

ERGONOMİ ERGONOMICS

e-ISSN 2651-4877 Yıl / Year : 2022 Cilt / Volume: 5 Sayı / Number: 1



ERGONOMİ

e-ISSN: 2651 - 4877

ERGONOMİ

ERGONOMICS

YIL/YEAR : 2022

CİLT/VOLUME : 5

SAYI/NO : 1

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

Dr. Öğr. Üyesi Özlem KAYA
Hitit Üniversitesi Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi
ozlemkaya@hitit.edu.tr

YABANCI DİL EDİTÖRÜ / FOREIGN LANGUAGE EDITOR

Dr. Öğr. Üyesi Özlem KAYA
Hitit Üniversitesi Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi
ozlemkaya@hitit.edu.tr

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
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. Emin KAHYA	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi	ekahya@ogu.edu.tr

	Endüstri Mühendisliği Bölümü- ESKİŞEHİR	
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
Dr. Öğr. Üyesi Özlem KAYA	Hitit Üniversitesi Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi	ozlemkaya@hitit.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	Balıkesir 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@yeniuyuzuil.edu.tr
Prof. José Orlando GOMES	Graduate Program in Informatics-IM & NCE & School of Engineering/ Federal University of Rio de Janeiro-BRAZIL	joseorlando@nce.ufri.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.gov.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.gov.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
Uzaktan Eğitim Alan Fizyoterapi Öğrencilerinde Çevrimiçi Fiziksel Aktivite ve Ergonomi Eğitiminin Etkinliği	
The Effectiveness of Online Physical Activity and Ergonomics Training in Physiotherapy Students Receiving Distance Education	1-17
Yağmur BİÇİCİ, Nilay ARMAN	
Temsili Bir Giyilebilir Dış İskeletin Ergonomik Analiz Yöntemleri ile İncelenmesi	
Examination of A Wearable Representative Exoskeleton with Ergonomic Analysis Methods	18-25
Kağan ERTAN, Cengiz ELDEM	
Pandemi Sonrası Ofis Planlamasında Ergonomik Tasarım Önerileri	
Ergonomic Design Recommendations For Post-Pandemic Office Planning	26-42
Yavuz ARAT, Harun GÜL	
Tekrarlı Manuel İşlerde Fizyolojik Zorlanmaların Değerlendirilmesi ve Önlenmesi	
Assessment and Prevention of Physiological Strains in Repetitive Manual Tasks	43-54
Nuh Mete AKIN, Ferdi AYDIN, Betül YILDIZ, Tülin GÜNDÜZ, Besim Türker ÖZALP	
<u>Derleme Makaleleri / Review Article</u>	
Madencilik Sektöründe Görülen Ergonomik Risk Faktörleri	
Ergonomic Risk Factors In The Mining Industry	55-71
Melike YAĞCI, Osman YILDIZLAR, Murat YILDIRIM	

UZAKTAN EĞİTİM ALAN FİZİYOTERAPİ ÖĞRENCİLERİNDE ÇEVİRİMİÇİ FİZİKSEL AKTİVİTE VE ERGONOMİ EĞİTİMİNİN ETKİNLİĞİ

Yağmur BİÇİCİ^{1*}, Nilay ARMAN²

¹İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
ORCID No: <https://orcid.org/0000-0002-2352-1904>

²İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
ORCID No: <https://orcid.org/0000-0002-0830-6595>

Anahtar Kelimeler

Öz

Üniversite öğrencileri
Uzaktan eğitim
Fiziksel aktivite
Ergonomi
Çevrimiçi öğrenme

Çalışmamızın amacı, uzaktan eğitim alan fizyoterapi öğrencilerinde çevrimiçi video tabanlı etkileşimli fiziksel aktivite ve ergonomi eğitimi ile e-broşür eğitiminin kas iskelet sistemi rahatsızlıkları, ergonomik riskler, fiziksel aktivite ve egzersiz davranışı ve bunlarla ilgili bilgi düzeyi üzerine etkisini karşılaştırmak idi. Çalışmaya 127 birey dahil edildi, katılımcılar randomize edilerek, Grup I (video tabanlı etkileşimli eğitim) ve Grup II (e-broşür ile eğitim) olmak üzere ikiye ayrıldı. Grup I'de Edpuzzle adlı video tabanlı çevrimiçi platform, Grup II'de ise e-broşür aracılığıyla haftada 3 kez olmak üzere 6 hafta boyunca fiziksel aktivite ve ergonomi eğitim programı uygulandı. Olguların eğitim öncesi ve sonrası ağrı ve rahatsızlıkları Cornell Kas İskelet Rahatsızlıkları Anketi, ergonomik riskleri Hızlı Ofis Zorlanma Değerlendirmesi, fiziksel aktiviteleri Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi-Kısa Form ve Fiziksel Aktivite Öz-yeterlik Ölçeği, egzersiz davranışı ise Egzersiz Yararları/Engelleri Ölçeği ve Egzersiz Davranışı Değişim Basamakları Anketi ile değerlendirildi. Ayrıca olguların eğitim sonrası bilgi düzeyleri Bilgi Düzeyi Anketi ile değerlendirildi. Eğitim sonrası Grup I ve Grup II'de ağrı, ergonomik risk, fiziksel aktivite öz-yeterlik ve egzersiz yarar/engel algısında anlamlı iyileşme sağlandı ($p<0,05$). Ayrıca, Grup I'de Grup II'ye kıyasla ağrı, ergonomik risk ve egzersiz davranışı skorlarında elde edilen değişim ve bilgi düzeyi istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$). Sonuç olarak; her iki eğitim programının uzaktan eğitim alan fizyoterapi öğrencilerinde etkili sonuçlar sağladığı, ancak video tabanlı etkileşimli eğitimin, e-broşür ile eğitime kıyasla ağrı ve rahatsızlık riski, ergonomik risk, egzersiz davranışı ve bilgi düzeyi üzerinde anlamlı etkileri olduğu bulunmuştur.

THE EFFECTIVENESS OF ONLINE PHYSICAL ACTIVITY AND ERGONOMICS TRAINING IN PHYSIOTHERAPY STUDENTS RECEIVING DISTANCE EDUCATION

Keywords

University students
Distance education
Physical activity
Ergonomics
Online learning

Abstract

The aim of our study was to compare the effects of online video-based interactive physical activity and ergonomics training and e-brochure-based training on musculoskeletal disorders, ergonomic risks, physical activity and exercise behavior and knowledge level in physiotherapy students receiving distance education. 127 individuals were included in the study, randomized and divided into Group I (video-based interactive training) and Group II (e-brochure training). Physical activity and ergonomics training program was applied 3 times/a week/6 weeks, through the video-based online platform called Edpuzzle in Group I and e-brochure in Group II. Pain and discomforts of the participants with Cornell Musculoskeletal Disorders Questionnaire, ergonomic risks with Rapid Office Stress Assessment, physical activity with International Physical Activity Questionnaire-Short Form and Physical Activity Self-Efficacy Scale, exercise behavior with Exercise Benefits/Barriers Scale, Exercise Stages of Change Questionnaire were assessed before and after the training. In addition, the knowledge levels of the participants after the training were evaluated with the Knowledge Level Questionnaire. After the training, there was a significant improvement in pain, ergonomic risk, physical activity self-efficacy and perception of exercise benefit/obstacle in both groups ($p<0,05$). Besides, the changes obtained in pain, ergonomic risk, exercise behavior scores and knowledge level in Group I compared to Group II were found to be statistically significant ($p<0,05$). As a result, it was found that both training programs provided effective results in physiotherapy students receiving distance education, but video-based interactive training had significant effects on pain and discomfort risk, ergonomic risk, exercise behavior and knowledge level compared to e-brochure-based training.

Araştırma Makalesi

Başvuru Tarihi
Kabul Tarihi

: 01.12.2021
: 03.03.2022

Research Article

Submission Date
Accepted Date

: 01.12.2021
: 03.03.2022

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

1. Giriş

Aralık 2019'da Çin'in Wuhan kentinde şiddetli akut solunum rahatsızlığına bağlı ortaya çıkan vakalar Ocak 2020'de Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından Yeni Koronavirüs (Covid-19) olarak tanımlandı ve Mart 2020'de pandemi ilan edildi (Wu vd., 2020; WHO 2020). Yayılımı engellemek amacıyla maske kullanımı, hijyenik önlemler, çalışma yaşamı, sosyal yaşam, alışkanlıklar gibi pek çok alanda değişiklik yapıldı. Temasının azaltılması için sosyal izolasyon ve sosyal mesafe kuralları uygulanmaya başlandı (Haleem vd., 2020). Bu bağlamda pek çok ülkede yüz yüze eğitim-öğretime ara verilerek, her kademedeki öğrenciler için farklı eğitim-öğretim yöntemleri uygulandı (Bestiantono vd., 2020). UNESCO'nun Nisan 2020'de yaptığı açıklamaya göre dünya genelinde 188 ülkede 1,6 milyara yakın öğrencinin eğitimi kesintiye uğradı (UNESCO. 2020a). Eğitimin devam edebilmesi için televizyon yayınları, video dersler uzaktan ve çevrimiçi olarak çeşitli yollar ile uygulandı (Basilaia ve Kavadze 2020).

Yapılan bir çalışmada öğrenciler pandemi sürecinde dijital teknolojileri en çok kullanan en büyük ikinci grup olarak tanımlanmıştır (Vargo vd., 2021). Teknolojinin her zamankinden daha çok yaygın ve yoğun kullanılması öğrencilerin fiziksel ve mental sağlıklarında da birtakım problemleri beraberinde getirmiştir. Hindistan'da uzaktan eğitim sırasında 941 üniversite çalışanı ve öğrencisi üzerinde yapılan bir çalışmada pandemi öncesinde 6 saat ve üzeri ekran kullanım süresi %10 iken pandemi ile birlikte bu oranın %57'ye yükseldiği gösterilmiştir. Katılımcıların göz problemlerinde ise ciddi bir artış tespit edilmiştir (Ganne vd., 2020). İspanya'da çevrimiçi eğitim alan 1198 öğrenci üzerinde yapılan bir araştırmada ise, kas iskelet sistemi ağrı değişikliği sorgulanmış olup, pandemi sonrası ağrı şikayetlerinde artış olduğu belirlenmiştir (Rodríguez-Nogueira vd., 2021). Hong Kong'da yapılan bir başka çalışmada üniversite öğrencilerinin teknolojik cihaz kullanımı sırasındaki omurga hareketleri ölçülmüş buna bağlı postüral problemlerin ortaya çıkabileceği belirtilmiştir (Szeto vd., 2020). Türkiye'de yapılan bir çalışmada ise üniversite öğrencilerinde masabaşı bilgisayar kullanımının öğrencilerin %55,7'sinde boyun ağrısına neden olduğunu ve bilgisayar kullanımı sırasında fleksiyon postürünün yaygın görüldüğü bildirilmiştir (Yağcı ve Çalık 2014). Bir başka çalışmada yüksek oranda bel ağrısı şikayeti görüldüğü ortaya konulmuş olup, önleyici müdahalelerin geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Morais vd., 2018). Benzer olarak fizyoterapi öğrencilerinde kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının (KİSR) incelendiği bir çalışmada, kadın olguların erkeklere göre ve egzersiz alışkanlığı olmayanların egzersiz yapanlara göre

KİSR'dan daha çok etkilendiği, bununla birlikte eğitim yılı fazla olan öğrencilerin daha fazla KİSR'a sahip olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, öğrencilerin düzenli egzersiz alışkanlığı kazanmaları ve çalışma ortamlarında ergonomik düzenlemeleri yapması önerilmektedir (Taşpınar vd., 2014).

Literatür incelendiğinde KİSR görülme sıklığını azaltmak için çalışma alanında düzenlemeler ile birlikte ergonomi eğitimi verilmesi önerilmektedir. (Toivonen vd., 2002). Ülkemizde yapılan bir çalışmada, Covid-19 salgını sırasında uzaktan eğitim alan öğrenciler için duruş ve ergonomi içeren özel eğitim programlarının ve egzersiz eğitiminin ergonomik farkındalığı ve fiziksel aktiviteyi artırarak kas iskelet sistemi ağrılarını azaltılabileceği belirtilmiştir (Aytar vd., 2020). Pandemi döneminde 838 öğrenci ile yapılan bir başka çalışmada, kas iskelet sistemi ile ilgili yakınmaların en büyük risk faktörünün egzersiz seviyesinin yetersizliği vurgulanmıştır (Soetisna vd., 2021). Sosyal mesafe ve sokağa çıkma yasakları nedeniyle, sağlıklı yaşamın önemli yapı taşlarından biri olan, fiziksel aktivitenin genç nüfus için oldukça azaldığı ve oturma süresinin uzadığı yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (López-Valenciano vd., 2021; Werneck vd., 2019). Sağlıklı yaşamı sürdürmek için hedeflenen minimum fiziksel aktivite düzeyini üniversite öğrencilerinin karşılayamadığı ve Covid-19 öncesinde de dünya genelinde inaktif bir genç nüfusun olduğu ifade edilmiştir (Campos Lopes vd., 2021; Grasdalsmoen vd., 2019). Ülkemizde yapılan bir çalışmada, pandemi sebebiyle öğrencilerin düzenli fiziksel aktivite yapma oranlarının %57'den %32'ye gerilediği, genel fiziksel inaktivite oranının ise %42'den, %67'ye yükseldiği belirtilmiştir. Bununla birlikte, pandemi sürecinde inaktif olan kişilerin büyük kısmının gelecekte düzenli fiziksel aktivite davranışı geliştirme isteğinde oldukları da ifade edilmiştir (Ercan ve Keklicek 2020). Fizyoterapi öğrencilerinin fiziksel aktivite seviyelerinin incelendiği bir çalışmada ise, öğrencilerin yalnızca %37'sinin yüksek fiziksel aktivite seviyesine sahip olduğu belirlenmiştir (Kıgokong ve Parker 2020). Ülkemizde fizyoterapi öğrencilerinin fiziksel uygunluk parametreleri değerlendirilmiş olup, fiziksel kapasiteleri açısından yaşlılarından farklı olmadıkları, eğitim içeriğindeki egzersiz ve fiziksel aktivite uygulamalarına, daha çok uygulama yapacakları sağlıklı ve hasta bireyler açısından baktıkları, kendi fiziksel kapasitelerine bu durumu yansıtmadıkları belirtilmiştir. Fiziksel olarak mesleğin gerektirdiği uygulamaları karşılayabilmek ve mesleğin dinamiğine yanıt verebilmek için kendilerini fiziksel olarak hazırlama farkındalığı açısından yeterli seviyede olmadıkları, akademik bilgi gelişiminin yanında düzenli fiziksel aktivite alışkanlığı kazanmaları için stratejilerin geliştirilmesi, özellikle sağlık alanında çalışacakların

hem mesleğin dinamizmini karşılayabilmeleri açısından hem de rol model olabilmeleri açısından gerekli bilinç düzeyine ulaştırılmaları gerektiği savunulmuştur (İpek Dongaz vd., 2020). Kanıta dayalı egzersizleri hastalıkları önlemek ve tedavi etmek için kullanacak olan öğrencilerin sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının yetersiz olması ve fiziksel aktivite seviyelerinin düşük olması önemli bir ironidir.

