Street, New York, New York 10017, United States of America.

Uzunlar, M.J. & Widlund, J, (2024). How AI can be used for OSHA Regulations. <https://civils.ai/blog/ai-for-osh-regulations>, Erişim Tarihi: 01.08.2024

WHO (2009). The Conceptual Framework for the International Classification for Patient Safety, Final Technical Report https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/70882/WHO_IER_PSP_2010.2_eng.pdf?sequence=1, Erişim Tarihi: 17.08.2023

Warrick, B.L (2024), The Role of Artificial Intelligence in Occupational Safety and Health Practices (OSH). USF Health, University of South Florida <https://www.usf.edu/health/public-health/news/2024/ai-in-osh-practices.aspx>, Erişim Tarihi: 11.06.2024

BİR YEMEKHANE İŞLETMESİNİN ERGONOMİK ÇALIŞMA KOŞULLARI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Coşkun Yaşar KURTEŞ^{1*}, Serhat AYDIN²

¹ MSÜ Atatürk Stratejik Araştırmalar ve Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

ORCID No: <http://orcid.org/0009-0006-1791-955X>

² MSÜ Hava Harp Okulu Endüstri Mühendisliği Bölümü

ORCID No: <http://orcid.org/0000-0003-0861-8297>

Anahtar Kelimeler	Öz
Ergonomi MKİSR İş sağlığı REBA NIOSH	<p>Mesleki kas iskelet sistemi rahatsızlıkları iş gücü, kalite ve verimlilik kayıplarına yol açarken sağlık harcamalarını da arttırarak ekonomi üzerine yük bindirmektedir. Uygun olmayan çalışma pozisyonları, çalışma esnasında vücudun bazı kısımlarına fazla yük binmesi, statik çalışma gibi etkenler mesleki kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olmaktadır. Bu makale, bir işletmede mevcut olan ergonomik risklerin çeşitli ergonomik risk analiz yöntemleri ile değerlendirilmesi ve iyileştirme önerilerinin sunulması amacı ile hazırlanmıştır. Bu amaçla İstanbul ilinde bulunan, kahvaltı, öğlen ve akşam öğünleri olmak üzere günde yaklaşık 900 porsiyon yemek üreten, servis eden ve bulaşıkların yıkandığı bir yemekhane işletmesi konu olarak ele alınmıştır. Çalışmada yemekhane işletmesindeki iş süreçleri gözlemlenerek çeşitli ölçümler yapılmış, veriler kayıt altına alınmıştır. Gözlemlerden elde edilen veriler NIOSH, BAuA, REBA ve RULA ergonomik risk analiz yöntemleri ile analiz edilmiştir. Sonuç olarak, mevcut ergonomik risklerin, çalışan sağlığını tehdit etmeyecek düzeye indirilmesi için iyileştirme önerileri sunulmuş, son durumdaki risk seviyeleri hesaplanarak çalışan sağlığını olumsuz etkilemeyecek seviyeye indirildiği gözlemlenmiştir.</p>

ERGONOMIC EVALUATION OF A MESS HALL BUSINESS

Keywords	Abstract
Ergonomics OMD Occupational safety REBA NIOSH	<p>While occupational musculoskeletal disorders cause loss of workforce, quality and productivity, they also increase medical expenses and put a burden on the economy. Factors such as unsuitable working positions, excessive load on some parts of the body during working, and static work cause occupational musculoskeletal disorders. This essay was written with the aim of evaluating the ergonomic risks in an enterprise with various ergonomic risk analysis methods and presenting improvement suggestions. For this purpose, a mess hall operating in the city of Istanbul, which produces and serves approximately 900 meals a day, including breakfast-lunch-dinner, and where the dishes are washed, is considered as the subject. In the study, various measurements were made by observing the business processes in the cafeteria and the data were recorded. The data obtained from the observations were analyzed by NIOSH, BAuA, REBA and RULA ergonomic risk analysis methods. As a result, improvement suggestions were presented to reduce the existing ergonomic risks to a level that would not threaten employee health, and it was observed that the latest risk levels were calculated and reduced to a level that would not adversely affect employee health.</p>
Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi : 05.08.2024	Submission Date : 05.08.2024
Kabul Tarihi : 27.11.2024	Accepted Date : 27.11.2024

* Sorumlu yazar e-posta: cykurtes@hotmail.com

1. Giriş

Ergonomi, insanların iş veya yaşam ortamlarındaki fiziksel ve zihinsel etkileşimlerini inceleyen bir disiplindir (Babalık,2022). Bu disiplin, insanların çalışma verimliliğini arttırmak, sağlıklarını korumak ve iş ortamlarını daha güvenli hale getirmek için tasarım, işletme ve ekipman kullanımı konularında çalışır. İşçilerin çalıştıkları sırada ergonomiye uygun olmayan çalışma pozisyonları öncelikle boyun, bel ve sırt bölgesi olmak üzere birçok vücut bölgesinde ağrılara ve rahatsızlıklara sebep olabilmektedir (Babalık,2022). Ortaya çıkan bu rahatsızlıklar ise, iş gücü kaybı ve verimin düşmesine neden olarak ekonomik maliyetleri oluşturmaktadır. Günümüzde, işyerlerinde sağlık sorunlarından kaynaklanan iş kayıplarının önlenmesi ve çalışanların verimliliğinin artırılması için daha iyi ergonomik tasarıma sahip ekipmanların kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu nedenle, ergonomik tasarımın etkili bir şekilde uygulanması hem işveren hem de çalışanlar için önemli bir başlık olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ergonomi, aynı zamanda işletmenin kalite süreçlerinde gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Düşük ergonomik şartlara sahip işletmelerde, çalışanlar genel olarak sinirli, kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına sahip ve yorgun çalışmalara dönüşmesi çok uzun zaman almamaktadır (Baş vd., 2018). Bu etkenler işletmelerdeki ürün çıktısının da kalitesiz olmasına yol açmaktadır. İşletmelerde sağlanan ergonomik iş süreçleri ise çalışanların şirketin sağlık ve emniyetini sağlamaya yönelik en iyi çabayı gösterdiklerini fark etmesine dolayısıyla devamsızlık oranlarının azalması, motivasyonlarının artması ve iş süreçlerine katkı sağlamaları hususlarına imkân sağlamaktadır (Babalık,2022).

Yukarıda bahsedilen ergonomik iyileştirme süreçlerinin sağlayacağı faydalardan yola çıkarak, bu çalışmada bir yemekhane işletmesinde yapılan gözlemler Amerika Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü Yük Kaldırma Endeksi (NIOSH), Alman Federal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü yöntemi (BAuA), Hızlı Tüm Vücut Değerlendirme (REBA) ve Hızlı Üst Ekstremité Değerlendirme (RULA) yöntemleri ile analiz edilmiştir. Bu analizler neticesinde elde edilen veriler ışığında riskli bulunan eylemler ve çalışma duruşları için çeşitli ergonomik iyileştirmeler önerilmiş ve uygulanmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmaya konu olan yemekhane işletmesi ergonomik riskler açısından iyileştirilmiş/iyileştirme önerileri sunulmuş, çalışanların ilerleyen yıllarda mesleki kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına yakalanma riskini azaltacak önlemler alınmıştır.

Bu çalışmanın amacı, işletmedeki risk faktörlerinin belirlenerek, azaltılması ve meslek hastalıklarının önüne geçilmesidir. Bu işlemler gerçekleştirilirken işletmeye endüstri mühendisliğinin temel felsefesi olan maliyet etkin çözümler sunulmuştur. Ergonomik

iyileştirmelerin işletmelerde verimliliği artıracığı sonucu kaçınılmazdır. Bu iyileştirmelerin sağlanabilmesi amacıyla, çalışanların sağlıklı olmayan duruş pozisyonlarından kaçınmasını sağlayan önlemler alınması, daha az hareket ihtiyacı duyan iş süreçlerin tasarlanması ve bölgesel basıncı azaltıcı tedbirlerin çalışma alanlarında kullanılması esas teşkil etmektedir. Çalışmamızın temel dayanak noktası, ergonomik risklerin tespit edilmesi amacıyla çalışma sahasının makro bakış açısı ile incelenmesi, risk bölgeleri belirlenmesi ve mikro düzeyde iyileştirmeler önerilerek maliyet etkin çözümler sağlanmasıdır.

Makalenin geri kalan kısmının ikinci bölümünde bilimsel yayın taramasına yer verilmiş, üçüncü bölümde ise çalışmada kullanılan yöntemler açıklanmıştır. Dördüncü bölümde uygulama sahası detaylı olarak ele alınmış, son bölüm olan tartışma kısmında ise çalışmada elde edilen sonuçların analizi sağlanmıştır.

2. Bilimsel Yazın Taraması

Bu makale kapsamında kas iskelet sistemi rahatsızlıkları değerlendirme yöntemleri hakkında literatürde yapılmış olan çalışmalar incelenmiştir. Bilimsel yazın taramasında ergonomik iyileştirme süreçlerine temel olan ve son dönemdeki çalışmalar kısaca açıklanmıştır.

Li ve Buckle (1998) gerçekleştirdikleri çalışmada, bir işyerindeki işlemlerin potansiyel kas-iskelet sistemi risklerini değerlendirmesi için Hızlı Maruziyet Değerlendirmesi yöntemini önermişlerdir. Çalışmada öncelikle kas-iskelet sistemi bozuklukları ile ilgili risk faktörleri (tekrarlayan hareketler, zorlayıcı pozisyonlar, yüksek güç gereksinimleri, titreşim ve düşük sıcaklıklar) belirlenmiştir. Çalışmada daha sonra işyerindeki işlemlerin video kaydı alınmış ve video kayıtları analiz edilerek risk faktörleri belirlenmiştir. Geliştirilen puanlama sistemi ile toplam risk skoru hesaplanmış ve çözüm önerileri getirilmiştir.