Çalışmamızın amacı, uzaktan eğitim alan fizyoterapi öğrencilerinde çevrimiçi fiziksel aktivite ve ergonomi eğitiminin etkinliğinin araştırılması idi. Literatürde Fizyoterapi ve Rehabilitasyon lisans müfredatında fiziksel aktivite ve ergonomi ile ilgili dersler yer almasına rağmen, öğrencilerin derslerde edindiği bilgileri günlük yaşamlarında uygulamaları ile ilgili sınırlı bilgiye ulaşılmıştır. Covid-19 salgını önlemleri kapsamında uzaktan eğitime geçilmesi ve yoğun ders programı nedeniyle fizyoterapi öğrencilerinin fiziksel aktivite düzeylerinde azalma ve ergonomik risklerinde artış olacağını öngörerek fiziksel aktivite seviyesinin artırılması için öğrencilerin bilinçlendirilmesi ve özellikle pandemi sürecinde motivasyonun sağlanması, ergonomik stratejilerin öğretilerek kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının önlenmesi amaçlandı.

2. Yöntem

Çalışmamız Aralık 2020-Ekim 2021 tarihleri arasında İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü'nde yürütüldü.

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 17 Aralık 2020 tarihli 2020-40 sayılı etik kurul onayı ile araştırmanın etik ve bilimsel açıdan uygunluğu belirtildi. Analiz için anket tasarlandı ve çevrimiçi olarak uygulandı. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar tarafından belirlenen standartlara uygun olarak hazırlanan Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu katılımcılara Google Forms aracılığıyla ulaştırılarak onam alındı.

Yüksek lisans tezi olarak gerçekleştirilen bu çalışma ClinicalTrials.gov veritabanına NCT04670159 numarası ile kayıt edildi.

2.1 Olguların seçimi

Çalışmaya dahil edilme kriterleri 18-25 yaş aralığında, Fizyoterapi ve rehabilitasyon bölümünde 1. veya 2. Sınıf öğrencisi olmak, Covid-19 pandemisi nedeniyle uzaktan eğitim alıyor olmak ve gönüllü olmak idi.

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri ise kas-iskelet sistemini etkileyen konjenital veya sonradan bir özrün olması, kognitif veya tanısı konulmuş psikiyatrik bir bozukluk, nörolojik ya da

kardiovasküler kronik bir hastalığın olması ve son 6 ay içerisinde düzenli egzersiz yapıyor olması idi.

2.2 Güç analizi

Örnekleme büyüklüğü primer sonuç ölçütü olan Hızlı Ofis Zorlanma Değerlendirilmesi'nin kullanıldığı benzer bir çalışmada bildirilen etki büyüklüğü (EB:0,6) ile %5 hata payı ve %90 güven aralığında G-power programı kullanılarak hesaplandı (Sanaeinasab vd., 2018). Alınması gereken katılımcı sayısı her grup için en az 49 olarak belirlendi. Çalışmaya toplam 127 birey dahil edildi.

2.3 Randomizasyon ve uygulama grupları

Kriterlere uyan katılımcılar randomize edilerek iki gruba ayrıldı. Katılımcıların ait olduğu gruplar "Research Randomiser" adlı randomizasyon programı ile belirlendi (Plous ve Urbaniak 2013). Grup I'e çevrimiçi video tabanlı etkileşimli fiziksel aktivite ve ergonomi eğitimi verildi. Eğitim sonrası Grup I'deki katılımcılar ile bir kez çevrimiçi motivasyonel görüşme yapıldı. Grup II'ye ise fiziksel aktivite ve ergonomi eğitimini içeren e-brosür ile eğitim verildi. Grup II'deki öğrencilerle ise motivasyonel görüşme yapılmadı.

2.4 Değerlendirmeler

Tüm değerlendirmeler bütün katılımcılara uygulama öncesi ve sonrası yapıldı. Ek olarak olguların eğitim sonrası bilgi düzeyleri de değerlendirildi. Yapılan değerlendirmeler aşağıda sıralandı.

Demografik Veri Formu: Katılımcıların demografik verileri, ders çalışma alanları ve süreleri, uzakta eğitimde ağrı değişikliği, uzaktan eğitimde uyguladığı ergonomik çözümler ve egzersiz motivasyonu Demografik Veri Formu ile sorgulandı.

Cornell Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Anketi (CKİSRA): Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği 2011 yılında Erdinç ve ark. tarafından yapılan CKİSRA, belirlenmiş vücut kısımlarındaki ağrı, sızı ve rahatsızlık hissinin değerlendirilmesini sağlamaktadır (Erdinç vd., 2011). CKİSRA bu vücut bölgelerinde son bir hafta içinde hangi sıklıkta, hangi şiddette ağrı yaşandığı ve rahatsızlığın işi engelleyip engellemediği ilgili sorular içermektedir. Kişilerden son bir haftada yaşanan kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına göre uygun seçeneklerin seçilmesi istenmektedir. Elde edilen cevaplarla kişinin risk skoru hesaplanmaktadır.

Hızlı Ofis Zorlanma Değerlendirilmesi (Rapid Office Strain Assessment-ROSA): ROSA fiziksel rahatsızlıklara ait risk faktörlerine maruziyetin hızlı bir şekilde belirlenmesi için kullanılan görsel temelli bir postüral kontrol listesidir (Kılıç Delice vd., 2020). ROSA ile çalışma sırasında kullanılan

masa, sandalye, monitör, klavye, fare, telefon kullanım şekli değerlendirilmektedir. Gözlemci değerlendirme formunda verilen postür görsellerinden uygun olanı seçerek kişiyi değerlendirmektedir. ROSA'da her postürün kendine ait bir puanı vardır. Ayrıca masa, sandalye yüksekliği, derinliği, ayarlanabilirliği, monitör, fare, klavye kullanım süreleri ile ilgili bilgileri de gözlemci tarafından puanlamaya dahil edilmektedir. Bütün puanlamalar yapıldıktan sonra puan tablolarından eşleştirilerek risk puanı hesaplanmaktadır. Risk puanı 1 ve 10 arasında değişmektedir. 5 ve üzeri puan yüksek riskli çalışma ortamı olarak değerlendirilerek düzenleme yapılması önerilmektedir (Sonne vd., 2012). Çalışmamızda, ROSA değerlendirme formu görseller ile desteklenerek katılımcılara e-posta yoluyla ulaştırıldı ve kişilerden kendi çalışma ortamlarını değerlendirerek kendilerine uygun görseli ve seçenekleri seçmeleri istendi.

Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi-Kısa Form (UFAA-KF): UFAA-Kısa Form'un Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği Sağlam ve ark. tarafından yapılmıştır (Sağlam vd., 2010). UFAA-Kısa Form'da kişilerin fiziksel aktivite seviyelerini belirlemek için yedi soru bulunmaktadır. Bu sorularda kişilerden son yedi gün içinde yapılan şiddetli ve orta şiddetli fiziksel aktivitelerin yapıldığı gün sayısı ve bir günde bu aktivitelerin dakika cinsinden yapılma süresi, son yedi gün içinde en az on dakika yürüyüş yapılan gün sayısı ve bir günde yürüyerek geçirilen sürenin dakika olarak ifade edilmesi istenilmektedir. Dakika, gün ve aktivitenin metabolik eşdeğeri kullanılarak bir puan elde edilmektedir (Craig vd., 2003).

Fiziksel Aktivite Öz-Yeterlik Ölçeği (FAÖYÖ): Ölçeğin Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği Cengiz ve Tilmaç tarafından yapılmıştır (2018). Ölçekte kişilere 21 farklı durumda fiziksel aktiviteye katılım durumundan emin olup olmadığı 5'li Likert tipinde sorgulanmaktadır. Ölçekte İçsel Öz-yeterlik, Dışsal Öz-yeterlik ve Zaman İlişkili Öz-yeterlik olarak üç alt boyut yer almaktadır (Tilmaç ve Cengiz 2019).

Egzersiz Yararları/Engelleri Ölçeği (EYEO): Ölçeğin Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği Ortabağ ve arkadaşları tarafından 2010 yılında yapılmıştır (Ortabağ vd. 2010). 43 maddeden oluşan EYEO'nün her biri birbirinden bağımsız olarak kullanılabilen Egzersiz Engel Ölçeği ve Egzersiz Yarar Ölçeği olmak üzere iki alt grubu vardır (Sechrist vd., 1987).

Egzersiz Davranışı Değişim Basamakları Anketi (EDDBA): EDDBA davranış değişikliğinde Kuramlar Üstü Model'e göre egzersiz davranışının aşamalarını sorgulamaktadır. Bu aşamalar Eğilim Öncesi (davranış değişikliği niyetinde olmamak), Eğilim (gelecekte davranışı değiştirme düşüncesi), Hazırlık (yakın gelecekte davranışı değiştirme niyeti

ve/veya davranışla ilgili küçük değişiklikler yapma), Hareket (yeni bir davranış) ve Devamlılık (davranış değişikliğini devam ettirme) olarak adlandırılmaktadır (Horneffer-Ginter 2008).

Bilgi Düzeyi Anketi (BDA): Eğitimin bitiminden hemen sonra tüm katılımcılara Quiziz çevrimiçi öğrenme ve test programı kullanılarak eğitim ile ilgili çoktan seçmeli sorulardan oluşan, 20 soruluk BDA uygulandı. Anket soruları uygulanan eğitimin kritik noktalarını sorgulamak amacıyla araştırmacılar tarafından hazırlandı (Ceran 2015).

2.5 Fiziksel Aktivite Ve Ergonomi Eğitimi

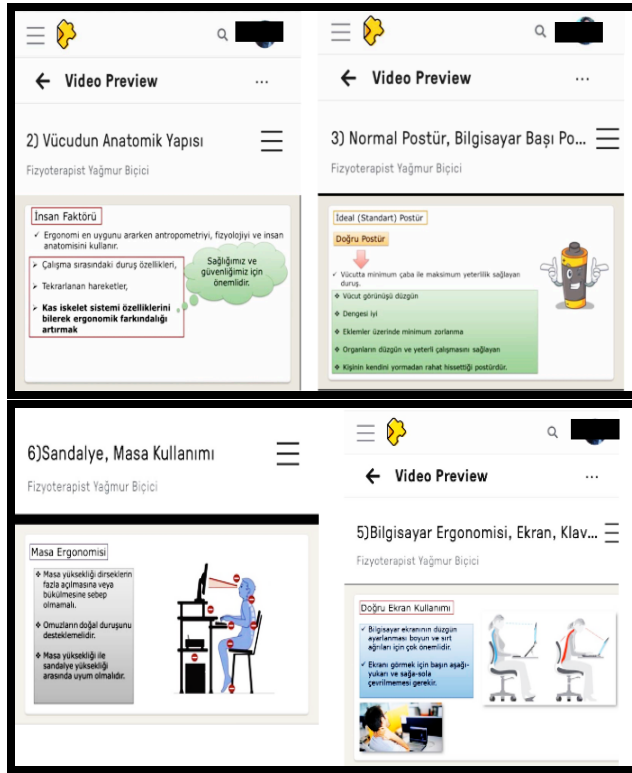
Çalışmaya katılan tüm öğrencilerin değerlendirmeleri tamamlandıktan sonra Grup I'e çevrimiçi video tabanlı etkileşimli eğitim, Grup II'ye ise e-broşür ile fiziksel aktivite ve ergonomi eğitim verildi.

Çevrimiçi Video Tabanlı Etkileşimli Eğitim: Bu grupta yer alan katılımcılara haftada 3 kez olmak üzere 6 hafta boyunca eğitim uygulandı. Eğitimler Edpuzzle adlı video tabanlı çevrimiçi platform aracılığıyla ile gerçekleştirildi (Şekil 1). Her bir video 6-10 dakika olmak üzere, ergonomi, egzersiz ve fiziksel aktivite ile ilgili toplam 18 anlatımlı eğitim videosu hazırlandı ve katılımcılar ile Edpuzzle aracılığıyla paylaşıldı. Katılımcılar ile etkileşim sağlamak amacıyla eğitim videolarının içerisine sorular, notlar ve görseller eklendi. Videoların katılımcılar tarafından izlenme oranları Edpuzzle uygulaması ile takip edildi.

Eğitimin programının özeti Tablo 1'de gösterildi. Eğitimin ardından bu gruptaki öğrencilerle Zoom uygulaması aracılığıyla bireysel olarak motivasyonel görüşmeler yapıldı. Öğrencinin öğrendiği bilgileri günlük yaşamına ne kadar aktardığı, bunlar ile ilgili istekliliği, engelleri ve kararsızlığı ortaya koyularak çözüm yolları önerildi. Her bir görüşme yaklaşık olarak 15 dakika sürdü.

Tablo 1. Fiziksel Aktivite ve Ergonomi Eğitimi İçeriği

1. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> Ergonomi Kavramı Vücutun anatomik yapısı Standart ayakta duruş ve oturma postürü, bilgisayar başında doğru duruş
2. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> Bilgisayar kullanıcılarında sık karşılaşılan kas iskelet sistemi rahatsızlıkları Bilgisayar kullanım ergonomisi: Ekran, klavye, ve fare kullanım Uzaktan eğitim ve ders çalışma sırasında uygun sandalye ve masa kullanılmasının önemi
3. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> Vücut sağlığına uygun tablet ve telefon kullanımı Günlük yaşam aktivitelerinde ergonomiye uygun vücut kullanımı Uzun süreli bilgisayar kullanımı sırasında postürel farkındalık için egzersiz önerileri-1
4. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> Uzun süreli bilgisayar kullanımı sırasında postürel farkındalık için egzersiz önerileri-2 Sağlıklı yaşam davranışları Fiziksel aktivite ve egzersiz kavramları
5. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> Fiziksel aktivite ve egzersizin yararları-1 Fiziksel aktivite ve egzersizin yararları-2 Sağlıklı yaşam için egzersiz süresi, sıklığı ve şiddeti
6. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> Düzenli fiziksel aktiviteye katılımı engelleyen sebepler Egzersiz hayatımızın bir parçası haline nasıl getirebiliriz? Fizyoterapist adaylarının egzersiz alışkanlığı kazanmasının önemi



Şekil 1. Çevrimiçi Fiziksel Aktivite ve Ergonomi Eğitimi



Şekil 2. Çevrimiçi Fiziksel Aktivite ve Ergonomi Eğitimi 4. Hafta masabaşu yapılabilecek mobilizasyon egzersizi örnekleri

E-Broşür Eğitim Grubu: Çevrimiçi eğitim grubu için hazırlanan ergonomi, fiziksel aktivite ve egzersiz eğitimi e-broşüre dönüştürülerek, e-broşür serisi hazırlandı. E-broşürler katılımcılara 6 hafta boyunca e-posta yoluyla gönderildi.

Eğitime devamlılığının sağlanması, e-broşürlerin ve videoların takip edilmesi için WhatsApp uygulaması aracılığıyla her hafta başında tüm katılımcılara hatırlatma mesajları gönderildi.

2.6 İstatistiksel Analiz

Çalışmanın veri analizinde “Statistical Package for Social Sciences” (SPSS) Version 21.0 istatistik

programı kullanıldı. Tüm analizlerde $p < 0,05$ (iki yönlü) değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Çalışmanın veri analizinde gruplarının dağılımlarının normal olup olmadığı “Shapiro-Wilks Test” ile belirlendi. Veriler normal dağılıma uyduğu için parametrik testler tercih edildi. Katılımcıların nominal özelliklerinin karşılaştırılmasında 4 gözlü ki-kare tablosundan yararlanılarak “Fisher Kesin Ki-Kare Testi” kullanıldı. Her iki gruptaki katılımcıların başlangıçtaki demografik özellikleri ve normal dağılıma uyan parametrelerin eğitim öncesi ve sonrası değişimleri “Independent Samples t Test”, “Paired-Samples t Test” ve “Mc Nemar Test” ile karşılaştırıldı. Grupların tüm parametrelerde eğitim sonrası elde edilen farkların gruplar arası karşılaştırılması “Independent Samples t Test” ile yapıldı. Etki büyüklüğü (EB) ise Cohen’s d İndeksi ile hesaplandı (Jacob Cohen 2013).

3. Bulgular

3.1 Grupların Demografik Özelliklerinin, Çalışma Ortamı Ve Süresinin, Teknoloji Kullanımının Karşılaştırılması

Grupların başlangıçtaki demografik özellikleri, ders çalışılan gün sayısı, ders çalışırken teknolojik cihaz başında geçirdikleri süre ve kesintisiz masa başında geçirdikleri süre ortalamaları, çalışma odası, çalışma masasının olması ve gruplar arası karşılaştırmaları Tablo 2 ve Tablo 3’te gösterildi. Cinsiyet ve çalışma odası varlığı dışında gruplar arasında, istatistiksel anlamlı fark bulunmadı ($p > 0,05$).

Tablo 2. Grupların Başlangıçtaki Yaş, Kilo, VKİ, Ders Çalışılan Gün Sayısı, Gün İçinde Ders Çalışırken Bilgisayar Başında Geçirilen Zaman, Gün İçinde Kesintisiz Masa Başında Geçirilen Zaman Karşılaştırması

	Grup I (n=64) Ort (SS)	Grup II (n=63) Ort (SS)	t	p
Yaş (yıl)	20,28 (3,46)	20,19 (3,16)	0,147	0,883
Kilo (kg)	62,09 (16,56)	59,84 (12,47)	0,862	0,390
VKİ (kg/m ²)	21,80 (3,86)	21,94 (3,94)	-0,198	0,843
Ders Çalışılan Gün Sayısı	5,19 (1,66)	5,27 (1,63)	-0,281	0,779
Gün İçinde Ders Çalışırken Bilgisayar Başında Geçirilen Zaman (saat)	6,91 (2,91)	6,58 (2,30)	-0,272	0,786
Gün İçinde Kesintisiz Masa Başında Geçirilen Zaman (saat)	3,44 (2,47)	3,29 (2,27)	0,360	0,720

Independent Samples t

Test

VKİ: Vücut Kitle İndeksi, Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma

Grup I: Çevrimiçi Video Tabanlı Etkileşimli Eğitim Grubu

Grup II: E-Broşür Eğitim Grubu

Tablo 3. Grupların Başlangıç Cinsiyet, Sınıf, Sigara Kullanımı, Çalışma Odası Ve Çalışma Masası Varlığı Karşılaştırmaları

	Grup I (n=64) n (%)	Grup II (n=63) n (%)	χ^2	P
Cinsiyet				
Kadın	47 (73)	56 (89)	0,040	0,026
Erkek	17 (27)	7 (11)		
Sınıf				
1. Sınıf	34 (53)	31 (51)	0,659	0,195
2. Sınıf	30 (47)	32 (49)		
Sigara Kullanımı				
Evet	5 (8)	9 (14)	0,271	0,244
Hayır	59 (92)	54 (86)		
Çalışma odası				
Evet	56 (91)	46 (73)	0,012	0,010
Hayır	6 (9)	17 (27)		
Çalışma masası				
Evet	61 (95)	57 (91)	0,324	0,288
Hayır	3 (5)	6 (9)		

Chi-Square Test

Grup I: Çevrimiçi Video Tabanlı Etkileşimli Eğitim Grubu

Grup II: E-Broşür Eğitim Grubu

3.2 Ağrı ile ilgili sonuçların karşılaştırılması

Eğitim öncesi uzaktan eğitim sırasında öğrencilerin yaşadıkları ağrı değişikliği sorgulandı. Her iki eğitim öncesi ağrı artışı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$).

Her iki grupta da yüksek oranda ağrı artışı tespit edilirken (Grup I: %52, Grup II: %58), eğitim öncesi ağrı artışı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$).

Grupların eğitim öncesi ve sonrası kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının değerlendirilmesinin yapıldığı CKİSRA sonuçlarının grup içi ve gruplar arası karşılaştırmaları Tablo 4'te verildi. Başlangıç verilerinde iki grup arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$). Grup I için çevrimiçi eğitim süreci sonrası boyun, sol omuz, sırt, sol üst kol, sağ ön kol, sağ ve sol el bileği, sol üst bacak, diz bölgelerindeki rahatsızlıklarda anlamlı değişim tespit edilirken, Grup II için sağ üst kol, bel, kalça bölgelerinde anlamlı değişim tespit edildi ($p<0,05$). Grup I için CKİSRA skorlarında elde edilen etki büyüklüğü sol omuz ve sağ el bileği için orta, diğer tüm skorlarda küçük düzeyde iken, Grup II için tüm skorlarda küçük düzeyde bulundu. CKİSRA skorlarında eğitim sonrası elde edilen farklardan ise sadece sol el bileği ve diz skorlarındaki farklar Grup I lehine istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0,05$).

Tablo 4. Grupların Eğitim Öncesi ve Sonrası CKİSRA Ortalama Değerleri, Elde Edilen Sonuçların Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırmaları

AĞRI	Grup I				Grup II				EÖ-ES Fark		
	EÖ	ES			EÖ	ES			Grup I	Grup II	
CKİSRA	Ort	Ort	p^1	EB	Ort	Ort	p^1	EB	Ort	Ort	p^2
	(SS)	(SS)			(SS)	(SS)			(SS)	(SS)	
Boyun	5,35 (7,21)	3,07 (5,33)	0,019	0,35	5,47 (7,48)	4,22 (7,62)	0,124	0,16	-2,28 (7,75)	-1,25 (6,37)	0,410
Sağ Omuz	2,17 (4,90)	1,17 (2,56)	0,121	0,28	2,96 (7,13)	2,53 (6,63)	0,537	-0,03	-1,007 (5,13)	-0,42 (5,47)	0,539
Sol Omuz	1,96 (4,35)	0,33 (0,82)	0,003	0,52	3,38 (9,24)	1,83 (3,86)	0,149	0,21	-1,62 (4,19)	-1,55 (8,44)	0,953
Sırt	7,74 (8,83)	5,59 (7,51)	0,028	0,26	8,92 (11,38)	7,00 (9,54)	0,143	0,18	-2,14 (7,65)	-1,91 (10,22)	0,883
Sağ Üst Kol	0,71 (1,56)	0,35 (1,21)	0,126	0,25	0,84 (1,95)	0,19 (0,57)	0,012	0,45	-0,36 (1,89)	-0,65 (2,00)	0,413
Sol Üst Kol	0,95 (3,22)	0,38 (1,79)	0,033	0,21	0,50 (1,52)	0,38 (1,80)	0,570	0,07	-0,57 (2,09)	-0,11 (1,65)	0,181
Bel	7,86 (10,17)	6,57 (10,14)	0,230	0,12	8,83 (11,93)	5,64 (8,06)	0,043	0,31	-1,28 (8,05)	-3,19 (12,23)	0,311
Sağ Ön Kol	0,76 (2,09)	0,16 (0,54)	0,025	0,39	0,62 (2,71)	0,65 (2,57)	0,946	-0,01	-0,60 (2,09)	-0,03 (3,73)	0,240
Sol Ön Kol	0,78 (3,17)	0,33 (1,80)	0,077	0,17	0,18 (0,93)	0,31 (1,78)	0,570	-0,09	-0,45 (2,01)	0,13 (1,87)	0,091
Sağ El Bileği	2,22 (4,85)	0,39 (0,71)	0,002	0,52	2,53 (4,92)	1,76 (4,04)	0,199	0,17	-1,82 (4,55)	-0,76 (4,71)	0,201
Sol El Bileği	0,89 (3,13)	0,35 (1,78)	0,046	0,21	0,38 (1,42)	0,90 (3,49)	0,079	-0,19	-0,53 (2,08)	0,52 (2,32)	0,008
Kalça	1,83 (4,14)	1,55 (4,04)	0,649	0,06	3,11 (4,93)	1,72 (3,31)	0,012	0,33	-0,28 (5,04)	-1,39 (4,27)	0,185
Sağ Üst Bacak	0,46 (1,11)	0,53 (1,85)	0,800	-0,04	0,83 (2,36)	0,76 (2,22)	0,858	0,03	0,07 (2,21)	-0,07 (3,14)	0,769
Sol Üst Bacak	0,80 (2,64)	0,47 (1,94)	0,042	0,14	0,77 (2,59)	0,53 (1,56)	0,448	0,11	-0,32 (1,26)	-0,23 (2,47)	0,796
Diz	3,24 (8,54)	0,69 (2,16)	0,018	0,40	2,38 (5,01)	2,68 (6,96)	0,658	-0,04	-2,54 (8,35)	0,30 (5,38)	0,024
Sağ Alt Bacak	0,28 (0,75)	0,34 (1,21)	0,687	-0,05	0,32 (1,04)	0,42 (1,26)	0,485	-0,08	0,06 (1,23)	0,09 (1,07)	0,874
Sol Alt Bacak	0,50 (1,87)	0,43 (1,94)	0,854	0,03	0,61 (3,97)	0,29 (1,26)	0,541	0,10	-0,06 (2,71)	-0,32 (4,20)	0,676
Sağ Ayak	0,45 (1,84)	0,16 (0,80)	0,055	0,20	1,03 (5,77)	0,11 (0,48)	0,217	0,22	-0,28 (1,18)	-0,91 (5,80)	0,402
Sol Ayak	0,42 (1,82)	0,22 (1,28)	0,471	0,12	0,29 (1,78)	0,16 (0,81)	0,614	0,09	-0,20 (2,23)	-0,12 (1,98)	0,840

Independent Samples t Test, Paired-Samples t Test

CKİSRA: Cornell Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Anketi, Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, EÖ: Eğitim Öncesi ES: Eğitim Sonrası EB: Etki Büyüklüğü

Grup I: Çevrimiçi Video Tabanlı Etkileşimli Eğitim Grubu Grup II: E-Broşür Eğitim Grubu

3.3 Ergonomi İle İlgili Sonuçların Karşılaştırması

Grupların uzaktan eğitimde kullandıkları çalışma sandalyesi tipleri, teknolojik cihazlar, ders ve ders dışı günlük teknolojik alet/internet kullanım süresi ve uyguladıkları ergonomik çözümlerin gruplar arası karşılaştırılması Tablo 5'te gösterildi. Eğitim öncesi gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$). İki grup için de en sık kullanılan sandalye tipi ahşap sandalye, en sık kullanılan teknolojik cihaz dizüstü bilgisayar olduğu görüldü. Grupların eğitim öncesi ders ve ders dışı günlük teknolojik alet/internet kullanım süreleri

incelendiğinde eğitim öncesi Grup I'deki katılımcıların %39'u, Grup II'nin ise %43'ü 10 saat ve üzerinde teknolojik cihaz ve internet kullandığını bildirdi. Grupların eğitim sonrası yapılan günlük teknolojik cihaz ve internet kullanım süresi değerlendirme sonuçları incelendiğinde ise eğitim sonrası Grup I'deki katılımcıların %27'si, Grup II'nin ise %45'i 10 saat ve üzerinde teknolojik cihaz ve internet kullandığını bildirirken, eğitim sonrasında eğitim öncesine göre grup içinde meydana gelen değişiklik Grup I ve Grup II için istatistiksel açıdan anlamlı değildi ($p>0,05$).

Tablo 5. Grupların Uzaktan Eğitim Sırasında Kullandıkları Çalışma Sandalyesi Tipleri, Teknolojik Cihazlar, Ders Ve Ders Dışı Günlük Teknolojik Alet/İnternet Kullanım Süresi Ve Uyguladıkları Ergonomik Çözümlerin Gruplar Arası Karşılaştırılması

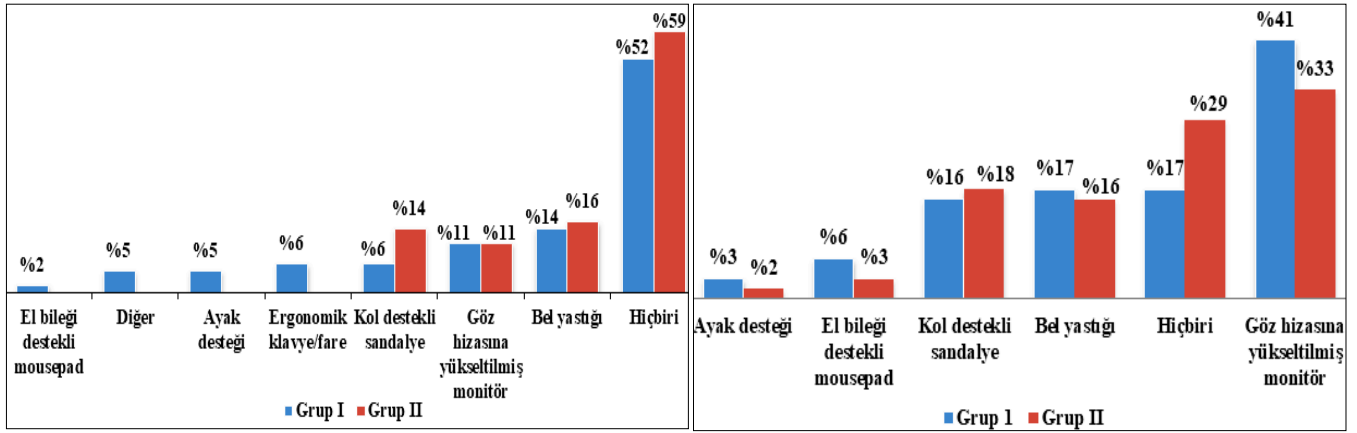
	Grup I n=64 n (%)	Grup II n=63 n (%)	χ^2	p
Çalışma Sandalyesi Tipi				
Ahşap Sandalye	24 (37)	22 (35)		
Ergonomik Çalışma Koltuğu	17 (27)	13 (21)		
Metal Sandalye	12 (19)	15 (24)	3,994	0,407
Koltuk	11 (17)	10 (16)		
Tabure		3 (5)		
Uzaktan Eğitimde Kullanılan Teknolojik Cihazlar				
Dizüstü Bilgisayar	34 (52)	43 (68)		
Telefon	17 (27)	17 (27)	7,814	0,050
Masaüstü bilgisayar	10 (16)	3 (5)		
Tablet	3 (5)			
Ders ve Ders Dışı Günlük Teknolojik Alet/İnternet Kullanım Süresi (saat)	25 (39)	27 (43)		
10 saat ve üzeri				
6-9 saat	30 (47)	25 (40)	1,186	0,553
2-5 saat	9 (14)	11 (17)		
Ergonomik Çözümler				
Hiçbiri	33 (52)	37 (59)		
Bel yastığı	9 (14)	10 (16)		
Göz hizasına yükseltilmiş monitör	7 (11)	7 (11)	13,197	0,607
Kol destekli sandalye	4 (6)	9 (14)		
Ergonomik klavye/fare	4 (6)			
Ayak desteği	3 (5)			
El bileği destekli mousepad	1 (2)			
Diğer	3 (5)			

Chi-Square Test, Mc Nemar Test

Grup I: Çevrimiçi Video Tabanlı Etkileşimli Eğitim Grubu, **Grup II:** E-Broşür Eğitim Grubu

Grupların eğitim öncesi ve eğitim sonrası ders çalışma sırasında uyguladıkları ergonomik çözümlerin dağılımları Şekil 3'te gösterildi. Eğitim öncesi Grup I'deki katılımcıların %52'sinin Grup II'dekilerin ise %59'unun ders çalışma sırasında herhangi bir ergonomik çözüm tercih etmediği görüldü. Eğitim sonrasında ergonomik çözüm kullanmama oranı Grup I'de %17'ye, Grup II'de %29'a geriledi. Her iki grupta da en sık tercih edilen ergonomik çözümün göz hizasına

yükseltilmiş monitör olduğu görüldü. Grupların eğitim öncesi ve eğitim sonrası ders çalışma sırasında ergonomik çözüm uygulama durumlarının karşılaştırılması Tablo 6'da verildi. Grupların eğitim sonrası en az bir ergonomik çözüm kullanımında eğitim öncesine göre grup içinde meydana gelen değişiklik iki grup için de istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0,05$).