Hignett ve McAtamney (2000) kas-iskelet risklerine duyarlı bir postüral analiz sistemi geliştirmek, bedeni hareket düzlemlerine göre ayrı ayrı kodlanacak parçalara ayırmak, dinamik, statik, kararsız veya hızlı değişen duruşların neden olduğu kas aktivitesi için bir puanlama sistemi sağlamak amaçlarıyla REBA yöntemini geliştirmişlerdir. Çalışmalarında ergonomistler, fizyoterapistler, mesleki terapistler ve hemşirelerden oluşan bir ekip ile altı yüzden fazla örneğin üzerinde çalışarak yöntemin uygulama birliğini göstermişlerdir.

Jensen vd. (2002) bilgisayar kullanıcılarının fare kullanım süresi ile mesleki kas iskelet sistemi rahatsızlıkları (MKİSR) semptomları arasındaki ilişkiyi incelemek üzere on bir şirkette çalışan toplam 3475 kişiye bir anket uygulamışlardır. Çalışma

günlerinin çoğunu bilgisayarda geçiren kadın çalışanlarda boyun semptomları ve omuz semptomları, erkek çalışanlarda ise el semptomlarının fare kullanımı ile ilişkili olduğu saptanmıştır. Çağrı merkezi çalışanlarının, görevlerini icra ederken tekrarlayıcı hareketleri sık sık uyguladıklarından, bu tekrarlayıcı hareketlerin MKİSR üzerinde etkili olduğu ortaya konmuştur. Bu çalışmada iki yıldan fazla bilgisayar kullanımının MKİSR yakınmaları için belirleyici risk etkeni olduğu tespit edilmiştir.

Kırcı (2018) bir lojistik deposunda çalışanların çalışma pozisyonlarını gözlemleyerek ve fotoğraflarını çekerek ergonomik risk analizi tekniklerinden RULA, REBA ve NIOSH yöntemlerini kullanmışlardır. Ergonomik risk analizlerinin yanı sıra ortam koşullarının (ses, aydınlatma, termal konfor, toz miktarı, kimyasal madde, titreşim) ölçümü yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, çalışanın sağlığını dikkate alırken aynı zamanda iş verimliliğini ve kalitesini yükseltmek için ihtiyaç duyulan çalışma ortamları tartışılıp, iyileştirmelere yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Ülker (2020) mobilya imalatında faaliyet gösteren bir firmada çalışanların yatay ve dikey olarak parça taşımaları esnasında karşılaştıkları zorlanmaları araştırmak ve çalışanlar üzerindeki etkilerini inceleyen bir problemi ele almışlardır. Zorlanma sınır değerlerinin ölçümü için BAuA yöntemi kullanılmıştır. Süreç içerisinde yüksek ergonomik risk taşıyan hareketler için gerekli iyileştirmeleri önerileri sağlanmıştır.

Windel ve Haus-Rybicki (2021) iş güvenliği ve sağlığına yönelik bu temel zorluklardan bazılarını Avrupa perspektifinden incelemişlerdir. Bu çalışma AB Komisyonu'nun yeni bir Avrupa iş sağlığı güvenliği stratejisi için istişare süreci vesilesiyle BAuA ile PEROSH araştırma ağından diğer Avrupa İSG enstitüleri tarafından hazırlanan bir durum belgesine dayandırılmıştır.

Aydın (2021) et ve tavuk ürünlerinin satıldığı ve sıklıkla elle kaldırma işlemlerinin yapıldığı bir işletmede çalışma duruşlarını gözlemlemiştir. Çalışmada elle kaldırma işlemlerinin analizi için NIOSH yöntemi, reyon bölümündeki çalışma duruşlarının analizi için REBA yöntemi kullanılmıştır. Analiz sonucunda risk seviyesinin yüksek olduğu tespit edilmiş ve ergonomik iyileştirme önerilerinde bulunulmuştur.

Akalp vd. (2021) gerçekleştirdikleri çalışmada Marmara Bölgesi'nde zeytin tarımında faaliyet gösteren çalışanların çalışma duruşlarını incelemişlerdir. Tüm vücut faaliyetleri esnasında çalışanın duruşunu analiz ederek mesleki kas ve iskelet rahatsızlıklarına neden olabilecek çalışma şeklinin saptanmasına ve önlem alınmasına olanak

sağlayan gözleme dayalı bir duruş analiz metodu olan REBA yöntemi kullanılmıştır.

Özşahin vd. (2024) çalışmalarında bir havalimanı dahilinde yiyecek içecek faaliyetlerinde bulunan bir firmada çalışan personellerin iş süreçlerinde maruz kaldığı ergonomik risklerin değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Ovako Working Posture Analyzing System (OWAS) yöntemi ile risk analizi yapılmış ve çeşitli öneriler sunulmuştur.

Hatiboğlu vd. (2024) acil sağlık hizmetleri çalışanlarının çalışma duruşlarının kas iskelet sistemi ana eklemleri üzerinde oluşturduğu yük ve işle ilgili yaralanma riskini analiz etmeye odaklanmıştır. Çalışmalarında REBA, RULA ve OWAS yöntemlerini kullanmış ve yöntemlerin sonuçları karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda REBA yönteminin, çalışma kapsamında ele alınan koşullar altında duruş pozisyonu bozukluklarını analiz etmede en iyi yöntem olduğu savunulmuştur.

Kiraz ve Geçici (2024) tarafından makine öğrenmesi kütüphanesi ile REBA, RULA, OWAS metotları için eş zamanlı olarak ergonomik risk değerlendirme raporu sunan web tabanlı bir platform geliştirilmiştir. Geliştirilen platformda kullanılan algoritma ve ergonomik risk değerlendirme yöntemleri içerisindeki sorularda geliştirilen uygulama tarafından cevaplanarak tutarlılık ve kullanım kolaylığı sağlanması hedeflenmiştir.

Çakmak ve Esen (2024) çalışmalarında REBA yöntemini kullanarak, yapılan analizlerin güvenilirliğinin değerlendirmesini istatistiksel olarak gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarında otomotiv sanayinde faaliyet gösteren bir işletmenin koltuk üretim hattındaki 58 farklı çalışma durumu gözlemlenerek REBA yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışmalarında REBA yönteminin çalışma duruşlarını yüksek güvenilirlikle analiz ettiği sonucunu ispatlamışlardır.

Gür ve Yeşilnar (2024) çalışmalarında Acil Sağlık Hizmetlerinde görev yapan acil tıp teknisyeni, paramedik ve sürücülerin hastaya müdahale esansındaki 7 duruş pozisyonlarına bağlı REBA ve RULA ergonomik risk analizini gerçekleştirmişlerdir. Analizleri sonucunda yüksek risk grubuna dahil olan duruşlar için önlem ve önerilerde bulunmuşlardır.

Bilimsel yazın taramasında tespit edildiği üzere REBA ve RULA yöntemleri sıklıkla çalışmalarda kullanılmıştır. REBA yöntemi tüm vücut değerlendirmelerinde, RULA yöntemi ise üst vücut değerlendirmelerinde hatasızlığa yakın sonuçlar veren yöntemler olarak ön plana çıkmaktadır. NIOSH yöntemi ise elle kaldırma işlerinde oldukça iyi sonuç veren bir yöntem olarak literatürde yerini almıştır. Bu nedenle çalışmamızda kamu kurumuna ait bir işletmede çalışanların tüm vücut hareketlerinin değerlendirildiği çalışma koşulları için REBA yöntemi,

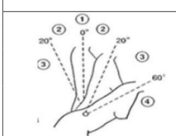
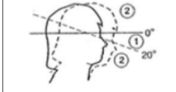
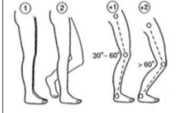
sadece üst vücutlarını kullandıkları çalışma alanında RULA yöntemi, el ile kaldırma işlerinin bulunduğu alanda NIOSH yöntemi, yük çekme, yük itme işlerinde de BAuA yöntemi kullanılarak yüksek risk taşıyan hareketler belirlenmeye çalışılmıştır. Bu işletmenin kamu işletmesi olması nedeniyle devlet imkanları en ekonomik şekilde kullanılarak mikro seviyede ancak en yüksek verimi sağlayacak iyileştirmeler elde edilmeye çalışılmıştır.

3. Yöntem

Bu bölümde, çalışmada ergonomik risklerin analizi amacı ile kullanılan REBA, RULA, NIOSH ve BAuA yöntemlerinin uygulama adımları anlatılmıştır.