Şekil 3. Grupların Eğitim Öncesi ve Eğitim Sonrası Ders Çalışma Sırasında Uyguladıkları Ergonomik Çözümlerin Dağılımları

Tablo 6. Grupların Eğitim Öncesi ve Eğitim Sonrası Ders Çalışma Sırasında Ergonomik Çözüm Uygulama Durumlarının Karşılaştırılması

	EÖ Ergonomik çözüm		ES Ergonomik çözüm		EÖ-ES Grup içi karşılaştırma	
	Hiç	En az birini tercih eden	Hiç	En az birini tercih eden		
Grup I n=64 n(%)	33 (52)	31 (48)	11 (17)	53 (83)	$\chi^2=4,868$	p<0,001
Grup II n=63 n(%)	37 (59)	26 (41)	18 (29)	45 (71)	$\chi^2=9,457$	p<0,001

Chi-Square Test, Mc Nemar Test

EÖ: Eğitim Öncesi ES: Eğitim Sonrası, **Grup I:** Çevrimiçi Video Tabanlı Etkileşimli Eğitim Grubu, **Grup II:** E-Brosür Eğitim Grubu

Grupların ergonomik risklerinin değerlendirildiği ROSA'nın eğitim öncesi ve sonrası ortalama değerleri, eğitim öncesi değerlerin gruplar arası karşılaştırılması ve elde edilen sonuçların eğitim öncesi-sonrası grup içi karşılaştırmaları Tablo 7'de verildi. Başlangıç verilerinde gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark yoktu ($p>0,05$). Eğitim sonrası ise her iki grupta da meydana gelen değişiklik istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0,05$). Grup I'nin ROSA skorunda elde edilen etki büyüklüğü yüksek düzeyde iken Grup II'nin etki

büüklüğü düşük düzeyde bulundu. Elde edilen farklar ise gruplar arasında Grup I lehine istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$). Grupların eğitim öncesi ve sonrası ROSA risk sınıflaması karşılaştırılması Tablo 8'de gösterildi. Eğitim öncesi gruplara arasında risk sınıflaması açısından istatistiksel anlamlı fark yoktu ($p>0,05$). Eğitim sonrası grup içinde meydana gelen değişiklik her iki grup için de istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0,05$).

Tablo 7. Grupların Eğitim Öncesi ve Sonrası ROSA Skorlarının Ortalama Değerleri, Elde Edilen Sonuçların Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırmaları

	Grup I				Grup II				EÖ-ES Fark		
	EÖ	ES	p ¹	EB	EÖ	ES	p ¹	EB	Grup I	Grup II	p ²
ERGONOMİ	Ort	Ort			Ort	Ort			Ort	Ort	
	(SS)	(SS)			(SS)	(SS)			(SS)	(SS)	
ROSA	5,63 (1,40)	5,70 (1,59)	<0,001	1,24	4,02 (1,17)	5,05 (1,68)	0,020	0,39	-1,60 (1,67)	0,65 (2,16)	0,006

Independent Samples t Test, Paired-Samples t Test

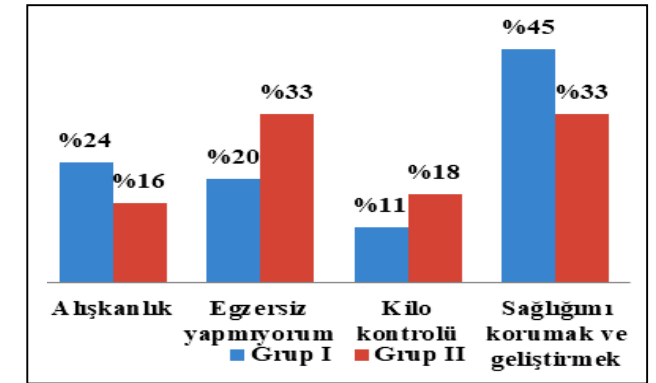
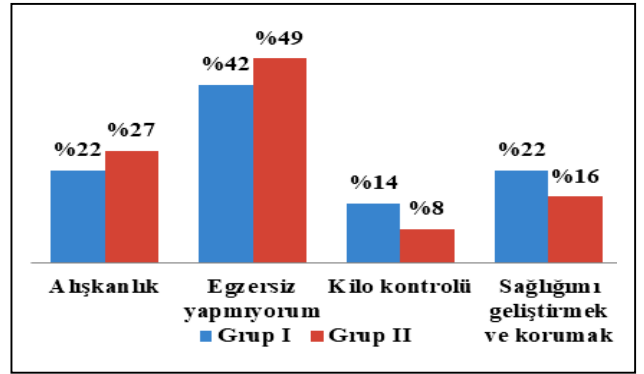
ROSA: Hızlı Ofis Zorlanma Değerlendirmesi (Rapid Office Strain Assessment), Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, EÖ: Eğitim Öncesi ES: Eğitim Sonrası, EB: Etki Büyüklüğü, p¹: Eğitim Öncesi-Eğitim Sonrası Grup İçi Karşılaştırma, p²: Eğitim Öncesi-Eğitim Sonrası Farkların Gruplararası Karşılaştırma, **Grup I:** Çevrimiçi Video Tabanlı Etkileşimli Eğitim Grubu, **Grup II:** E-Brosür Eğitim Grubu

Tablo 8. Grupların Eğitim Öncesi ve Sonrası ROSA Risk Sınıflaması

ERGONOMİ	EÖ-ES		EÖ-ES	
ROSA	Grup I n=64 n (%)		Grup II n=63 n (%)	
Yüksek riskli çalışma ortamı	52 (91)	9 (14)	55 (87)	35 (55)
Düşük riskli çalışma ortamı	12 (19)	55 (86)	8 (13)	28 (45)
EÖ-ES Grup içi karşılaştırma	$\chi^2=41,02$ $p<0,001$		$\chi^2=35,06$ $p<0,001$	
EÖ Gruplar arası karşılaştırma	$\chi^2=0,876$ $p=0,466$			
Chi-Square Test, Mc Nemar Test				
ROSA: Hızlı Ofis Zorlanma Değerlendirmesi (Rapid Office Strain Assessment), Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, EÖ: Eğitim Öncesi ES: Eğitim Sonrası, Grup I: Çevrimiçi Video Tabanlı Etkileşimli Eğitim Grubu, Grup II: E-Broşür Eğitim Grubu				

3.4 Fiziksel Aktivite ve Egzersiz İle İlgili Sonuçların Karşılaştırılması

Grupların eğitim öncesi ve eğitim sonrası fiziksel aktivite ve egzersiz yapma motivasyonları sorgulandı ve Şekil 4'te verildi. İki grup için de egzersiz yapmayan öğrencilerin oranı en yüksek iken başlangıçta gruplar arasında anlamlı fark yoktu ($p>0,05$). Grup I'de 'Egzersiz yapmıyorum' yanıtı %22 Grup II'de ise %16 oranında azalırken, "Sağlığımı korumak ve geliştirmek" yanıtı her iki grupta da en çok tercih edilen cevaptı. Eğitim sonrasında grup içi karşılaştırmada her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı değişiklik gözlemlendi ($p<0,05$). Grupların UFAA-KF'ye göre eğitim öncesi ve sonrası fiziksel aktivite kategorileri incelendiğinde eğitim öncesi fiziksel aktivite kategorileri açısından gruplar arasında anlamlı fark yoktu ($p>0,05$). Grup I' in eğitim öncesi % 92'si, eğitim sonrası %81'i, Grup II'nin ise eğitim öncesi %92'si, eğitim sonrası %86'sı inaktif ve düşük fiziksel aktivite seviyesinde olduğu belirlendi. Eğitim öncesi ve sonrası grup içi karşılaştırmada Grup I için istatistiksel anlamlı değişiklik bulunurken ($p<0,05$), Grup II için istatistiksel anlamlı değişiklik bulunmadı ($p>0,05$). Grupların UFAA-KF skorları incelendiğinde grupların eğitim öncesi tüm UFAA-KF skorları benzer idi ve eğitim sonrası her iki grupta da UFAA-KF skorlarında anlamlı değişim elde edilemedi ($p>0,05$). Grupların FAÖYÖ ve EYEÖ skorlarının eğitim öncesi ve eğitim sonrası grup içi ve gruplar arası Tablo 9'da gösterildi. Eğitim öncesi Egzersiz Engel Puanı, Egzersiz Yarar Puanı, Egzersiz Yararları/Engelleri



Şekil 4. Grupların Eğitim Öncesi ve Eğitim Sonrası Fiziksel Aktivite ve Egzersiz Yapma Motivasyonları

Toplam Puanı skorları iki grup için de benzerdi ($p>0,05$). EYEÖ skorlarının tümünde eğitim sonrası elde edilen değişim Grup I ve Grup II için istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0,05$). Grup I için EYEÖ skorlarının etki büyüklüğü Egzersiz Engel Puanı ve Egzersiz Yarar/Engel Toplam Puanı için orta düzeyde, Egzersiz Yarar Puanı için yüksek bulunurken, Grup II için Egzersiz Yarar Puanında orta düzeyde, diğer parametrelerde küçük düzeyde bulundu. Grupların FAÖYÖ skorlarının başlangıç değerlendirmesinde İçsel Öz-yeterlik, Dışsal Öz-yeterlik, Zamanla İlgili Öz-yeterlik alt boyutları açısından iki grup arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$). Eğitim sonrası her iki grupta da yalnızca Zamanla İlgili Öz-yeterlik alt boyutunda istatistiksel olarak anlamlı değişiklik vardı ve etki büyüklüğü küçük düzeyde idi ($p<0,05$). Ancak grupların FAÖYÖ skorlarında eğitim sonrası elde edilen farklar gruplararası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0,05$). Grupların EDDBA skorlarının eğitim öncesi ve eğitim sonrası davranış basamağı dağılımları Tablo 10'da verildi. Eğitim öncesi EDDBA değerlendirmesinde gruplar arasında fark yoktu ($p>0,05$). Eğitim sonrasında yapılan değerlendirmede eğitim öncesine göre Grup I' de istatistiksel anlamlı değişiklik bulurken ($p<0,05$), Grup II için istatistiksel olarak anlamlı değişiklik bulunamadı ($p>0,05$). Grup I' de eğitim öncesinde katılımcıların %33'ü hareket ve devamlılık evresinde eğitim sonrasında %63'e yükselirken; eğilim öncesi, eğilim ve hazırlık aşamasındaki %68'lik oran eğitim sonrasında %37 olarak bulundu. Grup II' de ise eğitim öncesiyle benzer sonuçlar bulundu.

Tablo 9. Grupların Eğitim Öncesi Ve Sonrası EYEÖ ve FAÖYÖ Skorlarının Ortalama Değerleri, Elde Edilen Sonuçların Grup İçi Ve Gruplar Arası Karşılaştırmaları

FİZİKSEL AKTİVİTE VE EGZERSİZ	Grup I				Grup II				EÖ-ES Fark		
	EÖ	ES	p ¹	EB	EÖ	ES	p ¹	EB	Grup I	Grup II	p ²
	Ort	Ort			Ort	Ort					
EYEÖ	(SS)	(SS)			(SS)	(SS)			(SS)	(SS)	
Egzersiz Engel Puanı	29,13 (5,88)	25,82 (6,35)	0,002	0,54	30,60 (5,75)	28,73 (6,11)	0,038	0,35	-3,29 (8,01)	-1,87 (6,99)	0,289
Egzersiz Yarar Puanı	92,02 (12,93)	103,76 (12,99)	<0,001	-0,90	93,73 (11,14)	100,22 (12,42)	<0,001	-0,55	11,75 (11,63)	6,49 (10,15)	0,008
Egzersiz Yararları/ Engelleri Toplam Puanı	121,14 (13,19)	129,70 (11,57)	<0,001	-0,71	124,33 (12,27)	128,95 (11,34)	<0,001	-0,39	8,56 (12,01)	4,61 (10,82)	0,054
FAÖYÖ											
İçsel Öz-Yeterlik	2,49 (0,85)	2,79 (1,25)	0,158	-0,28	2,47 (0,64)	2,55 (0,81)	0,462	-0,10	0,18 (1,04)	0,08 (0,86)	0,535
Dışsal Öz-Yeterlik	2,95 (1,03)	3,16 (1,20)	0,200	-0,18	3,03 (0,83)	3,05 (1,01)	0,861	-0,02	0,21 (1,35)	0,02 (1,14)	0,386
Zamanla İlgili Öz-Yeterlik	2,41 (1,12)	2,79 (1,25)	0,034	-0,32	2,21 (0,88)	2,53 (1,05)	0,043	-0,33	0,37 (1,38)	0,32 (1,23)	0,819

Independent Samples t Test, Paired-Samples t Test

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, EÖ: Eğitim Öncesi ES: Eğitim Sonrası,

EB:Etki Büyüklüğü, p¹: Eğitim Öncesi-Eğitim Sonrası Grup İçi Karşılaştırma, p²: Eğitim Öncesi-Eğitim Sonrası Farkların Gruplararası Karşılaştırma,

Grup I: Çevrimiçi Video Tabanlı Etkileşimli Eğitim Grubu, Grup II: E-Broşür Eğitim Grubu

Tablo 10. Grupların Eğitim Öncesi Ve Eğitim Sonrası EDDBA Sonuçları

FİZİKSEL AKTİVİTE VE EGZERSİZ	EÖ-ES Grup I n=64 n (%)		EÖ-ES Grup II n=63 n (%)	
	EDDBA			
Eğilim Öncesi	12 (19)	2 (3)	4 (6)	4 (6)
Eğilim	12 (19)	13 (20)	19 (30)	11 (18)
Hazırlık	19 (30)	9 (14)	14 (22)	14 (22)
Hareket	14 (22)	28 (44)	20 (32)	28 (44)
Devamlılık	7 (11)	12 (19)	6 (10)	6 (10)
EÖ-ES Grup içi karşılaştırma	$\chi^2=29,15$ p=0,001		$\chi^2=11,57$ p=0,116	

Chi-Square Test , Mc Nemar Test

EDDBA: Egzersiz Davranışı Değişim Basamakları Anketi, Ort: Ortalama,

SS: Standart Sapma, EÖ: Eğitim Öncesi ES: Eğitim Sonrası

Grup I: Çevrimiçi Video Tabanlı Etkileşimli Eğitim Grubu

Grup II: E-Broşür Eğitim Grubu

3.5 Bilgi düzeyi sonuçlarının karşılaştırılması

Bilgi Düzeyi Anketinin skorları Tablo 11'de gösterildi. Grup I'in Bilgi Düzey Anketi skorunun ortalamaları Grup II'ye göre istatistiksel olarak yüksek bulundu ($p<0,05$).

Tablo 11. Gruplar arası Bilgi Düzeyi Anketi sonuçları

EĞİTİM	Grup I	Grup II	p
	Ort	Ort	
	(SS)	(SS)	
Bilgi Düzeyi Anketi	66,56 (11,64)	58,33 (12,79)	<0,001

Independent Samples t Test

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma,

Grup I: Çevrimiçi Video Tabanlı Etkileşimli Eğitim Grubu

Grup II: E-Broşür Eğitim Grubu

4. Tartışma

Uzaktan eğitim alan fizyoterapi ve rehabilitasyon bölümü öğrencilerinde 6 haftalık iki farklı fiziksel aktivite ve ergonomi eğitim programının uygulandığı bu çalışmada, her iki grupta da ağrı, ergonomik risk, egzersiz yarar/engel algısı ve fiziksel aktivite ile ilgili öz-yeterlik düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı değişiklik bulundu. Ancak Grup I'de ağrı, ergonomik risk, egzersiz yarar algısı ve egzersiz davranışında elde edilen iyileşmenin ve ergonomi ve fiziksel aktivite ile ilgili bilgi düzeyinin e-broşür eğitim grubu sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulundu.