3.1. REBA Yöntemi

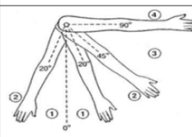
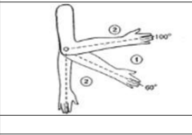
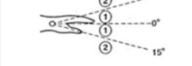
REBA yöntemi, özellikle bir işin veya görevin ergonomisini değerlendirmek için kullanılan bir risk değerlendirme aracıdır. Kas iskelet sistemi bozuklukları veya diğer rahatsızlıkları oluşturabilecek potansiyel ergonomik tehlikeleri belirlemek için iş sağlığı ve güvenliğinde yaygın olarak kullanılır. REBA yöntemi Rapid Entire Body Assessment/ Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi için kullanılan bir kısaltmadır ve ergonomik riskleri hızlı ve kolay bir şekilde değerlendirmek için tasarlanmıştır. Bu yöntemde A ve B olarak iki ayrı grup oluşturulur. A grubu bacak, boyun ve gövdeyi içerirken, B grubu üst kol, alt kol ve bilekleri içerir. A grubunun toplamda altmış, B grubunun ise toplamda otuz altı duruş kombinasyonu mevcuttur. Şekil 1'deki duruş açılarına göre A grubu puanları belirlenerek Tablo 1'de birleştirilir ve yük faktörü puanı da eklenerek A skoru elde edilir. Yük faktörü puanı yük ağırlığı 5 kg.'nin altında ise "0", 5-10 kg. arasında ise "1", yük 10 kg'dan büyük ise "2" eğer şok veya hızlı kuvvet artışı görülürse +1 puan olarak eklenir. Şekil 2'deki üst kol, alt kol ve bilek duruş açılarına göre B grubu puanı belirlenerek Tablo 2'de birleştirilir ve kavrama puanı da eklenerek B skoru elde edilir. Kavrama puanı kavrama derecesi iyi ise "0", uygun ise "1", kötü ise "2" ve uygun değil ise "3" olarak eklenir. Daha sonra ise A ve B skorları Tablo 3'te birleştirilerek C puanı elde edilir. C puanına aktivite yoğunluğu puanı eklenerek nihai REBA skoru elde edilmiş olur. Aktivite yoğunluğu puanı değerlendirilirken, bir veya birden fazla uzuv bir dakikadan fazla hareketsiz kalıyorsa, yürümeden aynı konumda dakikada 4 kez ve fazla iş yapılıyorsa ve hızlı bir şekilde duruşta bir değişiklik oluşuyorsa "1" puan eklenir. Nihai REBA skoruna göre 5 farklı derece mevcut olup REBA skoru, risk seviyesi ve önlemler Tablo 4'te gösterildiği şekildedir. (Hignett & McAtamney, 2000)

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

Şekil 1. A Grubu Planlaması

Tablo 1. A Grubu Skoru Tablosu

		Boyun											
		1				2				3			
Gövde	Bacaklar	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	1	1	2	3	4	1	2	3	5	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

		Üst kollar		
		Hareket	Puan	Puan değişimi
		0°-20° fleksiyon	1	Eğer kol dönmüş veya dışarı çekilmişse +1
		0°-20° ekstansiyon		
		>20° ekstansiyon	2	
		20°-45° fleksiyon		
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	2	
		>100° fleksiyon		
		Bilekler		
		0°-15° fleksiyon	1	Bilek dönmüş durumda +1
		0°-15° ekstansiyon		
		>15° fleksiyon veya ekstansiyon	2	

Şekil 2. B Grubu Puanlaması

Tablo 2. B Grubu Skoru Tablosu

	Alt kol						
	Bilek	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	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Tablo 3. C Skoru Tablosu

	B Skoru												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
A S k o r u	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	11	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tablo 4. REBA Risk Değerlendirme Tablosu

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

3.2. RULA Yöntemi

RULA (Rapid Upper Limb Assessment/ Hızlı Üst Ekstremiteler Değerlendirmesi) yöntemi, bir işin veya görevin ergonomisini değerlendirmek için kullanılan bir risk değerlendirme aracıdır. Genellikle mesleki sağlık ve güvenlikte, kas iskelet sistemi rahatsızlıkları belirlemek için kullanılır. Sırt, bel ve bacaklara daha fazla baskı yapan eylemlerin sebep olduğu kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının risklerini ölçmeye yarar. RULA yöntemi öncelikle üst ekstremiteleri (el, bilek, dirsek, omuz) değerlendirir.

RULA yönteminde öncelikle üst kolun gövde ile yaptığı açı değerlendirilir. Kol gövde ile z ekseninde 0-20 derece arası açı yapan bir pozisyonda ise 1 puan, öne doğru 20-45 derece açı yapan bir pozisyonda ise 2 puan, öne doğru 45-90 derece açı yapan bir pozisyonda ise 3 puan ve ön tarafa doğru 90 dereceden büyük açı yapan bir pozisyonda ise 4 puan olarak puanlanır. Kol geriye doğru 20 dereceden daha büyük açı yapar bir pozisyonda ise 2 puan olarak puanlama yapılır. Ayrıca hareket esnasında kollar yana doğru açık veya omuzlar yukarı doğru kalkık ise 1 puan daha eklenmelidir. Fakat kollarda herhangi bir destek varsa 1 puan çıkarılmalıdır. Alt kol puanlaması yapılırken ise alt kolun gövde ile arasındaki açının 60-100 derece arası olması halinde 1 puan, 60 dereceden daha az veya 100 dereceden daha fazla olması durumunda 2 puan olarak hesaplanmalıdır. Hareket kolların yana açılmasını gerektirmekte ise hesaplanan puanlara 1 puan daha eklenmelidir. Bileklerin puanlanması ise el ile bileğin aynı doğrultuda olması halinde 1 puan, aşağı veya yukarı yönde elin bilek ile 15°'ye kadar açı yapması halinde 2 puan, 15°'den daha büyük açı yapması halinde 3 puan olarak yapılır. Bileğin kol ile arasında sola veya sağa doğru açı olması halinde hesaplanan puanlara 1 puan eklenir. Ek olarak bileğin kendi etrafında 15°'den fazla bükülmesi söz konusu ise Duruş

Tablosunda Bilek Bükülmesi sekmesinde 2 puan atanır. Eğer bilekte bükülme yoksa veya 15°'den az ise 1 atanır. Yukarıda anlatıldığı şekilde hesaplanan üst kol, alt kol ve bilek puanları Tablo 5'te birleştirilerek A grubu duruş puanı elde edilir. Elde edilen duruş puanına kas kullanımı ve kuvvet/yük puanı eklenerek A puanı bulunur. Kuvvet/Yük puanı hesaplanırken çalışanın kaldırdığı yükün ağırlığı dikkate alınır. Kaldırılan ağırlık 2 kg'dan az ise 0 puan, 2 kg. ile 10 kg. arasında ise 2 puan ve 10 kg'dan daha fazla bir ağırlık taşınıyorsa 3 puan eklenir. Üst beden duruşu statik halde ise yani duruş 1dk.'nın üzerindeyse veya 1 dk içerisinde hareket dört kez veya üzerinde tekrarlanıyorsa 1 puan daha eklenir.

Bu yöntemde ikinci olarak boyun, gövde ve bacak analizleri yapılır. Boyunun öne doğru 10 dereceye kadar eğilmesi için 1 puan, 10-20 derece arasındaki eğilmeye 2 puan, 20 dereceden fazla eğilmeye 3 puan ve boynun geriye doğru eğilmesine 4 puan verilir. Ayrıca bu hareketlerin yanında boynun sağa sola dönmesi veya eğilmesi halinde hesaplanan puanlara 1 puan daha eklenir. Gövde puanlamasında ise yerden gelerek bel üzerinden geçen doğru ile gövdenin aynı doğrultuda olması yani bedenin tamamen dik olması durumunda 1 puan, belden geçen eksen ile 20 dereceye kadar açı yaparak eğilmesi halinde 2 puan, 20-60 derece arası açı yaparak eğilmesi durumunda 3 puan ve 60 dereceden fazla açı yapması halinde 4 puan olarak hesaplanır. Diğer eksenlerde yapılan her dönme veya eğilme için 1 puan daha eklenir. Bacak puanı ise bacak destekleniyorsa 1 puan, bacak desteklenmiyorsa 2 puan olarak hesaplanır. Hesaplanan boyun, gövde ve bacak puanları Tablo 6'da birleştirilir ve üzerine yukarıda anlatıldığı şekilde kas kullanımı ve kuvvet/yük puanı da eklenerek B puanı bulunur.

Son olarak ise üst kol, alt kol ve bileklerden oluşan A grubunun puanı ile boyun, gövde ve bacaklardan oluşan B grubunun puanı Tablo 7'de yerine konularak nihai RULA risk skoru belirlenir. RULA yönteminde skoruna göre dört kategoride risk değerlendirme yapılmakta olup, değerlendirme Tablo 8'de gösterildiği gibidir (McAtamney & Corlett, 1993).

Tablo 5. RULA A Grubu Duruş Tablosu

		Bilek								
		1		2		3		4		
		Bilek Bükülmesi								
Alt Kol		1	2	1	2	1	2	1	2	
Üst Kol	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
		2	2	2	2	2	3	3	3	3
		3	2	3	3	3	3	3	4	4
	2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
		2	3	3	3	3	4	4	4	4
		3	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
		2	3	4	4	4	4	4	5	5
		3	4	4	4	4	4	5	5	5
	4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
		2	4	4	4	4	4	5	5	5
		3	4	4	4	5	5	5	6	6
	5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
		2	5	6	6	6	6	7	7	7
		3	6	6	6	7	7	7	7	8
	6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
		2	8	8	8	8	8	9	9	9
		3	9	9	9	9	9	9	9	9

Tablo 6. RULA B Grubu Duruş Tablosu

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

Tablo 7. RULA Risk Skoru Tablosu

		Boyun, Gövde, Bacak Skoru (B)						
		1	2	3	4	5	6	7+
El, Kol, Bilek Skoru (A)	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	6
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8	5	5	6	7	7	7	7

Tablo 8. RULA Risk Değerlendirme Tablosu

RULA Skoru	Değerlendirme
1-2	Kabul edilebilir duruş
3-4	Değişiklik gerekebilir
5-6	Kısa zamanda değişiklik
7	Hemen değişiklik

3.3. NIOSH Yöntemi

Amerika Birleşik Devletleri resmi iş sağlığı ve güvenliği kurumu olan NIOSH'un 1981 yılında yayınladığı formulüzyasyonu özellikle elle kaldırma işlerinde risk analiz metodu olarak kullanılmaktadır. NIOSH rehberi bu yöntemin yalnızca elle kaldırma işlerinde kullanılmasını tavsiye etmektedir. Taşıma ve tutma işleri ile elle kaldırma işlerinin 8 saati aşan çalışmalarında, tek elle kaldırma işlerinde, stabil olmayan zeminlerde yapılan işlerde, yükün ağırlık merkezinin değişken olduğu işlerde ve çok hızlı yapılması gereken kaldırma işlerinde kullanılmamalıdır. Bu yöntemin uygulanmasında ilk olarak tavsiye edilen ağırlık sınırı "Recommended Weight Limit" (RWL) hesaplanır. RWL yedi farklı parametrenin çarpımı ile bulunur. Matematiksel gösterimi $RWL = LC \times CM \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM$ şeklindedir.

Yük sabiti olarak tanımlanan LC 23 kg. olarak kullanılmaktadır. CM tutma faktörü olarak tanımlanır. Elin taşınacak yükü ne kadar kolay ve iyi tutabildiğine bağlı bir faktördür. Tutma kolaylığı iyi, orta ve kötü olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır. Ayrıca tutulan noktanın ayak basılan tabandan yüksekliği de önemlidir. Tablo 9'da tutma faktörüne ait değerler belirtilmiştir.

Tablo 9. Tutma Faktörü (CM) Tablosu

Tutma Olanığı	$V \leq 75$ cm	$V \geq 75$ cm
İyi	1	1
Orta	0,95	1
Kötü	0,9	0,9

HM yatay çarpan olarak tanımlanır. Elin orta noktası ile omurga ekseninin yatay mesafesine bağlıdır. Yükün omurga ekseninden uzaklaşması uygulanması gereken kuvvet artırır. Tablo 10'da yatay çarpan değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 10. Yatay Çarpan (HM) Tablosu

$H \leq 25$ cm için	HM = 1
$25 < H \leq 63$ cm için	HM = $25 \div H$
$H > 63$ cm için	HM = 0

VM dikey çarpan olarak tanımlanır. Yükü tutma noktasının tabana olan mesafesine bağlıdır. Tablo 11'de dikey çarpan değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 11. Dikey Çarpan (VM) Tablosu

$V < 175$ cm	$VM = 1 - (0,003 * V - 75)$
$V \geq 175$ cm	VM=0 175 cm üzeri dikey mesafede yükün dengeli şekilde kaldırılması imkansızdır.

DM mesafe çarpanı olarak tanımlanır. Kaldırmanın başladığı yükseklik ile bittiği yükseklik arasındaki düşey mesafe olan D faktörüne bağlıdır. Tablo 12'de mesafe çarpanı değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 12. Mesafe Çarpanı (DM) Tablosu

$D \leq 25$ cm için	DM = 1
$25 < D \leq 175$ cm için	DM = $0.82 + (4.5/D)$
$D > 175$ cm için	DM = 0

AM asimetri çarpanı olarak tanımlanır. Kaldırma hareketinin başlangıcında veya bitiminde vücudun

sagittal düzleme göre pozisyonunu belirten açıya asimetri açısı olan A faktörüne bağlıdır. Asimetri çarpanı değerleri Tablo 13'te gösterilmiştir.

Tablo 13. Asimetri Çarpanı (AM) Tablosu

A < 135	AM = 1-(0,0032*A)
A ≥ 135	AM = 0

FM tekrarlama çarpanı olarak tanımlanır. Dakikada kaç defa kaldırma işlemi yapıldığına ve kaldırma mesafesine bağlı bir faktördür. Tekrarlama Çarpanı değerleri Tablo 14'te gösterilmiştir.

Tablo 14. Tekrarlama Çarpanı (FM) Tablosu

Dakikada kaldırma sayısı	Çalışma süresi					
	<1 saat		1 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

NIOSH yönteminde tavsiye edilen ağırlık sınırı hesaplandıktan sonra, kaldırma indeksinin (Kİ) hesaplanması gereklidir. Kaldırma indeksi, kaldırılan ağırlığın tavsiye edilen ağırlık sınırına oranıdır. NIOSH metoduna göre Kİ değerinin 1'den fazla olması bel ağırlıklarında artışa sebep olmaktadır. Bu nedenle Kİ değerinin 1'in altında olması tavsiye edilmektedir. Kİ değeri 1 ile 3 arasında bir değer alıyorsa işin tehlikeli olduğu ve düzenlenme ihtiyacı olduğu, 3'ten büyük bir değer alıyorsa işin çok tehlikeli olduğu ve ivedi olarak ergonomik iyileştirme gerektirdiği anlamına gelmektedir. (Waters vd., 1993)

3.4. BAuA Yöntemi

Almanya Federal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü tarafından kaldırma, tutma, taşıma işlerinde ve yük çekme, yük itme işlerinde kullanılmak amacıyla geliştirilmiş ergonomik risk analiz yöntemidir. BAuA yöntemi kendi içinde üç farklı alt yöntemden oluşmaktadır. Bunlar tutma, kaldırma, taşıma işleri için BAuA LMM HHT yöntemi, manuel el işleri için BAuA LMM MA yöntemi ve itme-çekme işleri için BAuA LMM SZ yöntemidir. Bu çalışmada yukarıdaki








yöntemlerden sadece itme- çekme işleri için kullanılan BAuA LMM SZ yönteminden faydalanılmış olup yöntem detaylı olarak aşağıda anlatılmıştır.

Yöntemi uygulamaya yapılan işin zaman ağırlığını belirleyerek başlanır. Zaman ağırlığını hesaplayabilmek için itme ya da çekme işleri esnasında alınan toplam mesafe bilinmelidir. Mesafe 5 mt.'den kısa ise kısa mesafelerde itme çekme veya sık sık durarak çekme itme işlemi, mesafe 5 mt.'den uzun ise uzun mesafelerde itme çekme anlamına gelmektedir.

Tablo 15. Zaman Ağırlığı Tablosu

Kısa Mesafelerde Çekme-İtme veya Sık Sık Durarak Çekme-İtme (Bir Seferde 5 Metreden Az)		Uzun Mesafelerde İtme-Çekme (Bir Seferde 5 Metreden Fazla)	
Bir Günde Yapılan İş Sayısı	Zaman Ağırlığı	Bir Günde Toplam Mesafe	Zaman Ağırlığı
<10	1	<300m	1
10<...<40	2	300m<...<1km	2
40<...<200	4	1km<...<4km	4
200<...<500	6	4km<...<8km	6
500<...<1000	8	8km<...<10km	8
>1000	10	>16km	10

Zaman ağırlığı hesaplandıktan sonra yapılan işte kullanılan yardımcı araçlar belirlenir. Kullanılacak yardımcı araç çeşidi ve ağırlığına göre Şekil 3'te bulunan katsayılar belirlenir.

	Yük Yardımcı Araçsız Yuvarlanıyor	El Arabası	Tekerlekli Sehpâ (Yönlendirme Olanğı Olmaksızın)	Transpalet, Kas Gücü ile çalışan Forklift	Manipülâtör
Hareket Etilirilecek Kütle (Yuvarlanarak)					
< 50 kg	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
50kg <...< 100 kg	1	1	1	1	1
100kg <...< 200 kg	1,5	2	2	1,5	2
200kg <...< 300kg	2	4	3	2	4
300kg <...< 400 kg	3		4	3	
400kg <...< 600 kg	4		5	4	
600kg <...< 1000kg	5			5	
Kaydırarak					
< 10 kg	1				
10kg <...< 25 kg	2				
25 kg <...< 50 kg	4				
>50 kg					

Gülçin ÖZCAN, Temizlik Çalışanlarının Duruş Pozisyonlarının BAuA Yöntemi Kullanılarak Ergonomik Açından İncelenmesi: Gıda Üretim Sektörü Örneği (Üsküdar Üniversitesi, 2020), 18'den uyarlandı.

Şekil 3. LMM SZ Yardımcı Araçlar





Üçüncü aşamada ise ilk olarak hareket hızı belirlenmeli, 0,8 m/s'ye kadar olan hız yavaş, 0,8-1,3

m/s arası hız hızlı kabul edilmektedir. Yükün hareket edeceği güzergâhın belirli olup olmadığı, keskin dönüşlerin olup olmadığı gibi hareketi etkileyen unsurlar önem derecesini belirler. Tablo 16'da hız konum hassasiyet değerleri gösterilmiştir.

Tablo 16. Hız-Konum Hassasiyet Tablosu

Konum Hassasiyeti	Hareket Hızı	
	Yavaş	Hızlı
	<0,8 m/s	0,8-1,3 m/s
Önemsiz: Hareket yolu keyfidir. Yük yuvarlanabilir veya durması bir engelle sağlanır.	1	2
Önemli: Yükün yerleştirileceği yer kesin bellidir, buna uyulmalıdır. Hareket yolu bellidir, uyulmalıdır. Sık sık yön değiştirilir.	2	4

Sonraki adım ise beden konumunun ve uygulama koşullarının belirlenmesidir. Beden konumu, iş esnasında vücudun aldığı şekildir. Uygulama koşulları ise itilen veya çekilen cismin zemin ile arasındaki duruma bağlı olarak değişmektedir. Şekil 4'te beden konumu değerleri, Tablo 17'de ise uygulama koşulları değerleri gösterilmiştir.

	Beden dik, herhangi bir dönme yok.	1
	Üst gövde hafif dönmüş veya hafif öne eğik.	2
	Hareket yönünde gövde fazla eğik, diz çökme, çömelme.	4
	Eğilme ve dönme birlikte.	6

Şekil 4. Beden Konumu (Gülçin ÖZCAN, Temizlik Çalışanlarının Duruş Pozisyonlarının BAUA Yöntemi Kullanılarak Ergonomik Açından İncelenmesi: Gıda Üretim Sektörü Örneği (Üsküdar Üniversitesi, 2020), 20'den uyarlandı.)