Covid-19 pandemisine karşı alınan önlemler ile başarılı sonuçlar elde edilmesine karşın ev içerisinde daha fazla vakit geçirmek ve hareketsiz bir yaşamın ortaya çıkması bireylerin fiziksel, psikolojik ve sosyal yaşam alanlarında problem yaşamalarına neden olmuştur (Chen vd., 2020). Genel nüfus içerisinde önemli bir yer tutan üniversite öğrencilerinin büyük çoğunluğu Covid-19'un eğitime yansımından etkilenmiştir (Baltacı vd., 2021). Bulguroğlu vd. (2021) yaptığı çalışmada, pandemi sürecinde 332 üniversite öğrencisinin

fiziksel aktivite, yaşam kalitesi ve depresyon seviyeleri incelenmiş, sadece %20,8'inin sağlığı korumak için gerekli olan fiziksel aktivite düzeyinde olduğu, depresyon ve yaşam kalitesi açısından olumsuz etkilendikleri belirtilmiştir. İde ve Gündüz'ün (2021) Covid-19 kısıtlama döneminde eğitim alan 154 üniversite öğrencisi üzerinde yaptığı çalışmada katılımcıların %66,9'unun pandemi döneminde herhangi bir düzenli fiziksel aktivite yapmadığı ve %85,1'inin kendini yorgun hissettiği tespit edilmiştir. Toplam yorgunluk ile teknolojik cihaz kullanımı sırasındaki oturma şekli ve uyku düzeni bozukluğu ile ilgili veriler analiz edildiğinde anlamlı farklar bulunmuştur. Öğrencilerin %66,2'sinin ders çalışırken oturma şekline dikkat etmediği belirtilmiştir. Yine aynı çalışmada katılımcıların KİSR değerlendirilmiş, oluşan rahatsızlıkların bel, sırt, boyun ve omuz bölgelerinde yoğunlaştığı bildirilmiştir. Çalışmamızda ise eğitim öncesi katılımcıların büyük çoğunluğunda yetersiz veya düşük fiziksel aktivite seviyesi tespit edildi. Ayrıca eğitim öncesi katılımcıların büyük çoğunluğunun ders çalışma sırasında hiçbir ergonomik çözüm uygulamadığı, yüksek ergonomik riske sahip ortamlarda ders çalıştığı, uzaktan eğitim süresi boyunca ağrı problemlerinde artış yaşadığı, ağrı şikayetinin en sık sırt, bel ve boyun bölgelerinde olduğu tespit edildi.

Dünyada ve Türkiye'de yapılan son çalışmalarla internet kullanım süresindeki artışa vurgu yapılmaktadır (Astuti vd., 2015). Pandemi öncesinde ülkemizde Çağlar vd. (2017) üniversite öğrencilerinde ekran kullanım süresi ve sedanter yaşam tarzının araştırıldığı çalışmada, 2209 üniversite öğrencisi dahil edilmiştir ve ortalama ekran süresi günde ortalama 4,5 saat bulunmuştur. Bu sürenin genç yetişkinlerde sedanter yaşam tarzını arttırdığının bir işareti olduğunu belirtmişlerdir. Keskin ve Özer Kaya. (2020) 652 üniversite öğrencisi ile yaptıkları çalışmada, uzaktan eğitim sürecinde öğrencilerin televizyon ve sosyal medya başında geçirdikleri sürenin iki kat arttığı bulunmuştur. Yapılan iki çalışmada ise öğrencilerde haftalık 20 saat ve üzeri bilgisayar kullanımı üst ekstremitelere problemleri açısından riskli bulunmuştur (Katz vd., 2000; Schlossberg, vd., 2004). Ülkemizde Özüdoğru vd. (2021) yaptığı çalışmada, pandemi döneminde 18 yaş üzeri 296 kişinin fiziksel aktivite, ağrı ve problemlerini internet kullanımı araştırılmış olup, katılımcıların günde ortalama 6 saat internet kullandığı, fiziksel aktivite seviyesinin azalması ve problemlerini internet kullanımının artışı ile ağrı artışı arasında anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur. Özdiç ve Turan'ın (2019) 106 sağlık bilimleri öğrencisinin KİSR'nin günlük bilgisayar ve cep telefonu kullanım süreleri, algılanan stres ve fiziksel aktivite düzeyi ile olan ilişkisini incelendiği bir çalışmada, kas iskelet

sistemi rahatsızlıkları ile teknolojik cihaz kullanım süresi arasında anlamlı bir ilişki olduğu, teknolojik cihaz kullanım riskleri, doğru postürel alışkanlıklar, fiziksel aktivite alışkanlığının kazandırılmasına yönelik bilinçlendirme ve fiziksel eğitim programlarına ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır. Çalışmamızda ise katılımcıların haftada ortalama 5 günlerini ders çalışarak geçirdikleri, eğitim öncesi %84,5'inin günlük ders ve ders dışı internet kullanım süreleri 6 saat ve üzeri iken, günlük kesintisiz olarak masa başında oturma süresi ise ortalama 4 saat olduğu tespit edildi. Bilgi teknolojileri ve internetin uzun süre kullanımı sırasında düşük veya yüksek ekran pozisyonu, omuzların normal pozisyonundan yüksekte pozisyonlanması, belirli bir pozisyonda sürekli kalmak ve uygun olmayan postür durumunun devam ettirilmesi çeşitli ağrılara sebep olabilmektedir (Jacobs ve Baker 2002). Çalışmamızda eğitim öncesi bulunan sonuçlara göre literatüre paralel olarak katılımcıların büyük çoğunluğunun uzun süreli teknolojik cihazlarla vakit geçirmesi, ergonomik çözümlere dikkat etmemesi, fiziksel aktivite seviyesinin yeterli olmaması sebebiyle ağrı ve rahatsızlık hissini arttırdığını düşünmekteyiz. Çalışmamızda video tabanlı etkileşimli çevrimiçi eğitim grubundaki öğrencilerin eğitim sonrası boyun, omuz, sırt, kol, ön kol, el bileği, üst bacak ve diz bölgelerindeki rahatsızlıklarında, e-broşür grubunda ise sağ üst kol, bel ve kalça bölgelerindeki ağrı ve rahatsızlıklarında anlamlı değişim elde ettik. Ayrıca çevrimiçi eğitim grubundaki öğrencilerin sol el bileği ve diz ağrı ve rahatsızlıkları skorlarında elde ettiğimiz değişim, e-broşür grubuna göre üstündü. Bu durumun çevrimiçi eğitim grubundaki öğrencilerin uyg {Bibliography}uladıkları ergonomik çözümlere bağlı olarak ergonomik risklerinin azalmış olması ve egzersiz davranışlarındaki olumlu davranışlarla ilişkili olabileceği kaanatindedir.

409 üniversite öğrencisinin dahil edildiği ve ergonomik risklerinin değerlendirildiği bir çalışmada katılımcıların en çok boyun ağrısı ve göz yorgunluğu problemlerini yaşadığı, bu rahatsızlıkların cihazı göz seviyesinden aşağıda kullananların %63'ünde, cihazı göz seviyesinde kullananların %21'inde görüldüğü belirtilmiştir. Çalışmada elektronik cihazların sıklıkla kullanıcıları olan üniversite öğrencileri için çevresel modifikasyonlar yapılmasının, ergonomi eğitimi verilmesinin ve bununla ilgili kılavuzlar hazırlanmasının potansiyel bir halk sağlığı sorununun önüne geçeceğini belirtmişlerdir (Mowatt vd., 2018). Aytar vd., (2020) uzaktan eğitim alan üniversite öğrencilerine verilen duruş ve ergonomi eğitiminin ağrı, egzersiz davranışı karar verme dengesi ve fiziksel aktivite düzeyine etkisinin incelendiği çalışmada, 202 üniversite öğrencisi iki gruba ayrılmış bir gruba fizyoterapist

tarafından uzaktan eğitimle 60 dakikalık duruş ve ergonomi ile ilgili özel program verilmiş, diğer gruba herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Sonuçta bütün parametreler için iki grup arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmamış, daha uzun süreli eğitimlerle yapılacak çalışmalara ihtiyaç olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda ise pandemi döneminde uzaktan eğitim alan üniversite öğrencilerinde teknoloji kullanım artışı ve pandemi sebebiyle yaşanacak inaktivite ön görülerek 6 haftalık eğitim verilmesi planlandı. Bu eğitimler iki farklı yöntem kullanılarak uygulandı. 6 haftalık eğitim programı sonunda her iki grupta da ağrı, ergonomik risk, egzersiz yarar/engel algısı, fiziksel aktivite zamanla ilgili öz-yeterlilik düzeylerinde anlamlı değişim elde ettik. Çalışmamızda da uzun süreli yapılan eğitimin etkili sonuçlar sağladığı görüldü. Çevrimiçi eğitim grubunun e-broşür eğitim grubuna göre ağrı, ergonomik risk, egzersiz yarar algısı sonuçlarında elde ettiğimiz iyileşme ve bilgi düzeyi üstündü. Çalışmamıza benzer olarak üniversite düzeyindeki hemşirelik bölümü öğrencilerinde hareket farkındalığı kazandırmak için video tabanlı etkileşimli öğrenme yöntemi kullanılarak eğitim verilen bir çalışmada, eğitimler bireysel görüşmeler ile desteklenmiş olup, sonuçta koruyucu müdahaleler ve ergonomi eğitimi gibi pratik öğrenme durumlarında kullanılabilceği belirtilmiştir (Backâberg vd., 2015). Çalışmamızın sonuçları, her iki eğitim programı ile üniversite öğrencilerinde ergonomi ve fiziksel aktivite ile ilgili bilgi düzeyi arttıkça, elde ettikleri bilgilerin yaşamlarına olumlu yansıdığını göstermektedir.

Öğrenme öğrencinin motivasyonu ile ilgilidir. Video etkileşimli veya oyun tabanlı öğrenme gibi teknoloji destekli öğrenme sistemleri katılım için yükseköğretimde içsel motivasyonu artıracak bir deneyim oluşturmaktadır (Keller 2008; Kutty ve Joy 2020). Çalışmamızda da e-broşür destekli öğrenmeye kıyasla video tabanlı etkileşimli eğitim ile öğrenme ve motivasyon açısından daha etkili sonuçlara ulaşıldı. Video tabanlı etkileşimli grupta e-broşür eğitim grubuna göre eğitim sonrası ergonomik çözüm kullanımının daha yüksek oranda olması, ders ve ders dışı teknoloji kullanım süresindeki azalmanın belirgin olması, egzersiz yarar algısının ve motivasyonunun, bilgi düzeyi skorlarının daha yüksek olmasının motivasyonel görüşmeler ile desteklenen teknoloji destekli eğitimin etkinliğini gösterdiğini düşünmekteyiz.

Covid-19 sebebiyle uzaktan eğitim alan veya uzaktan çalışan bireylerde kişilerin yaşadığı çalışma ortamını değerlendirmede uzaktan temelli ROSA metodu kullanılması önerilmektedir (Black 2021; Liebrechts vd., 2016;). Romanya'da 53 üniversite öğrencisinin pandemi döneminde ders çalışma alanları fotoğraf temelli olarak ROSA ile değerlendirilmiş ve öğrencilerin ergonomik risk

düzeyleri yüksek bulunmuştur (Boatca vd. 2021). Benzer şekilde çalışmamızda üniversite öğrencilerinin ergonomik risklerini değerlendirmek için fotoğraf temelli ROSA'yı kullandık ve eğitim öncesi her iki gruptaki öğrencilerin çoğunluğunda ergonomik risklerinin yüksek olduğunu tespit ettik. Eğitim sonrası ise her iki grubun ergonomik risk skorlarında ve yüksek riskli çalışma ortamına sahip kişi sayısında istatistiksel olarak anlamlı azalma elde ettik. Ayrıca çevrimiçi video tabanlı etkileşimli eğitim grubunda elde ettiğimiz azalma, e-broşür grubuna göre anlamlı idi. Gruplarda eğitim öncesi ergonomik çözüm tercih etmeyen kişiler katılımcıların yarısını oluştururken, eğitim sonrasında ise her iki grupta ergonomik çözüm tercih etmeyen kişi sayısının anlamlı düzeyde azaldığını gördük. Eğitim sonrası ise her iki grubun ergonomik risk skorlarında ve yüksek riskli çalışma ortamına sahip kişi sayısında anlamlı azalma elde ettik. Ayrıca çevrimiçi video tabanlı etkileşimli eğitim grubunda elde ettiğimiz azalma, e-broşür grubuna göre anlamlı idi. Bu sonuçlar her iki eğitim programının da öğrencilerde ergonomik riskler konusunda farkındalık ve bilgilendirme sağladığını ve öğrencilerin kas-iskelet sistemi problemlerine karşı gerekli düzenlemeleri yaptıklarını doğrular niteliktedir. Ayrıca video tabanlı etkileşimli grupta elde ettiğimiz anlamlı farkın, bu gruptaki öğrencilerin bilgi düzeylerindeki artış ile ilgili olabileceğini düşünmekteyiz.

115 fizyoterapi öğrencisinin katıldığı bir çalışmada, bel ağrısı görülme prevalansını yüksek olduğu, en önemli risk faktörünün kötü postür ve oturma bozukluğu olduğu, sınıf derecesi yükseldikçe bel ağrısı prevalansının arttığı bildirilmiştir (Karishma vd., 2021). Yapılan bir başka çalışmada ise, 150 fizyoterapi öğrencisi değerlendirilmiş ve %62'ninin miyofasial ağrı sendromu ile ilişkili boyun problemi yaşadıkları belirtilmiştir (Asad vd., 2019). 450 fizyoterapi öğrencisinde akıllı telefon kullanımı ve kas iskelet sistemi rahatsızlıklarını incelendiği çalışmada, öğrencilerin %82'sinin farklı vücut bölgelerinde rahatsızlık hissettiklerini, kullanım süresi ile ağrı arasında pozitif yönde bir ilişki olduğunu, teknolojik cihaz kullanım postürünün ve uzun kullanım süresinin ağrı üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu durumun öğrencilerin genel sağlığını ve ilerleyen yıllarda iş performansını etkileyebileceği, fizyoterapistlerin zaten iş yaşamlarında pek çok kas iskelet sistemi problemi ile karşılaştıkları belirtilmiştir (Elserty vd., 2020). Amerika'da yapılan bir başka çalışmada, 87 fizyoterapi öğrencisinin fiziksel aktivite seviyeleri UFAA ile değerlendirilerek, 15 kişilik bir alt küme oluşturulmuş ve bu grubun fiziksel aktivite düzeyleri bir hafta boyunca Fitbit adlı aktivite izleyicisi bileklik ile takip edilmiştir. Öğrencilerin büyük çoğunluğunun yeterli fiziksel aktivite seviyesinde olduğu, aktivite izleyicisi bileklik ile