Tablo 17. Uygulama Koşulları Tablosu

İyi: Döşeme sabit, düz, kaygan değil, kuru, eğim yok, tekerlekler ve makaralar kolay dönüyor, tekerlek yataklarında aşınma yok.	0
Sınırlı: Döşeme düz değil, kirli, yumuşakça, 2 derece kadar eğimli, etraftan dolaşılması gereken engeller var, tekerlekler ve makaralar kolay dönmüyor, tekerlek yataklarında aşınma var.	2
Zor: Sabit ve sağlam olmayan kaba taş döşenmiş yol, çukurlar var, 2-5 derece eğim var, taşıma araçlarını harekete başlatılmak için çok kuvvete gereksinim var, makaralar ve tekerlekler kirli, zor dönüyor.	4
Çok Zor: Yol üzerinde basamak, merdiven var, eğim 5 derece üzeri, yukarıda verilen sınırlı ve zor sınıflandırma koşulları birlikte mevcut.	8

Son aşamada ise yardımcı araç durumu, hareket hızı, beden konumu ve uygulama koşulları puanları toplanır. Daha sonra zaman ağırlığı ve cinsiyet puanı (erkekler için 1, kadınlar için 1,3) ile çarpılarak nihai BAUA LMM SZ risk skoru elde edilir. Bu yöntemle göre dört farklı risk seviyesi mevcut olup Tablo 18'de risk skoru, risk seviyesi ve tanımlama sunulmuştur. (Özcan, 2020)

Tablo 18. Risk Değerlendirme Tablosu

Risk Seviyesi	Risk Skoru	Tanımlama
1	<10	Düşük yük durumu, sağlık problemi oluşması olası değildir.
2	10 ≤ <25	Orta yük durumu, iş yerinin yeniden tasarlanması faydalıdır.
3	25 ≤ <50	Fazla yük durumu, iş yeri yeniden tasarlanmalıdır.
4	≥50	Çok fazla yük durumu, iş yeri mutlaka yeniden tasarlanmalıdır.

4. Uygulama

Bu çalışmada İstanbul ilinde faaliyet gösteren, günlük yaklaşık 300 kişiye kahvaltı, öğle yemeği ve akşam yemeği hizmeti sunan bir yemekhane işletmesi ele alınmıştır. Gıda kolilerinin taşınması, gıdaların depolanması, mutfakta pişirilmesi ve bulaşıkların yıkanması işlemlerinde ergonomi bilimine aykırı olduğundan şüphelenilen süreler BAuA, NIOSH, REBA ve RULA yöntemleri kullanılarak analiz edilmiş olup elde edilen sonuçlar ilgili bölümlerde paylaşılmıştır. Ergonomik olmadığı tespit edilen süreçler için çözüm önerileri işletmeye sunulmuş olup, yapılan iyileştirmeler ve nihai durumdaki risk puanları yeniden hesaplanmıştır.

Yapılan çalışmada, çalışan kişiler 18-22 yaş arası erkek grubundan oluşmaktadır. Çalışanlar yemekhane işletmesi içerisinde tüm aşamalarda çalışabilmektedir. Sadece aşçı ve aşçı yardımcılarının görevleri sabit olup, diğer çalışma sahaları olan koli taşıma, rafa kaldırma, depolama vb. alanlar ihtiyaca göre tüm çalışan kişiler tarafından kullanılabilir. Yapılan bu çalışma yayın etiği ilkelerine uygun olup, Milli Savunma Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından 10 Temmuz 2024 tarihli ve 67994197-050.04 sayılı etik kurulu izini ile gerekli onay alınmıştır.

4.1 Gıda Kolilerinin Tedarik Kamyonundan Depolama Alanına Taşınması

Yemekhane işletmesine ihtiyaca göre haftada birkaç kez gelen tedarik kamyonundan indirilen gıdalar 16 kg. ağırlığındaki dört tekerlekli bir taşıma arabası ile depolama bölümlerine taşınmaktadır. Çalışanların işi hızlı bitirmek amacı ile taşıma arabasına 240 kg.'a kadar yükleme yaptığı gözlemlenmiştir. Taşıma arabasının tekerlekli aşınmış olup, sık sık dönüşlerin olduğu ve hareket yolunun belli olduğu kısa mesafede taşıma yapılmaktadır. Taşıma yapılan güzergâhın zemini düz ve seramik kaplıdır. Taşıyıcının beden konumu Şekil 5'te görüldüğü gibidir. Gıda kolilerinin tedarik kamyonundan alınıp depolama alanına taşınması süreci BAuA itme-çekme yöntemi ile analiz edilmiş olup, sonuç Tablo 19'da gösterilmiştir. Analiz sonucunda BAuA LMM SZ risk puanı 13 olarak hesaplanmıştır. 13 puan "orta yük durumu, işyerinin yeniden tasarlanması faydalıdır" anlamına gelmektedir.



Şekil 5. Taşıma İşlemi

Tablo 19. BAuA Yöntemi ile Risk Analizi Tablosu.

PARAMETRE	AĞIRLIK PUAN
Taşıyıcı Cinsiyeti Erkek	1
Bir Günde Yapılan İş Sayısı < 10	1
200 Kg. < Taşınan Kütle < 300 Kg.	3
Hareket Hızı Yavaş ve Konum Hassasiyeti	2
Beden Pozisyonu Eğilme ve Dönme Var	6
Uygulama Koşulları Sınırlı	2
RİSK PUANI	(3+2+6+2)*1*1=13

Gıda kolilerinin tedarik kamyonundan depolama alanına taşınması süreci BAuA yönteminde 13 puanlık orta risk seviyesine tekâmül etmekte olup, riski kabul edilebilir bir seviyeye (10 puan altı) düşürmek için parametrelerde birtakım iyileştirmeler yapmak gereklidir. Taşıyıcıların cinsiyeti erkek olduğu için (ağırlık puanı 1) herhangi bir iyileştirme yapmak mümkün değildir. Bir günde yapılan iş sayısı 10'dan az (ağırlık puanı 1) olduğu için bu parametrede iyileştirme yapmak da mümkün değildir. Ürünlerin tedarik kamyonundan depolama alanlarına taşınırken izleyeceği yolda iyileştirme yaparak hız-konum hassasiyet puanını düşürmek teknik olarak uygun olamamıştır, zira sık sık yön değiştirmeler zorunludur. İyileştirmeler yardımcı araçlar ve taşınan kütle, beden konumu ve uygulama

koşulları parametrelerinde mümkündür. Çalışanların yük taşımak için kullandıkları tekerlekli sehpanın tekerlekli yük kaldırma platformu ile değiştirilmesi ve bir defada taşınan kütlenin ağırlığı 100 kg.'dan az olacak şekilde ayarlanması yardımcı araçlar ve taşınan kütle ağırlık puanını 1'e düşürecektir. Ayrıca tekerlekleri aşınmış ve zor dönen sehpanın tekerlekli yük kaldırma platformu ile değiştirilmesi uygulama koşullarını sınırlı durumdan (ağırlık puanı 2) iyi duruma (ağırlık puanı 0) iyileştirecektir. Son olarak ise gıda kolilerinin depolama alanına taşınmasında risk puanı en yüksek olan vücut konumunun (ağırlık puanı 6) iyileştirilmesi mümkündür. Tedarik edilecek tekerlekli yük kaldırma platformu ile itme çekme işlemi daha ergonomik hale gelecektir ve tek seferde taşınan yük miktarının 100 kg. ile sınırlandırılması taşıyıcının dizlerinin üstüne çökmesini ve aşırı zorlanmadan kaynaklı dönme hareketleri yapmasını engelleyecektir. Son durumda çalışanlar sadece üst gövde hafif eğik durumda taşıma işlemini yapabilecektir. Sonuç olarak bu proseste çalışan personele ergonomi eğitimi verilmiş, bir defada taşınan yük miktarı 100 kg.'dan az olarak sınırlandırılmıştır ve işletme yönetimine Şekil 6'da görülen tekerlekli yük kaldırma platformundan tedarik etmesi tavsiye edilmiştir. Bu proseste işverene tavsiye edilen ve yapılan iyileştirmelerden sonra risk değerlendirme puanı 13 puandan 5 puana düşürülerek, risk seviyesi çalışan sağlığına olumsuz etki etmeyecek seviyeye indirilmiştir.



Şekil 6. Tekerlekli Yük Kaldırma Platformu

4.2 Gıda Kolilerinin Raflara Yerleştirilmesi

İşletmenin kiler, buzdolabı ve dondurucu bölümlerinde gıda maddelerinin saklanması amacıyla dört sıradan oluşan ve sırası ile yükseklikleri 15 cm, 60 cm, 105 cm, 150 cm olan raflar mevcuttur. Gıdalar karton veya teneke kutular, plastik kovalar içerisinde yerden yüksekliği 10 cm olan bir taşıma arabası üzerinde ilgili saklama alanına getirilerek raflara dizildiği gözlenmiştir. Şekil 7'de görüldüğü üzere çalışan eğilerek en ağırlık 20 kg. olan kolileri 150 cm yüksekliğindeki rafa koymaktadır. Bu rafa koyma işlemi revize NIOSH yöntemi ile analiz edilmiş ve Tablo 20'deki sonuçlar elde edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen NIOSH kaldırma indeksi puanı

2,60 olup, işin riskli olduğu ve düzenleme yapılması gerektiği anlamına gelmektedir.