UFAA sonuçlarının paralellik gösterdiği, sağlık için gerekli fiziksel aktivite seviyesi hakkında gerekli bilgi ve davranışa sahip oldukları ve hasta bireylere örnek olmayı önemsedikleri belirtilmiştir (Pathare vd., 2020). Ülkemizde Kasırga vd. (2021) fizyoterapi öğrencilerinin de dahil edildiği sağlıkla ilgili bölümlerde okuyan 418 üniversite öğrencisi ile yaptığı çalışmada ise öğrencilerin fiziksel aktivite düzeyi ve egzersiz yarar/engel algıları incelenmiştir. Katılımcıların fiziksel aktivite düzeyleri değerlendirilmiş olup, öğrencilerin %75,7'sinin yeterli fiziksel aktivite seviyesinde olmadığı tespit edilmiştir. Öğrencilerin yarar ve engel algılarının fiziksel aktivite ve egzersize katılımı üzerinde etkili olduğu belirtilmiş olup, engel algısı olarak çevresel yetersizlikler, kişisel motivasyonla ilgili bariyerler, egzersizi bir yaşam tarzı olarak benimsememek olduğu vurgulanmıştır. Bu nedenle eğitim süreçlerinin erken dönemlerinde, ayrıca pandemi döneminin getirdiği ekstra yükler düşünülerek fizyoterapi öğrencilerinin fiziksel aktivite ve ergonomi açısından bilinçlendirilmeleri ve davranış değişikliği oluşturulmasının önemli olduğu düşüncesindeyiz. Çalışmamızda da literatürle benzer olarak eğitim öğretim sürecinde fiziksel aktivite, egzersiz ve ergonomiye dair öğrenilen bilgilerin rol model olması gereken fizyoterapi öğrencilerinin kendi yaşamlarına uygulamakta zorluk çektiği görülmektedir. Çalışmamızda uyguladığımız iki eğitim programı sonucunda yapılan değerlendirmede ise her iki grupta da en çok tercih edilen egzersiz motivasyonu seçeneğinin "sağlığımı korumak ve geliştirmek" olduğunu gördük. Çevrimiçi eğitim grubunda eğitim sonunda egzersiz davranışı ile ilgili değişim basamaklarında hareket ve devam evrelerindeki kişi sayısında anlamlı bir artış olduğunu bulduk. E-broşür grubunda ise egzersiz davranışı değişim basamaklarında anlamlı değişiklik elde edemedik. Ayrıca çevrimiçi eğitim grubunda eğitim sonrasında inaktif ve düşük aktiviteye sahip kişi sayısının azalması, yüksek fiziksel aktiviteye sahip kişi sayısının artmasıyla fiziksel aktivite düzeyinin kategorilerinde anlamlı değişiklik elde ettik. Grup II'de ise bu değişimler anlamlı değildi. Fizyoterapi ve rehabilitasyon öğrencilerinde egzersiz yarar algısı, egzersiz davranışı ile ilgili değişim basamakları, fiziksel aktivite öz-yeterlik ve egzersiz motivasyonu ilgili anlamlı sonuçlar elde ettik ve elde ettiğimiz bu iyileşme video tabanlı etkileşimli eğitim grubunda üstündü. Bu üstünlüğün video tabanlı etkileşimli eğitim grubunda eğitim sonunda uyguladığımız motivasyonel görüşmelerin katkısının da olduğunu düşünmekteyiz. Ancak bu olumlu sonuçlara rağmen eğitim sonucunda her iki grupta da fiziksel aktivite düzeyinde istatistiksel olarak bir değişiklik elde edemedik. Bu durumun uzaktan eğitim sürecinin yoğunluğunun yanı sıra, öğrencilerin son değerlendirmelerini yaptığımız

zaman diliminin Covid-19'a bağlı tam kapanmalar, hafta sonu kısıtlamaları ve sınav dönemlerine denk gelmesi nedeniyle fiziksel aktivite yapabilme imkanlarının kısıtlanmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Egzersizin genellikle açık havada ya da spor salonunda yapılmasının tercih edilmesi ve pandemi gibi kısıtlama gerektirecek özel durumlarda ev içi egzersiz yapma alışkanlığının yaygın olmaması fiziksel aktivite düzeyini etkileyen diğer faktörlerdir. Yapılan çalışmalar Covid-19 pandemisinde ev temelli egzersiz alışkanlığının artırılmasını, mobil uygulamalardan yararlanılmasını, çevrimiçi bağlantı sağlanarak profesyoneller tarafından düzenlenecek ev tabanlı egzersiz programlarının uygulanması önermektedir (Borges vd., 2021; Can vd., 2014) Çalışmamızda hem ergonomik farkındalık hem de fiziksel aktivite eğitimine odaklanmış olmamız, hem de bir egzersiz ya da fiziksel aktivite programı uygulamadığımız için öğrencilerde fiziksel aktivite seviyesinde anlamlı bir artış elde edememiş olduğumuzu düşünmekteyiz. Pandemi sürecinin belirsizliği içerisinde, üniversite öğrencilerinde aktivite düzeyinin ve bilincinin artırılması ile ilgili daha çok çalışmaya ihtiyaç olduğu kanaatindeyiz.

Limitasyonlar: Bütün değerlendirmeler Covid-19 pandemisi sebebiyle çevrimiçi olarak yapıldı ve öğrencilerin alışkanlıkları ve çalışma ortamları araştırmacılar tarafından gözlenemedi. Ayrıca çalışmamızın sonuçları İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü öğrencileri ile sınırlıdır. Çalışma 1. ve 2. sınıf öğrencilerinde yapılmıştır. Sınıf seviyesi yüksek öğrencilerde ergonomik farkındalık, fiziksel aktivite bilinci ve alışkanlığı araştırılmamıştır.

5. Sonuçlar

Video tabanlı etkileşimli ve e-broşür ile yapılan fiziksel aktivite ve ergonomi eğitim programları uzaktan eğitim alan fizyoterapi öğrencilerinde ağrı, ergonomik risk, egzersiz yarar/engel algısı ve fiziksel aktivite ile ilgili öz-yeterlik düzeylerinde anlamlı iyileşme sağlamıştır.

Uzaktan eğitim alan fizyoterapi öğrencilerinde video tabanlı etkileşimli fiziksel aktivite ve ergonomi eğitimi e-broşür ile eğitime göre kas iskelet sistemi rahatsızlıkları riski, ergonomik risk, egzersiz yarar algısı, egzersiz davranışı değişimi ve bilgi düzeyi açısından daha anlamlı yararlar sağlamıştır.

Çalışmamız uzaktan eğitim alan fizyoterapi öğrencilerinde çevrimiçi fiziksel aktivite ve ergonomi eğitiminin araştırıldığı ilk çalışma olması nedeniyle literatüre öncül katkılar sağlamaktadır ve koruyucu fizyoterapi yaklaşımı olarak eğitimin

fizyoterapistler için etkili bir seçenek olduğunu göstermektedir.

Pandemi gibi değişen yaşam koşullarına rağmen fizyoterapi öğrencilerinde her koşulda hareket ve postür farkındalığı sağlamak, fizyoterapist adaylarının sağlıklı yaşam biçimi davranışlarını benimseyerek hem bireysel sağlıklarını korumak hem de topluma örnek olmalarını sağlamak için çevrimiçi fiziksel aktivite ve ergonomi eğitim programlarının uygulanabileceği düşüncesindeyiz.

Gelecek çalışmalarda fizyoterapi öğrencilerinde yüz yüze ve uygulamalı yapılacak fiziksel aktivite ve ergonomi eğitimlerinin etkilerinin yüz yüze değerlendirmeler ile ortaya koyulması, çevrimiçi yolla yapılan eğitimler ve değerlendirmeler ile karşılaştırılmasına ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızın sonuçları İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü öğrencileri ile sınırlı olduğundan, sonraki çalışmalarda farklı okullarda eğitim alan öğrencilerin de dahil edildiği karşılaştırmalı araştırmaların yapılmasını önermekteyiz.

Çalışmamız 1. ve 2. sınıf fizyoterapi öğrencilerinde yapılmıştır. Eğitim alan öğrencilerin uzun dönem sonuçları ve mezuniyet sonrası durumlarının araştırıldığı çalışmalara ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

Asad, A., Chughtai A.S., Sohail A., ve Gill A. (2019). Prevalence of Myofascial Trigger Points in Neck Pain With Its Associated Risk Factors in Undergraduate Students of Physical Therapy Department of University of Lahore 2019;02(03):3-8.

Astuti, S.İ., Septo P.A., ve Putri A.W. 2015. Statista. Analisis Standar Pelayanan Minimal Pada Instalasi Rawat Jalan Di RSUD Kota Semarang. (2015). <https://www.statista.com/statistics/703552/internet-usage-at-home-turkey/>. Erişim 12.08.2021

Aytar A, Altıntaş A, ve Aytar A. (2020). Exercise Therapy And Rehabilitation Effects of Posture and Ergonomics Training for Students Receiving Distance Education during the Covid-19 Pandemic on Musculoskeletal Pain,

Exercise Behavior Decision-Making Balance, and Physical Activity Level. *J Exerc Ther Rehabil* 7 (2): 137-44.

Backåberg, S., Gummesson C., Brunt D., ve Rask M. (2015). Is That Really My Movement?- Students' Experiences of a Video-Supported Interactive Learning Model for Movement Awareness. *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-Being* 10 (March).

Baltacı Ö, Akbulut F.Ö., ve Yılmaz E. (2021). Problemlerli İnternet Kullanımında Güncel Bir Risk Faktörü: COVID-19 Pandemisi. *Humanistic Perspective*, 0-2.

Basilaia, G., ve Kvavadze D. (2020). Transition to Online Education in Schools during a COVID-19 Pandemic in Georgia. *Pedagogical Research* 5 (4).

Bestiantono, D.S., Agustina P.Z.R., ve Cheng T.H. (2020). How Students' Perspectives about Online Learning Amid the COVID-19 Pandemic? *Studies in Learning and Teaching* 1 (3): 133-39.

Black N.L., St-Onge S. (2021). Ergonomic Evaluation of Home Workspaces During the Coronavirus Pandemic. In *Proceedings of the 21st Congress of the International Ergonomics Association*.

Boatca, M.E., Robescu D., Corlan R., ve Mirea N. (2021). Education in Times of Covid-19: Are Students Learning in Ergonomic Conditions? *MATEC Web of Conferences* 342: 01016.

Borges, L., Moraes M.M., Arantes R.M.E., ve Hatanaka E. (2021). The COVID-19 Pandemic: Impact and Strategies for Sports and Exercise Medicine Researchers during Large-Scale Social Restrictions. *Journal of Medical Systems* 45 (5).

Bulguroğlu, H.İ., Bulguroğlu M., Özasan A. (2021). Covid-19 Pandemi Sürecinde Üniversite Öğrencilerinin Fiziksel Aktivite, Yaşam Kalitesi ve Depresyon Seviyelerinin İncelenmesi. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon* 12 (2): 306-11.

Campos Lopes T., Gastélum-Cuadras G., Oliveira A.L.B., Esteves G.E.C., Guimarães AC, Valentim-Silva JR, vd. (2021). Epidemiology of Health Risk Behavior Among University Students. *Rev Cienc Saude*;11(2):73-81.

Can S., Arslan E., Ersöz G. (2014). Güncel Bakış Açısı İle Fiziksel Aktivite. *Ankara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 12 (1): 1-10.

Cengiz, C., Tilmaç K. (2018). High School Students' Exercise-Related Stages of Change and

- Physical Activity Self-Efficacy. *Eurasian Journal of Educational Research* 2018 (73): 59-76.
- Ceran, A. (2015). Bel Ağrısı Olan Ofis Çalışanlarında Ergonomi Bilgi Düzeyinin Bel Ağrısı Şiddeti ve Fonksiyonellik Üzerine Etkisi. Yüksek lisans tezi, *Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Chen, R., Liang S., Peng Y., Li X., Chen J., ve Tang S. (2020). Mental Health Status and Change in Living Rhythms among College Students in China during the COVID-19 Pandemic: A Large-Scale Survey. *Journal of Psychosomatic Research*, January.
- Cohen J. (2017). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd ed., Lawrence Erlbaum Associates, New York, USA.
- Craig, C.L., Marshall A.L., Sjöström M., Bauman A.E., Booth M.L., Ainsworth B.E., Michael Pratt, Ekelund U., Yngve A., Sallis J.S., Oja P. (2003). International Physical Activity Questionnaire: 12-Country Reliability and Validity. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 35 (8): 1381-95.
- Çağlar, E., Bilgili N., Karaca A., ve Deliceoğlu G. (2017). Screen Time Differences among Turkish University Students as an Indicator of Sedentary Lifestyle and Inactivity. *Croatian Journal of Education* 19 (4): 1105-30.
- Ercan, Ş., Keklice H. (2020). COVID-19 Pandemisi Nedeniyle Üniversite Öğrencilerinin Fiziksel Aktivite Düzeylerindeki Değişimin İncelenmesi. *İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi* 5 (2): 69-74.
- Erdinc, O., Hot K., Ozkaya M. (2011). Turkish Version of the Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire: Cross-Cultural Adaptation and Validation. *Work* 39 (3): 251-60.
- Ganne, P., Najeeb S., Chaitanya G., Sharma A., Krishnappa N.C. (2020). Digital Eye Strain Epidemic amid COVID-19 Pandemic-A Cross-Sectional Survey. *Ophthalmic Epidemiology* 28 (4): 285-92.
- Grasdalsmoen, M., Eriksen H.R., Lønning K.J., Sivertsen B. (2019). Physical Exercise and Body-Mass Index in Young Adults: A National Survey of Norwegian University Students. *BMC Public Health* 19
- Haleem, A., Javaid M., ve Vaisha R. (2020). Effects of COVID-19 pandemic in daily life. *Medicine Research and Practice* 10 (January): 78-79.
- Horneffer-Ginter, K. (2008). Stages of Change and Possible Selves: 2 Tools for Promoting College Health. *Journal of American College Health* 56 (4): 351-58.
- İde, D., Gündüz, T. (2021). Koronavirüs Kapanma (Kısıtlama) Döneminde Üniversite Öğrencilerinin Yorgunluk Düzeyi Ve Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Arasındaki İlişkinin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi. *Ergonomi* 4 (2): 107-18.
- İpek Dongaz, Ö., Özen Oruk D., Güp A.A., Bayar B., Bayar K. (2020). Results And Perspectives of Physiotherapy And Rehabilitation 1 (1): 9-14.
- Jacobs, K., ve Baker N.A. (2002). The Association between Children's Computer Use and Musculoskeletal Discomfort. *Work* 18 (3): 221-26.
- Karishma, K.M.S., Shaikh H.A., Zaidi S,W.R. (2021). Prevalence of Low Back Pain among Doctor of Physical Therapy Students. In *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy*, 52-56.
- Kasırğa, Z., Odabaşoğlu, M.E. Dedeoğlu, T. (2021). Üniversite Öğrencilerinde Fiziksel Aktivite Düzeyi Ve Egzersiz Yarar/Engel Algılarının İncelenmesi. *Sosyal Araştırmalar ve Yönetim Dergisi*, no. 1: 83-95.
- Katz, J.N., Amick B.C., Carroll B.B, Hollis C., Fossel A.H., ve Coley M.C. (2000). Prevalence of Upper Extremity Musculoskeletal Disorders in College Students. *American Journal of Medicine* 109 (7): 586-88.
- Keller, J.M. (2008). First Principles of Motivation to Learn and E3-Learning. *Distance Education* 29 (2): 175-85.
- Keskin, M., Özer Kaya D. (2020). Evaluation of Students' Feedback on Web-Based Distance Education in the COVID-19 Process. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi* 5 (2): 59-67.
- Kgokong, D., ve Parker R. (2020). Physical Activity in Physiotherapy Students: Levels of Physical Activity and Perceived Benefits and Barriers to Exercise. *South African Journal of Physiotherapy* 76 (1): 1-7.
- Kılıç Delice E., Can G.F., Kahya E. (2020). Hızlı Ofis Zorlanma Değerlendirmesi Yönteminin Entegre Bir Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımıyla Geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi* 3: 1297-1314.
- Kutty, A.S., ve Joy M.M. (2020). Game-Based Learning- A Solution for Current Issues in Higher Education? *Seventeenth AIMS International Conference on Management*, no.

June 2019: 306–13.