Şekil 7. Gıda Kolilerinin Rafa Koyulması

Tablo 20. NIOSH Yöntemi ile Risk Analizi Tablosu

Ölçüm Değerleri		Parametre	
H	35 cm	HM	0,71
V	18 cm	VM	0,82
D	140	DM	0,85
A	90°	AM	0,71
F	<0.2	FM	1
C	Orta	CM	0,95
		LC	23
		RWL	7,67 kg
		L	20 kg
		Kİ	2,60

Bu proseste iyileştirme yapılabilecek üç alan tespit edilmiş olup, bu iyileştirmeler altı parametreyi olumlu yönde değiştirmektedir. İlk olarak tedarik kamyonundan indirilen gıdaların tekerlekli sehpa yerine yüksekliği ayarlanabilen tekerlekli yük kaldırma platformu ile depolara getirilmesi ve raflara yerleştirme işleminden önce platformun yüksekliği 75 cm olarak ayarlanarak en faydalı parametre değerleri elde edilir. Yeni durumda, kaldırılacak kolinin yerden yüksekliği 75 cm olduğu için tutma çarpanı 1, çalışan koliyi kaldırmak için eğilmediğinden dolayı 35 cm olan yatay çarpan mesafesi 23 cm'ye kısalmış ve yatay çarpan 1, yükün kavrandığı yüksekliğin zemin arasındaki mesafe olan dikey çarpan mesafesi 75 cm olduğu için dikey çarpan 1 olmuştur. Yüksekliği ayarlanabilen yük kaldırma platformunun kullanılması tavsiyesinin yanı sıra personele verilen eğitim sonrasında 20 kg.'lık koliler 150 cm yüksekliğindeki en üst raflar yerine 105 cm

yüksekliğindeki raflara konulmaya başlanmış ve bu sayede dikey olarak taşınan mesafe 30 cm'ye indirilmiş ve yeni mesafe çarpanı 0,97 olarak hesaplanmıştır. Üçüncü olarak ise rafları dizmek için vücudun minimum açı yapması ve yük kaldırma platformunun buna göre konumlandırılması gerektiği eğitimi çalışanlara verilerek asimetri açısı 45 derece ile sınırlandırılmış ve asimetri çarpanı 0,86 olmuştur. İyileştirme sonrası nihai NIOSH puanı 2,60'tan 1,04'e düşmüş olup risk teşkil etmeyen değer olan 1 puana oldukça yaklaşmıştır.

4.3 Kuru Gıdaların Depolanması

Yemek yapımında kullanılan un, bakliyat, sıvı yağ, salça gibi uzun ömürlü gıda maddeleri işletmenin kiler bölümündeki raflarda depolanmaktadır. Gün içerisinde birden çok kez ihtiyaç duyulan ürünler (özellikle bakliyatlar) saklama kapları ile raftan alınıp tekrar yerine konmaktadır. Ancak bu depolama işleminde ürünlerin ağırlıklarının göz önüne alınarak daha ağır olanların alt raflara, daha hafif olanların üst raflara yerleştirilmediği tespit edilmiştir. Şekil 8'de görülen raftan alma ve yerine koyma işlemi NIOSH yöntemi ile analiz edilmiş olup Tablo 21'de görülen sonuçlar elde edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen NIOSH kaldırma indeksi puanı 1,81 olup, işin riskli olduğu ve düzenleme yapılması gerektiği anlamına gelmektedir.

Tablo 21. NIOSH Yöntemi ile Risk Analizi Tablosu

Ölçüm Değerleri		Parametre	
H	40 cm	HM	0,62
V	40 cm	VM	0,86
D	150	DM	0,85
A	0°	AM	1
F	<0.2	FM	1
C	Orta	CM	0,95
		LC	23
		RWL	9,9 kg
		L	18 kg
		Kİ	1,81



Şekil 8. Kuru Gıda Kutularının Depolanması

Yemek yapımında kullanılan un, bakliyat, sıvı yağ, salça gibi gıda ürünlerinin kiler bölümündeki raflarda ve 18 kg.'a kadar bakliyat alabilen saklama kaplarında muhafaza edildiği gözlemlenmiştir. Kendi teneke kutularında muhafaza edilen sıvı yağ ve salçadan ziyade un, bulgur, fasulye gibi ürünlerin geniş hacimli saklama kaplarının içine doldurularak raflara konulma işleminin çalışan sağlığı açısından risk arz ettiği NIOSH yöntemi ile tespit edilmiştir. Yapılan NIOSH analizi sonucunda bulunan tavsiye edilen ağırlık değeri olan 9,9 kg.'ı aşmayacak kapasitede, eski saklama kaplarına kıyasla daha küçük hacimli saklama kapları tedarik edilerek kullanılmaya başlamıştır. Bu kapların en fazla 9 kg. ağırlığında kuru gıda alabildiği ölçülmüş olup son durumda kaldırma indeksi 0,90 olarak hesaplanmıştır.

4.4 Kıyma Yoğurma İşlemi

İşletmede haftada en az 1 kere köfte yemeği hazırlanmakta olup, kıyma yoğurma işlemi bir makine tarafından yapılmaktadır. Kıyma ve diğer içerik makineye konulduktan sonra yoğurma makinesi çalıştırılmakta ve işlemin bitmesine müteakip hazırlanan karışım çalışan tarafından tepsilere doldurulmaktadır. Yapılan gözlemlerde kıyma yoğurma makinesinin yere yakın olduğu görülmüş, çalışanlar için ergonomik risk teşkil edebileceği değerlendirilmiştir. Şekil 9'da görülen duruş pozisyonu üst vücut ile yakından ilgili olduğu için RULA yöntemiyle incelenmiştir.



Şekil 9. Kıyma Yoğurma İşlemi

İlk adım olarak Tablo A değerini oluşturan üst kol, alt kol ve bilek analizleri yapılmıştır. Üst kolun gövde ile yaptığı açı 20 dereceden fazla olmadığı için üst kol puanı 1 olarak belirlenmiştir. Çalışma esnasında omuzların yukarı kalkık olmadığı ve kolun bir yerden destek almadığı görülmüştür. Alt kolun üst kol ile yaptığı açı 0- 60 derece arası olduğu için alt kol puanı 2 olarak belirlenmiştir. Kolların yana doğru açı olarak iş yapılmadığı tespit edilmiştir. Son olarak bilek puanı ise çalışma esnasında bilek düz olduğu için 1 olarak belirlenmiştir. El bileklerinin yana doğru eğildiği veya döndürülerek kullanıldığı tespit edilmemiştir. Belirlenen üst kol, alt kol ve bilek puanları Tablo 5'te yerine konularak Tablo A değeri elde edilir. Kıyma yoğurma işlemi için Tablo A değeri 2 olarak belirlenmiştir. Nihai A puanını bulmak için ise 2 olan tablo değerine kas kullanımı ve kuvvet/yük puanı eklenir. Kıyma yoğurma işlemi statik bir duruş içerdiği için +1 puan eklenir, kuvvet/yük puanı ise 0'dır. Sonuç olarak ise nihai A puanı 3 olarak hesaplanmıştır.

İkinci adım olarak gövde ve bacak analizleri yapılmıştır. Çalışma esnasında boyun 0- 10 derece arası açı yaptığı ve boyun kendi eksenini etrafında çevrilmediği, yana döndürülmediği için boyun puanı 1 puan olarak belirlenmiştir. Gövde puanı ise çalışma esnasında ortaya çıkan yaklaşık 70 derecelik açı sebebi ile 4 olarak belirlenmiştir. Gövdenin eksenini etrafında dönmesi söz konusu değildir. Bacaklar desteklenmediği için bacak puanı 2 olarak belirlenir. Boyun, gövde ve bacak puanları Tablo 6'da yerine konularak 5 puan olan Tablo B değeri elde edilmiştir. Hesaplanan bu puana statik duruştan kaynaklı +1 kas kullanımı puanı da eklenerek nihai B puanı 6 olarak hesaplanmıştır.

RULA risk seviyesi skorunu belirlemek için ise 3 olan A puanı ve 6 olan B puanı Tablo 7'de birleştirilerek

nihai risk değerlendirmesi 5 puan olarak bulunur. Nihai risk değerlendirmesinin 5 olması kısa zaman içerisinde değişiklik gerektiği anlamını taşımaktadır.

RULA skoru 5 olan kıyma yoğurma prosesinin iyileştirilmesi amacı ile yapılan değerlendirme sonucunda kıyma yoğurma makinesinin çok alçakta durduğu ve yerden yüksekliği 30 cm olan bir kaide üzerine konulması gerektiği tespit edilmiştir. RULA risk puanını önemli ölçüde arttıran bacak desteği olmadan çalışılmasının önüne geçmek için çalışanın oturarak çalışması gerektiği değerlendirilmiştir.

Yukarıda belirtilen iyileştirmelerden sonra yapılan gözlemler sonucunda üst kolun gövde ile 20 dereceden daha az açı yaptığı için üst kol puanı 1, alt kol açısı 60-100 derece arasında olduğu için alt kol puanı 1 ve çalışma esnasında bileklerin düz olması sebebi ile bilek puanı 1 olarak belirlenmiştir. Ayrıca omuzların yukarı kalkık olmadığı, kolun bir yerden destek almadığı, kolların yana doğru açılmadığı ve bileklerin döndürülmediği gözlemlenmiştir. Belirlenen üst kol, alt kol ve bilek puanları Tablo 5'te yerine konularak Tablo A değeri elde edilmiştir. Yapılan iyileştirmelerden sonra kıyma yoğurma işlemi için Tablo A değeri 1 olarak belirlenmiştir. Nihai A puanını bulmak için ise 1 olan tablo değerine kas kullanımı ve kuvvet/yük puanı eklenmiştir. Kıyma yoğurma işlemi statik bir duruş içerdiği için +1 puan eklenmiş, kuvvet/yük puanı ise 0 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak iyileştirme öncesinde 3 olan A puanı iyileştirme sonrasında 2 puana düşürülmüştür.

İkinci adım olarak boyun, gövde ve bacak analizleri yeniden yapılmıştır. Çalışma esnasında boyun 0-10 derece arası açı yaptığı ve boyun kendi eksenini etrafında çevrilmediği, yana döndürülmediği için boyun puanı 1 puan olarak belirlenmiştir. Yeni çalışma duruşunda gövdenin dik olması sebebi ile gövde puanı 1'dir. Gövdenin eksenini etrafında dönmesi söz konusu değildir. Yeni durumda çalışan oturduğu için bacaklar desteklenmektedir ve bacak puanı 1'dir. Boyun, gövde ve bacak puanları Tablo 6'da yerine konularak 1 puan olan Tablo B değeri elde edilir. Bacakların desteklenmesi ve çalışanın gövde açısının düzeltilmesi B grubu değerinde önemli ölçüde iyileştirme sağlamıştır. Hesaplanan bu puana statik duruştan kaynaklı +1 kas kullanımı puanı da eklenerek nihai B puanı 2 olarak hesaplanmıştır.