- Liebregts, J., Sonne M., ve Potvin J.R. (2016). Photograph-Based Ergonomic Evaluations Using the Rapid Office Strain Assessment (ROSA). *Applied Ergonomics* 52: 317–24.
- Morais M.L., Silva V.K.O., Silva J.M.N. (2018). Prevalence of Low Back Pain and Associated Factors among Physiotherapy Students. *Brazilian Journal Of Pain* 1 (3): 241–47.
- Mowatt, L., Gordon C., Santosh A.B.R., Jones T. (2018). Computer Vision Syndrome and Ergonomic Practices among Undergraduate University Students. *International Journal of Clinical Practice* 72 (1).
- Ortobağ T., Ceylan S., Akyüz A., Bebiş H. (2010). The Validity And Reliability Of The Exercise Benefits / Barriers Scale For Turkish Military Nursing Students, *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 2010;32(2):55–70.
- Özdiñç, S., ve Turan F.N. (2019). Investigation of Relationship among Musculoskeletal System Problems, Physical Activity and Stress Level in the Students of Faculty of Health Sciences. *The Journal of Health Sciences and Professions* 6 (2): 247–55.
- Özüdoğru, A., Baltacı Ö., Dalakçı M.S., Akbulut Ö.F. (2021). COVID-19 Pandemisinde Bireylerin Ağrı, Fiziksel Aktivite ve Problemlü İnternet Kullanımı Düzeyleri Arasındaki İlişkiler. *Bağımlılık Dergisi* 22 (4): 421–31.
- Pathare, N., Conroy J., Gillard A., ve Hansen M. (2020). Physical Activity: Levels, Knowledge, and Attitudes of Physical Therapy Students in the United States. *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal* 31 (2): 57–65.
- Rodríguez-Nogueira, Ó., Leirós-Rodríguez R., Benítez-Andrades J.A., Álvarez-Álvarez M.J., Marqués-Sánchez P., ve Pinto-Carral A. (2021). Musculoskeletal Pain and Teleworking in Times of the COVID-19: Analysis of the Impact on the Workers at Two Spanish Universities. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18 (1): 1–12.
- Sağlam, M., Arıkan H., Savcı S., İnal-İnce D., Bosnak-Güçlü M., Karabulut E., Tokgözoğlu L. (2010). International Physical Activity Questionnaire: Reliability and Validity of the Turkish Version. *Perceptual and Motor Skills* 111 (1): 278–84.
- Sanaeinasab, H., Saffari M., Valipour F., Alipour H.R., Sepandi M., Al Zaben F., ve Harold G. Koenig H.G. (2018). The Effectiveness of a Model-Based Health Education Intervention to Improve Ergonomic Posture in Office Computer Workers: A Randomized Controlled Trial. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 91 (8): 951–62.
- Schlossberg, E.B., Morrow S., ve Llosa A.E. (2004). Upper Extremity Pain and Computer Use among Engineering Graduate Students. *American Journal of Industrial Medicine*, 46(3).
- Sechrist, K.R., Walker S.N., Pender N.J. (1987). Development and Psychometric Evaluation of the Exercise Benefits/Barriers Scale. *Research in Nursing & Health* 10 (6): 357–65.
- Soetisna, H.R., Widyanti A., Syafira A., ve Pujiartati D.A. (2021). Risk Assessment during Covid-19 and Learning from Home: Evidence from University Students in Indonesia. *Jurnal Optimasi Sistem Industri* 20 (1): 42.
- Soliman Elserty, N., Ahmed Helmy N. ve Mounir K.H. (2020). Smartphone Addiction and Its Relation to Musculoskeletal Pain in Egyptian Physical Therapy Students. *European Journal of Physiotherapy* 22 (2): 70–78..
- Sonne, M., Villalta D.L., ve Andrews D.M. (2012). Development and Evaluation of an Office Ergonomic Risk Checklist: ROSA - Rapid Office Strain Assessment. *Applied Ergonomics* 43 (1): 98–108.
- Szeto, G.P.Y., Tsang S.M.H., Dai J. ve Madeleine P. (2020). A Field Study on Spinal Postures and Postural Variations during Smartphone Use among University Students. *Applied Ergonomics* 88 (June): 103183.
- Taşpınar, F., Taşpınar B. ve Aksoy C.C. (2014). Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Öğrencilerinde Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıklarının İncelenmesi. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation* 1 (2): 55–60. f.
- Tilmaç, K. (2019). Lise Öğrencilerinin Egzersiz Davranışı Değişim Basamakları ve Fiziksel Aktivite Öz-Yeterlik Düzeylerinin İncelenmesi. Yüksek lisans tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Toivonen, R., Luukkonen R. ve Viikari-juntura E. (2002). Effects of Ergonomic Intervention in Work with Video Display Units in Work with Video Units Effects of Ergonomie Intervention Display. *Scandinavian Journal of Work, Environment&Health*; 28:(1):18-24.
- UNESCO. (2020a). School Closures Caused by Coronavirus (Covid-19). Erişim 10.05.2021, <https://en.unesco.org/covid19/educationre> sponse.

- Urbaniak, G. C., Plous, S. (2013). Research Randomizer (Version 4.0) [Computer software]. Erişim 15.06.2021, <http://www.randomizer.org/>
- Vargo, D., Zhu L., Benwell B., ve Yan Z. (2021). Digital Technology Use during COVID-19 Pandemic: A Rapid Review. *Human Behavior and Emerging Technologies* 3 (1): 13-24.
- Werneck, A.O., Collings P.J., Barboza L.L, Brendon Stubbs B., ve Silva D.R. (2019). Associations of Sedentary Behaviors and Physical Activity with Social Isolation in 100,839 School Students: The Brazilian Scholar Health Survey. *General Hospital Psychiatry* 59: 7-13.
- WHO. WHO Director-General's Opening Remarks at the Media Briefing on Covid-19 - 11 March 2020. Erişim 10.05.2021, <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-Covid-19---11-March-2020>
- Wu, F, Zhao S., Yu B., Chen Y.M., Wang W., Song Z.G., Hu Y., vd. (2020). A New Coronavirus Associated with Human Respiratory Disease in China. *Nature* 579 (7798): 265-69.
- Yağcı N. ve Çalık B.B. (2014). Üniversite öğrencilerinde masaüstü bilgisayar kullanımının boyun ağrısına olan etkisinin incelenmesi. *Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*; 2(2): 65-72.

TEMSİLİ BİR GİYİLEBİLİR DIŞ İSKELETİN ERGONOMİK ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ

Kağan ERTAN^{1*}, Cengiz ELDEM²

¹ Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği
ORCID No: <http://orcid.org/0000-0003-3200-8691>

² Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği
ORCID No: <http://orcid.org/0000-0001-6652-7452>

Anahtar Kelimeler

Ergonomi
Dış iskelet
REBA
RULA

Öz

Üretim sürecinin birçok aşamasında, çalışanlar azami derecede ergonomiye ihtiyaç duymaktadır. Özellikle, baş seviyesi üzerinde gerçekleştirilmesi gereken çalışmalar bunların en iyi örneklerini oluşturur. Bu çalışmada üretim hattında çalışan işçilerin montaj esnasında karşılaşacağı zorlanmaları seviyelendirmek, bu seviyelendirmelere göre tasarımda değişiklikler yapmak ve tasarımda yeniliklerin yapılması amaçlanmaktadır. Çalışmanın amacı doğrultusunda toplanan veriler dikkate alınarak giyilebilir bir dış iskeletin ergonomik analizleri yapılmıştır. REBA ve RULA yöntemi kullanılarak yapılan bu analizlerle geliştirilmesi gereken parametreler belirlenmektedir. Böylece ergonomik açıdan daha iyi çalışma şartlarının oluşturulması sağlanabilecektir. Ayrıca giyilebilir dış iskelette gerçekleştirilecek iyileştirmelerin, vücudun hangi bölgesinde yoğunlaştırılması gerektiği belirlenebilecektir.

EXAMINATION OF A WEARABLE REPRESENTATIVE EXOSKELETON WITH ERGONOMIC ANALYSIS METHODS

Keywords

Ergonomics
Exoskeleton
REBA
RULA

Abstract

At many stages of the production process, employees need the maximum degree of ergonomics. In particular, overhead works is the best example of this issue. In this study, it is aimed to level the difficulties that the workers working on the production line will encounter during assembly and to make changes and innovations in the designs according to these levels. Ergonomic analyzes of a wearable exoskeleton were made, taking into account the data collected for the purpose of the study. The parameters that need to be developed are determined by these analyzes using the REBA and RULA methods. Thus, it will be possible to create better working conditions in terms of ergonomics. In addition, it will be possible to determine in which part of the body the improvements to be made in the wearable exoskeleton should be concentrated.

Araştırma Makalesi

Başvuru Tarihi

Kabul Tarihi

: 15.01.2022

: 29.03.2022

Research Article

Submission Date

Accepted Date

: 15.01.2022

: 29.03.2022

* Sorumlu yazar e-posta: kagan.ertan@gazi.edu.tr

1. Giriş

Üretim montaj hatlarında çalışan işçiler, bir ürünün montajlanma süreci boyunca, tanımlanan rutin görevi defalarca tekrar etmek durumundadır. Bu çalışma montaj hattında çalışan işçilerin belirli bir görevi yerine getirirken giyilebilir dış iskeletlerin insan vücudu üzerinde nasıl bir etkisi olduğunu incelemektedir. Personelin çalışma sırasındaki duruşlarının analiz edilerek uygun hale getirilmesi ergonomi için olduğu kadar işçi güvenliği açısından da büyük önem taşımaktadır. Üretim hattındaki bir işçinin montaj esnasında karşılaşacağı zorlanmaları seviyelendirmek ve bu seviyelendirmelere göre tasarımlarda değişiklikler ve yenilikler yapılması amaçlanmaktadır.

Ergonomik açıdan personel duruşlarının analizleri REBA (Rapid Entire Body Assessment) ve RULA (Rapid Upper Limb Assessment) analizleri ile belirlenmiştir. Gerçekleştirilen çalışmalarda uygulanan yöntemler, uygulanabilirliğin yanı sıra ergonomik sorunu da çözemezse dış iskeletlerin üretimi için standart bir yol olmadığı sonucunu çıkarır. Bu durumda geçici çözümler, geliştirilecek daha kapsamlı bir yöntem arasındaki boşluğu kapatabilir.

1.1. Ergonomi Kavramı

Ergonomi kavramı kısaca "fiziksel çevrenin insana uyumlaştırılması süreci" olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde endüstrileşme hızının artışı ile birlikte makineler ile insan arasında artan ilişki, insan çalışma alanına uyumlu çevre, ekipman, ofis imkanları gibi fiziksel çevre kapsamında değerlendirilen birimlerin yaratılma çabasını zorunlu kılmaktadır. Çünkü gelişen teknoloji faaliyetleri ile birlikte aslında yalnızca fiziksel çevreden söz etmek yerine doğrudan insanın zihnini hedef alan ve zihne seslenen bilgisayar yazılımları, İnternet, web dizaynı gibi öğelerin de insan çalışma alanına uyumundan (Zihinsel algılama, kolay kontrol edebilme ve yönlendirebilme açısından) bahsetmek gerekmektedir. Bu açıdan bakıldığında ergonomi kavramı, birden fazla bilimsel disiplinin bir arada çalışması gereken bir alan veya yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu alanlardan başlıcaları mühendislik, fizyoloji, mimarlık, anatomi, sosyoloji ve psikolojidir. Tüm bu alanların ortak amacı bilim disiplini altında insana uyumlu ideal bir makine-çevre sistemi oluşturmaktır. Aynı zamanda insanların çalışma alanı içerisinde kendisi ile barışık uyumlu bir çevre yaratmanın yanında işletmeler için en önemli üretim faktörü olan insan gücünün rahat, sağlıklı ve kolay bir şekilde üretim ve ekonomik faaliyette bulunabileceği makine, ekipman, teçhizat ile donatılmış fabrika düzeni oluşturma isteği de vardır. Çünkü bilinmektedir ki, insanın verimli bir

şekilde çalışması, en iyiyi üretebilmesi ve ekonomik faaliyetlere etkin bir şekilde katılabilmesi, bu ideal uyumun yakalanabilmesiyle mümkün olmaktadır (<https://ergometri.com/ergonomi-nedir>). Ergonominin birincil amacı insan - makine birleşiminin verimliliği ile birlikte iş güvenliğini de arttırmaktır. Çalışmanın bir yöntem doğrultusunda düzenlenmesini amaçlayan ergonomi aynı zamanda insanın kullandığı araç ve makinelerin yaptığı işin insanın özellikleri ile uyum içinde olmasını da sağlamaya yöneliktir.

1.2. Giyilebilir Dış İskelet

Geçmişten günümüze uygarlığı şekillendiren buluşlara baktığımızda birçoğunun doğadan esinlendiği görülmektedir. Biyomimikri olarak adlandırılan bu yaklaşım, yüzyıllardır devam eden süreçte doğada başarıyla test edilmekte, modelleri ve stratejileri taklit ederek yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler üretmektedir (<https://biomimicry.org/wh-at-is-biomimicry/>). Doğadan ilham alınan buluşların en yenilerinden biri de exoskeleton yani dış iskelettir (<https://www.britannica.com/science/exoskeleton-anatomy>). Dış İskelet (Exo-Skeleton), insan vücudu üzerine takılarak ya da giyilerek, insan hareketleri ile etkileşimli bir şekilde çalışan ve bu hareketlere destek ve koruma sağladığı gibi güç ve dayanıklılık da katan elektromekanik mekanizmaların genel adıdır (https://www.aselsan.com.tr/Askeri_Yuruyu_s_Asistani_1242.pdf). General Electric firması, 1965 yılında Hardiman adını verdiği, kullanıcıların ağır nesnelere kaldırma becerisini artıran bir exoskeleton üretti. 60'ların sonlarına gelindiğinde Sırbistan'da bulunan Mihajlo Pupin Enstitüsünde ve daha sonra 1970'lerde ABD'de Wisconsin Üniversitesinde yürüme engelli bulunanlara yardımcı olmayı amaçlayan exoskeleton'lar geliştirildi. Ancak o dönemin teknik donanım yetersizlikleri ile birlikte bilgi ve deneyim eksikliği bu teknolojinin olgunlaşmasının 21. yüzyılda gerçekleşmesine neden oldu (<https://www.eduexo.com/resources/articles/exoskeleton-history/>). Sonraki yıllarda yapılan çalışmalara bakıldığında giyilebilir dış iskeletin farklı tasarım ve kullanımına yönelik; askeri ve yük taşıma amaçlı insan güçlendirme, tedavi ve destek için iyileştirme amaçlı ürünler ortaya konulmuştur.

Ülkemizde giyilebilir dış iskelet çalışmalarına örnek olarak, Aselsan'ın Türk askeri için geliştirdiği ASYA (Askeri Yürüyüş Asistanı) arazide yürüme, koşma, tırmanma ve sıçrama gibi personelin fiziksel performansını yükselten, ağır teçhizat taşımaya kolaylaştırarak yorgunluğa karşı direncini artıran bir ürün olarak karşımıza çıkmaktadır. Tam teçhizat intikale çıkan askerlerin yüklerini daha rahat taşımasına olanak sağlamaktadır.



Şekil 1. ASYA (Askeri Yürüyüş Asistanı)

(https://www.aselsan.com.tr/Askeri_Yuruyus_A_sistani_1242.pdf)

Tablo 1'de farklı şirketler ve üniversitelerde geliştirilen bazı dış iskeletlerin kullanım amacına göre karşılaştırılması yapılmıştır. Burada dış iskeletlerin hangi amaçlarda kullanıldığı ve vücudun hangi bölgesine etki ettiği gösterilmiştir.