RULA risk seviyesi skorunu belirlemek için ise 2 olan A ve 2 olan B puanları Tablo 7'de birleştirilerek nihai risk skoru 2 puan olarak bulunur. Yapılan iyileştirmeler sonrasında risk seviyesi kabul edilebilir seviyeye indirilmiştir.



Şekil 10. Kıyma Yoğurma İşlemi

4.5 Bulaşıkların Yıkanması

İşletmede günde 3 öğün ve günlük toplamda yaklaşık 900 porsiyon yemek üretilmekte olup, aynı şekilde 900 kişilik bulaşık işletme içerisinde yıkanmaktadır. Çatal, kaşık, bardak gibi servis ürünleri toplandıktan sonra doğrudan bulaşık makinesine konularak yıkanmakta, tabaklar ise bulaşık yıkama tezgâhında yemek artıkları temizlendikten sonra yıkama makinesine konulmakta ve yemek pişirme/dağıtmada kullanılan tencereler, kazanlar, tavalar ise tamamen el işçiliği ile yıkanmaktadır. Bulaşıkhanede yapılan gözlemede, yıkama tezgâhının alçakta olması sebebiyle çalışanların eğilerek bulaşık yıkadığı tespit edilmiştir. Bulaşıkların yıkanması sürecinde ergonomik risk seviyesi analizi REBA yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.



Şekil 11. Bulaşık Yıkama İşlemi

Çalışmada ilk olarak A skoru hesaplanmıştır. A skoru boyun, gövde ve bacak skorunun A tablosunda yerine konularak elde edilen değere yük/kuvvet puanı da

eklenerek hesaplanmaktadır. Boyun eğilme açısı 0-20 derece arasında olarak gözlemlendiği için boyun 1 puan değerini almıştır. Boyunda bükülme ve yana dönme gözlemlenmemiştir. Gövdenin eğilme açısı 60 dereceden fazla olduğu için gövde puanı 4 olarak değerlendirilmiştir. Gövdede bükme ve yana dönme gözlemlenmemiştir. Yük iki bacak üzerinde bindiği ve bacaklarda fleksiyon olmadığı için bacaklar 1 puan değerini almıştır. Boyun, gövde ve bacak puanları Tablo 1'de yerine konularak 3 olan A grubu puanı elde edilmiştir. A grubu puanına herhangi bir kuvvet/yük puanı ilave edilmesine gerektiren bir faktör olmadığı için nihai A grubu puanı 3 olarak hesaplanmıştır.

İkinci adım olarak üst kol, alt kol ve bilek puanları belirlenerek B skoru hesaplanmıştır. Yapılan analizlerde üst kolun gövde ile yaklaşık 25 derecelik açı yaptığı değerlendirilmiştir ve üst kol puanı 2 olarak skorlanmıştır. Üst kolda dönme veya omuzların yukarı çekilmesi söz konusu değildir. Alt kolun ise üst kol ile yaptığı açı 60 dereceden az olup (19°) puan değeri 2'dir. Bileklerin açısı ise 15 dereceden fazla olduğu (18°) için puan değeri 2'dir. Bilekte dönme durumu söz konusu değildir. Üst kol, alt kol ve bilek skorları Tablo 2'de birleştirilerek elde edilen B grubu puanı 3 olarak elde edilmiştir.

Son aşamada ise A ve B grubu puanları Tablo 3'te birleştirilerek C grubu puanı elde edilmiştir. Bulaşık yıkama işleminin C grubu puanı 3 olup aktivite yoğunluğu puanı eklemeyi gerektiren bir çalışma şekli olmadı için nihai REBA risk puanı 3 olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak REBA yöntemi ile yapılan analiz sonucunda risk seviyesinin düşük derecede olduğu ancak özellikle gövde duruşunun açısının oldukça kötü olması sebebi ile iyileştirmeye ihtiyaç olduğu değerlendirilmiştir.

İyileştirmeden önce bulaşık yıkama tezgâhının yerden yüksekliğinin 60 cm olduğu, çalışanların tezgâh üzerindeki bulaşıkları yıkayabilmek için 70 dereceye yakın bir açı ile eğilmek zorunda kaldığı gözlemlenmiştir. Bu hatalı gövde duruşunun düzeltilmesi için bulaşık tezgâhı yerden 40 cm yükseltilerek çalışanların 100 cm yüksekliğinde bir tezgâh üzerinde ve dik bir vaziyette bulaşıkları yıkaması sağlanmıştır. Yapılan iyileştirme sonrasında 4 olan gövde puanı 1'e ve dolayısıyla 3 olan A grubu puanı 1'e düşürülmüştür. Bulaşık tezgâhında yapılan iyileştirme sonrasında üst kol, alt kol ve bilek puanları 1'er puan olarak hesaplanmıştır. Üst kol, alt kol ve bilek puanlarından oluşan B skoru son durumda 3 puandan 1 puana düşürülmüştür. A ve B puanlarının ilgili tabloda yerine konulması ile nihai risk skoru olan C puanı 1 puan (ihmal edilebilir) seviyesine düşürülmüştür.



Şekil 12. Bulaşık Yıkama İşlemi

5. Sonuçlar

Ergonomi, çalışma ortamını insanların fiziksel ve psikolojik özelliklerine uygun olarak düzenleyerek çalışan sağlığını korumayı, makine-insan uyumunu sağlamayı ve böylelikle iş verimliliğini ve kaliteyi arttırmayı amaçlayan bir bilim dalıdır. Özellikle otomasyonun az olduğu, emek yoğun çalışan işletmelerde ergonomik olmayan şartlarda çalışılmasının olumsuz etkilerinin yansımaları çalışanlar üzerinde daha net görülmektedir. Makaleye konu olan işletme de emek yoğun çalışan, makineleşmenin az olduğu bir işletmedir.

Bu çalışmanın ele aldığı yemekhane işletmesinde, yapılan gözlemler ve risk değerlendirme analizleri sonucunda riskli olduğu tespit edilen 5 farklı duruşun/hareketin çalışan sağlığına uygun hale getirilmesi için iyileştirme önerileri sunulmuştur. Ergonomik riskler analiz edilirken literatürde en çok kabul görmüş risk analiz metodlarından yararlanılmıştır. Her bir duruş/hareket için yapılacak iyileştirmeden sonra elde edilen risk skoru, iyileştirme öncesi ile mukayeseli olarak tablo şeklinde verilmiştir.

Risk değerlendirmesi yapılan yemekhane işletmesinde birçok çalışmada yapılan tespitlere benzer şekilde ekipman eksikliği, personelin ergonomi konusunda eğitimsiz ve bilinçsiz olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen riskleri kabul edilebilir seviyelere çekmek amacıyla iyileştirmeler yapılmış ve tavsiyelerde bulunulmuştur. Gıda kolilerinin tedarik kamyonundan alınarak taşınması sürecinde bir defada taşınan ağırlık yüz kilogram ile sınırlandırılmış, çalışanlara uygun duruş ve taşıma usulleri hakkında ergonomi eğitimi verilmiş ve işverene uygun bir taşıyıcı platform tedarik etmesi önerilmiştir. Gıda kolilerinin raflara dizilmesi

işleminde, çalışanların rafların düzenlenmesi ve kaldırma işlemlerinde yaptıkları hatalar düzeltilerek doğru şekli hakkında eğitim verilmiş ve işverene yüksekliği ayarlanabilen bir platform tedarik etmesi tavsiye edilmiştir. Kiler bölümünde kuru gıdaların depolanması işleminde çalışanların kaldırma esnasında aşırı yüke maruz kalmasını önlemek amacıyla daha küçük hacimde bakliyat saklama kapları tedarik edilerek kullanılmaya başlanmıştır. Kıyma yoğurma prosesinde ergonomik risk seviyesini aşağı çekmek için kıyma makinesi yerden yükseltilmiş ve çalışanın bacak desteği alacak şekilde çalışması için tedbir alınmıştır. Son olarak ise bulaşık yıkama prosesinde tespit edilen hatalı duruşun düzeltilmesi için bulaşık tezgâhi yerden yüksekliği yüz santimetre olacak şekilde modifiye edilmiştir.

Gıda kolilerinin tedarik kamyonundan depolama alanına taşınması prosesinde iyileştirme öncesi ve BAuA yöntemi ile yapılan iyileştirme sonrası risk skoru Tablo 22’de sunulmuştur.

Tablo 22. Mukayese Tablosu

Parametre	İyileştirme Öncesi Durum	İyileştirme Sonrası Durum
Taşıyıcı Cinsiyeti Ağırlık Puanı	1	1
Bir Günde Yapılan İş Sayısı Ağırlık Puanı	1	1
Yardımcı Araçlar ve Taşınan Kütle Ağırlık Puanı	3	1
Hız-Konum Hassasiyeti Ağırlık Puanı	2	2
Beden Konumu Ağırlık Puanı	6	2
Uygulama Koşulları Ağırlık Puanı	2	0
Risk Puanı	13	5

Gıda kolilerinin raflara dizilmesi prosesinde iyileştirme öncesi ve NIOSH yöntemi ile yapılan iyileştirme sonrası risk skoru Tablo 23’te sunulmuştur.

Tablo 23. Mukayese Tablosu

İyileştirme Öncesi				İyileştirme Sonrası			
Ölçüm değerleri		Parametre		Ölçüm değerleri		Parametre	
H	35 cm	HM	0,71	H	23 cm	HM	1
V	18 cm	VM	0,82	V	75 cm	VM	1
D	140	DM	0,85	D	30 cm	DM	0,97
A	90°	AM	0,71	A	45°	AM	0,86
F	<0.2	FM	1	F	<0.2	FM	1
C	Orta	CM	0,95	C	Orta	CM	1
		LC	23			LC	23
		RWL	7,67			RWL	19,19
		L	20			L	20
		Kİ	2,60			Kİ	1,04

Kuru gıdaların depolanması prosesinde iyileştirme öncesi ve NIOSH yöntemi ile yapılan iyileştirme sonrası risk skoru Tablo 24'te sunulmuştur.

Tablo 24. Mukayese Tablosu

İyileştirme Öncesi				İyileştirme Sonrası			
Ölçüm değerleri		Parametre		Ölçüm değerleri		Parametre	
H	40	HM	0,62	H	40	HM	0,62
V	40	VM	0,86	V	40	VM	0,86
D	150	DM	0,85	D	150	DM	0,85
A	0°	AM	1	A	0°	AM	1
F	<0.2	FM	1	F	<0.2	FM	1
C	Orta	CM	0,95	C	Orta	CM	0,95
		LC	23			LC	23
		RWL	9,9			RWL	9,9
		L	18			L	9
		Kİ	1,81			Kİ	0,9

Kıyma yoğurma prosesinde iyileştirme öncesi ve RULA yöntemi ile yapılan iyileştirme sonrası risk skoru Tablo 25'te sunulmuştur.

Tablo 25. Mukayese Tablosu

İyileştirme Öncesi		İyileştirme Sonrası	
A skoru	3	A skoru	2
B skoru	6	B skoru	2
RULA skoru	5	RULA skoru	2

Bulaşık yıkama prosesinde iyileştirme öncesi ve REBA yöntemi ile yapılan iyileştirme sonrası risk skoru Tablo 26'da sunulmuştur.

Tablo 26. Mukayese Tablosu

İyileştirme Öncesi		İyileştirme Sonrası	
A skoru	3	A skoru	1
B skoru	3	B skoru	1
C skoru	3	C skoru	1
REBA skoru	3	REBA skoru	1

Yapılan değerlendirmeler sonucunda işletmede tespit edilen ergonomik risklerin kök sebebi hem idarenin hem de çalışanların ergonomi konusunda bilgi düzeyinin yetersiz olması olarak tespit edilmiştir. Bu eksikliği gidermek amacı ile işletme yönetimine ve çalışanlara ergonominin önemli, yanlış çalışma pozisyonları ve bu yanlış çalışma pozisyonlarının yol açabileceği sağlık sorunları, doğru çalışma pozisyonları ve duruş şekilleri hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Bilgilendirmede aşağıda yer alan ve analizlerde hatalı olduğu tespit edilen duruş ve hareketlere değinilmiştir. Bu tespitler;

- Mekanik kaldırma yardımları kullanılmadığı için manuel kaldırma işlerinin daha yoğun olarak yapılması sonucunda kas iskelet sistemi üzerinde daha çok stres oluşması,
- Elle yapılan kaldırmalarda ağırlığın fazla olması,
- İtme işlemlerinden itilen kütle ağırlığının çok fazla olması,
- Kaldırılan yüklerin, kaldırma başlangıç noktalarının alçakta olması,
- Yük kaldırma işlemlerinde gövdenin rotasyonu,
- İşletmede bulunan makine teçhizatın çalışanları ileri derecede eğilerek çalışmak zorunda bırakması,
- Bazı süreçlerde ihtiyaç duyulduğu halde bacak desteğinin olmaması,
- Yükün kaldırılması esnasında vücut ile arasındaki mesafenin fazla açık olmasıdır.

Mali ve idari kısıtlar sebebi ile ergonomik iyileştirmeler makro bakış açısı ile ele alınıp mikro düzeyde maliyet etkin çözümler üretilmiştir.

5. Tartışma

2012 yılında yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu işverenleri işçilerin sağlığını ve güvenliğini sağlamakla sorumlu tutmaktadır. 6331 sayılı kanunun 10. Maddesi işverenin risk değerlendirmesi yapmasını ve gerekli tedbirleri almasını zorunlu kılmaktadır. Bu kapsamda iş verenler potansiyel mesleki riskleri tespit etmek, gerekli düzeltici organizasyonu yapmak, iş ekipmanlarını sağlamak ve bu konuda eğitim vermekle yükümlüdür.

Bu çalışmada bir yemekhane işletmesi vaka olarak ele alınarak potansiyel risk sahaları BAuA, NIOSH, REBA ve RULA yöntemleri kullanılarak tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında bu yöntemlerin sıklıkla tercih edilen risk analiz yöntemleri arasında olduğu görülmektedir. Ancak genellikle ergonomi alanında yapılan çalışmaların vaka olarak sanayi ürünlerinin imal edildiği atölyeleri, lojistik depolarını, temizlik işlerini ve süpermarketleri ele aldığı görülmüştür. Vaka olarak endüstriyel yemek üretimi yapan bir yemekhane işletmesinin tercih edilmesi örnekleri olmakla birlikte makro bakış açısıyla mikro analizler yaparak ergonomik risklerin azaltılabileceği veya tamamen maliyet etkin bir şekilde kaldırılabilceği gösterilmiştir. Yapılan çalışmaların maliyet etkin olması çok önemli bir etkidir. En az maliyetle ile en fazla faydayı sağlamak işletmelerin ve mühendislerin çalışmalarında her zaman en öncelikli hedef olması açısından bu çalışmanın önemli olduğu değerlendirilmiştir.

Dünyamızda ve ülkemizde artan nüfus, turizm sektöründeki büyüme, insanların tüketim alışkanlığındaki değişimler gibi sebeplerle endüstriyel yemek sektörünün sürekli büyüdüğü göz önüne alındığında bu çalışmanın, endüstriyel yemek sektöründeki milyonlarca çalışana ve bu alanda çalışma yapacak araştırmacılara faydalı olabileceği değerlendirilmektedir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Yapılan bu çalışma yayın etiği ilkelerine uygun olup, Milli Savunma Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından 10 Temmuz 2024 tarihli ve 67994197-050.04 sayılı etik kurulu izini ile gerekli onay alınmıştır

Kaynaklar

- Akalp, H. G., Saklangıç, U., & Çırakoğlu, S. (2021). Zeytin Tarımında Çalışan İşçilerin Çalışma Duruşlarının REBA Yöntemi ile Analizi. *Ergonomi*, 4(2), 88-96.
- Aydın, S. (2021). NIOSH ve REBA Yöntemleri Kullanılarak Ergonomik Risk Analizi Vaka Çalışması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 414-433.
- Babalık, F. (2022). Mühendisler için Ergonomi – İşbilim. Yedinci Baskı, Bursa: Dora Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Baş, H., Sönmez, H. A., Öztürk, H., & Yapıcı, F. (2018). Çalışma Duruşunun Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıklarına Etkileri ve Örnek Uygulama. *Ergonomi*, 1(2), 103-107.
- Çakmak, G., & Esen, H. (2023). REBA Yönteminin Sınıf İçi ve Sınıflar Arası Güvenilirliği: Bir Otomotiv Yan Sanayi Firması Uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 39(1), 261-270.
- Felekoğlu, B., & Taşan, S. Ö. (2017). İş ile ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına yönelik ergonomik risk değerlendirme: Reaktif/proaktif bütünelşik bir sistematik yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(3).
- Gür, B., & Yeşilnar, M. (2024). Acil Sağlık Hizmetleri Çalışanlarının Çalışma Duruşlarının REBA ve RULA Yöntemiyle Değerlendirilmesi. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 11(108), 1230-1236.
- Hatiboglu, M., Ayvaz, Ö., & Tasdelen, A. (2024). Acil Sağlık Hizmetlerinde Postüral Analiz: OWAS, RULA, REBA Sonuçlarının Karşılaştırılması. *Ergonomi*, 7(2).
- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201-205.
- Jensen, C., Sogaard, K., & Finsen, L. (2002). Musculoskeletal Symptoms And Duration Of Computer And Mouse Use. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 30(4), 265-275.
- Kırcı, K. (2018). Lojistik Depo Sektöründe REBA, RULA ve NIOSH Yöntemleri ile Ergonomi Alanında Bir İrdeleme. Yüksek Lisans Tezi, *Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Kiraz, A., & Geçici, A. Ö. (2024). Bilgisayarlı görü ve makine öğrenmesi ile ergonomik risk değerlendirme uygulaması. *Gazi Üniversitesi*

Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 39(4), 2473-2484.

- Li, G., & Buckle, P. (1998). A Practical Method For The Assessment of Work-Related Musculoskeletal Risks-Quick Exposure Check (QEC). *Proceedings of The Human Factors And Ergonomics Society*, 42(19), 1351-1355.
- McAtamney, L., & Corlett, N. (1993). RULA: A Survey Method For The Investigation Of Work-related Upper Limb Disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91-99.
- Özşahin, O., Barışık, T., & Acar, H. H. (2024). Bir Havalimanı Bünyesinde Gıda Elleçleme İşlerinde BAUA Yöntemleri Kullanılarak Ergonomik Risklerin Değerlendirilmesi. *Ergonomi*, 7(2), 172-185
- Özcan, G. (2020). Temizlik Çalışanlarının Duruş Pozisyonlarının BAUA Yöntemi Kullanılarak Ergonomik Açıdan İncelenmesi: Gıda Üretim Sektörü Örneği. Yüksek Lisans Tezi, *Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Ülker, O. (2020). Koltuk İmalatındaki Zorlanmaların BAUA Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Ergonomi*, 3(1), 45-54.
- Waters, T., Anderson, V. P., Gara, A., & Lawrance, F. (1993). Revised NIOSH Equation For The Design and Evaluation of Manuel Lifting Tasks. *Ergonomics*, 36(7), 749-776.
- Windel, A., & Haus-Rybicki, S. (2021). European Perspectives On Occupational Safety And Health: Stimulations For Ergonomics, *Zeitschrift fur Arbeitswissenschaft*, 3, 22-25.