Tablo 1. Geliştirilen Bazı Dış İskeletlerin Kullanım Amacına Göre Karşılaştırılması

Dış İskelet Adı	Amaç	Bölge
Tokyo Tarım ve Tek. Üniv. Dış İskeleti	Tarım işçilerine destek olma	Tüm Gövde
Kanagawa Tek. Ens. Güç Elbisesi	Hasta taşıyan hemşirelere destek olma	Tüm Gövde
HAL 5	Engellilerin yürütülmesi ve yük taşıma	Tüm Gövde
Raytheon Sarcos	Askerlere destek olma ve yük taşıma	Tüm Gövde
Skelex	Sanayi işçilerine destek olma	Üst Ekstremiteler
MIT Exoskeleton	Yük taşıma	Alt Ekstremiteler
ReWalk	Engellilerin yürütülmesi	Alt Ekstremiteler
Berlin Tek. Üniv. Dış İskeleti	Rehabilitasyon	Alt Ekstremiteler

2. Ergonomik Dış İskeletlerle Yapılan Farklı Çalışmaların İncelenmesi

Kafa seviyesinin üstünde çalışılan işleri desteklemek için dış iskelet cihazı ile yapılan çalışmada, artan verimlilik ve kalitenin yanı sıra omuz bölgesindeki ağrı azalma olduğu bildirilmiştir (Butler, 2016).

Gillette ve Stephenson'ın yaptığı çalışmada, montaj hattında dış iskeletli 6 işçi tarafından kafa seviyesinin üzerinde çalışılan bir işte EMG (elektromiyografi) kullanılarak test yapıldı. Üst kol ve omuzdaki kas aktivitelerinde %27'ye kadar bir azalmanın ölçülebildiği kanıtlandı (Gillette ve Stephenson, 2017).

Rashedi, EMG ve RPD (Rate of Perceived Discomfort - Algılanan Rahatsızlık Oranı) kullanarak kas aktivitesini ve rahatsızlığını %56'ya kadar azalttığını kanıtladı. Çalışma şartları farklı olduğu ve kullanılan dış iskelet cihazı antropomorfik bir cihaz olmadığı için çalışma sonuçları sadece belirli bir ölçüde karşılaştırılabilir (Rashedi ve ark., 2014).

3. Materyal ve Metod

Montaj görevi sırasında bir dış iskelet cihazı kullanırken ergonomik değerlendirme üzerindeki olası etkiyi göstermek için, cihazın entegrasyonu örnek bir işyerinde simüle edilmiştir. Tablo 2 ve Tablo 3, örnek işyerinin ve dış iskeletin teknik özelliklerini göstermektedir. Şekil 2, işyeri koşullarını temsili olarak göstermektedir. Her ne kadar yöntemi göstermek amacıyla özellikler hakkında sağlanan veriler tahmini, yaklaşık değerler olsa da, bir otomotiv montaj hattındaki şartlara oldukça yakındır. Bu, dış iskelet cihazı için de geçerlidir. Seçilen işyeri, bir otomobilin alt gövdesinin neme, suya ve çamura karşı kapatılması gereken trim parçalarının montaj yeridir. Araçlar lift ile kaldırılır böylece işçiler aracın altındayken görevlerini yerine getirebilirler. İşçi dik bir pozisyonda araba gövdesinin altında durur ve akülü bir tornavida kullanarak zemin döşemesini monte eder.

İşçi tornavidayı bir elinde tutar, vidaları doğru şekilde konumlandırır ve montajını gerçekleştirir. Diğer elini alt gövdeye karşı desteklemek için kullanır. Her iki kolu da göğüs ve üst kol arasında, üst kol ve önkol arasında yaklaşık 90°'lik bir açı ile tutar. İşçi, vida başına beş saniye uğraşır. Parçanın konumlandırılması, kolların kaldırılması, indirilmesi ve montajı yaklaşık 60 saniye sürer. Ardından işçi varsayılan döngüyü tamamlar.

Bu araştırma için kullanılan örnek dış iskelet, üst ekstremiteler bölgesini destekleyen bir cihazdır. Uzun süreli çalışma sırasındaki gerilmeleri azaltmak için özel olarak tasarlanmıştır (<https://www.skelex.com/skelex-360-xfr/>). Bu cihazların ana çerçevesi sırt

çantası gibi giyilir ve vücuda kemerlerle sabitlenir (bkz. Şekil 3). Birçok dış iskelet üreticisi cihazlarının destek kuvvetlerini, ZeroG dengeleme yaklaşımına göre ayarlamaktadır. Destek derecesi, gerilmenin giderilmesi için kaldırılmış kolların ağırlığını telafi edecek şekilde ayarlanır. Cihaz, görevi sırasında yaklaşık 24 Newtonluk destek sağlamaktadır.



Şekil 2. Kafa Seviyesinin Üzerinde Gerçekleşen İşler İçin İşyeri Koşulları

Tablo 2. Kafa Seviyesinin Üzerinde Gerçekleşen İşler İçin Örnek İşyeri Şartları

Vardiya süresi	9 saat
Mola süreleri	1.5 saat
Kafa üstü çalışma süresi	3 saat 40 dakika
İşin süresi/ takılan vida sayısı	160 saniye/ 20 vida
Vida başına süre	5 saniye
Vidalama makinesi ağırlığı	1.55 kg
Alt döşeme ağırlığı	1.45 kg
Vücut duruşu açıları	Üst kol ve göğüs arası: 90 ° Önkol ve üst kol arası: 90 °

Tablo 3. Dış İskelet Özellikleri

(<https://www.skelex.com/skelex-360-xfr/>)

Desteklenen ağırlık / Kuvvet	2.4 kg / ~ 24 N
Dış iskeletin toplam ağırlığı	2 kg
Dezavantajlar	Kısıtlı konfor Kısıtlı hareket özgürlüğü



Şekil 3. Örnek Dış İskelet Cihazı

(<https://www.skelex.com/skelex-360-xfr/>)

4. Değerlendirme prosedürlerinin Uygulanması

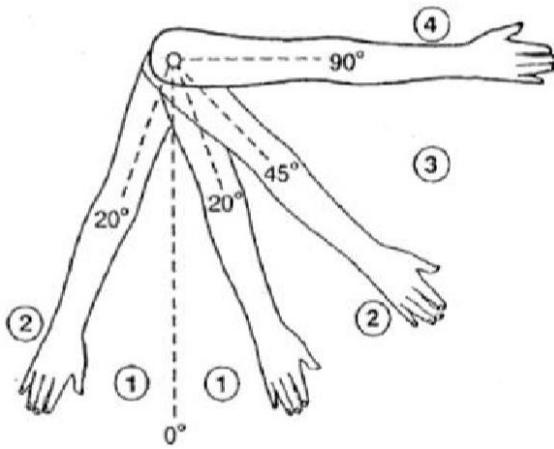
Bölüm 3'te açıklanan şart ve koşullara dayanarak, endüstrinin gereksinimlerini göz önünde bulundurarak, dış iskelet etkilerini pozitif ve negatif değerlendirmek için birçok yöntem vardır. Bu çalışmada REBA ve RULA analizlerine odaklanılmıştır. Bu yöntemler bu bölümde açıklanmakta, uygulanmakta ve tartışılmaktadır. Yöntemlerin aynı şekilde uygulandığına dikkat etmek önemlidir. Değerlendirme yapılırken çalışma alanı koşulları, karşılaşılan güçlükler ve duruşlar ile ilgili parametreler çalışmada kullanılır. Sonuçlar tablolar aracılığıyla belirlenir.

Çalışmanın dayandığı değerlendirme yöntemi ve parametre seçimleri ilgili makaleden alınmıştır (Roman-Liu, 2014). İlgili makalede ergonomik analiz yöntemlerinin karşılaştırılmalı analizi yapılmaktadır. Buradaki çalışmaya uygun olacak şekilde analiz yöntemleri belirlenmiştir. Sonraki bölümlerde exoskeleton olan ve olmayan durumlar için REBA ve RULA yöntemleri uygulanmaktadır. Yalnızca dış iskeletten etkilenen bölgelerin kriterleri sunulmaktadır. Temsili giyilebilir dış iskeletten etkilenmeyen bölgelerin parametreleri gösterilmez.

4.1. REBA - Rapid Entire Body Assessment (Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi)

REBA, 1999 yılında sahada ihtiyaç olduğu düşünülerek sağlık sektörü başta olmak üzere diğer hizmet sektörlerinde o zamana dek var olan ve öngörülemeyen çalışma duruşu türlerine duyarlı olacak biçimde Hignett ve McAtamney tarafından tasarlanarak geliştirilmiştir. Öncelikle ergonomist ve fizyoterapistler ile mesleki terapist ve hemşirelerden oluşan bir ekip; statik ve dinamik duruşsal yüklenme faktörleri, insan-yük arayüzü (kavrama) ve yerçekimi destekli üst ekstremité pozisyonu kavramlarını birleştiren yeni bir araç üretmek için 600'den fazla vücut duruş örneği toplayarak kodlamıştır (Hignett ve L. McAtamney, 2000).

Araştırmada yöntem, vücuttaki 13 farklı bölgenin, kuvvetlere ve duruşlara dayalı değerlendirilmesini içermektedir. Adım 1 ile adım 6, A grubu olarak adlandırılmaktadır ve boyun, gövde ve bacak bölgesini değerlendirmektedir. Grup B, adım 7 ile adım 13 kol ve bilek değerlendirmesine odaklanmaktadır (Şekil 5). Her adımda, her grupta (A ve B) ayrı ayrı puan hesaplanır. Her iki grup sonucu, genel sonucu tanımlamak için üçüncü bir tablonun (Tablo C) girdi parametresidir. REBA, verilen dış iskelet ve işyeri özelliklerinden etkilenen kol yapısı değerlendirmesini inceleyen sadece bir giriş parametresine sahiptir. Tablo 6'da dış iskeletin kullanılmasıyla riskin azaldığı gösterilmektedir.



Şekil 4. Üst Kollar Açı-Skor
(Hignett ve L. McAtamney, 2000)

Tablo 4. Üst Kollar Açı-Skor Tablosu
(Hignett ve L. McAtamney, 2000)

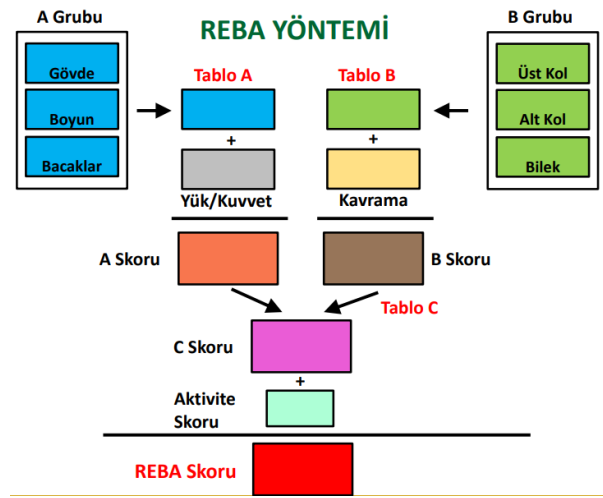
ÜST KOLLAR

Hareket	Skor	Skor Değişimi
20° Fleksiyon - 20° Ekstansiyon	1	Kolda: - Abdüksiyon varsa - Rotasyon varsa +1
20° - 45° Fleksiyon > 20° Ekstansiyon	2	+1
45° - 90° Fleksiyon	3	Omuz yükselmişse +1
> 90° Fleksiyon	4	Kolun duruşunda yerçekimi desteği etkiliyse -1

Tablo 5. REBA Risk Derecelendirmesi - Karar Tablosu (Hignett ve L. McAtamney, 2000)

REBA Risk Derecelendirmesi

Derece	REBA Skoru	Risk Seviyesi	Önlem
0	1	İhmal Edilebilir	Gerekli Değil
1	2-3	Düşük	Gerekli olabilir
2	4-7	Orta	Gerekli
3	8-10	Yüksek	Kısa zaman içerisinde Gerekli
4	11-15	Çok Yüksek	Hemen Gerekli



Şekil 5. REBA Skoru Tablosu (Hignett ve L. McAtamney, 2000)

Değerlendirmesi yapılacak olan vücut bölgesi üst kol olduğundan sadece B grubu değerlendirilmesi yapılmaktadır. Şekil 4 üst kolun duruşunu göstermektedir. Tablo 4 ise bu duruşun skorunu verir. Baş seviyesinin üzerindeki bir işte çalışan işçinin vücut duruş açısı ön kol ve üst kol arasında 90 derece olduğundan 3 skorunu almakta, ek olarak omuz yükseldiğinde de +1 skorunu almaktadır. Şekil 5'te bu skoru değiştirecek başka parametre olmadığından dış iskeletsiz durumda toplamda 4 REBA skoru elde edilmiştir. Dış iskeletli durumda ise kolun duruşu ZeroG dengeleme yaklaşımına göre destek derecesi, gerilmenin giderilmesi için kaldırılmış kolların ağırlığını telafi edecek şekilde ayarlandığından Tablo 4'teki skor değişimi -1 olarak yansır. Böylece buradaki REBA skoru ise 3 olarak hesaplanmıştır. Tablo 5'te de bu skorların risk seviyeleri gösterilmiştir.

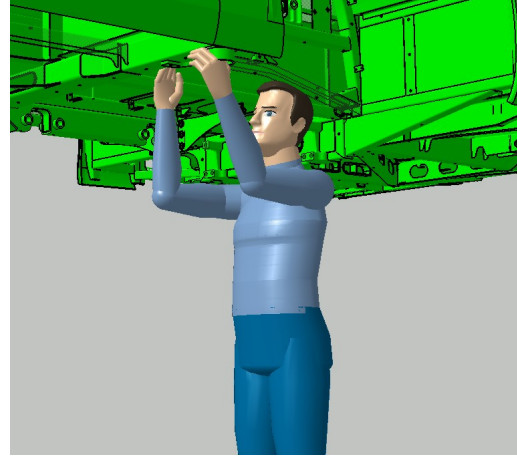
Tablo 6. İlgili Parametrelerin REBA Değerlendirmesi

REBA	Dış İskeletsiz	Dış İskeletli
Üst kolun bulunduğu konum	Skor 4 (Derece 2)	Skor 3 (Derece 1)
Tablo C: Genel sonuç	Skor 4 (Derece 2) Orta seviye risk	Skor 3 (Derece 1) Düşük seviye risk

4.2. RULA – Rapid Upper Limb Assessment (Hızlı Üst Uzun Değerlendirmesi)

McAtamney ve Corlett, duruş bozukluğu nedeniyle kas ve iskelet sistemi üzerinde ortaya çıkabilecek hastalıkların risk faktörünün belirlenebilmesi için RULA ergonomik analiz yöntemini geliştirmişlerdir (McAtamney ve ark., 1993). RULA analizi ile çalışma sırasında bireylerin kas fonksiyonları ve vücut üzerindeki yük sebebiyle oluşabilecek rahatsızlık riskini azaltmak için gerekli müdahale seviyesi tespit edilebilmektedir (Hussain ve ark., 2019). RULA, çalışanın üst uzuvlarındaki baskılamayı hızlı bir biçimde analiz etmeyi desteklemek amacıyla tasarlanmış bir ergonomik analiz yöntemidir. Vücutta oluşan baskıların, sırt, bel ve bacaklardaki yüke göre daha fazla olduğu durumlarda meydana gelen kas iskelet sistemi hastalığı risklerini nesnel bir şekilde ölçmeyi sağlar. Gövde, boyun, el ve üst kolun çalışma sırasındaki biyomekanik ve yük değerlerini inceler. Ergonomik analiz sırasında bilek, alt kol, üst kol, bacaklar, gövde ve boyun için birer puan atanır ve daha sonra bu puanlar bir formda birleştirilerek risk düzeyini gösteren puan elde edilir (Neşeli, 2016).

Dassault Systemes firmasının CATIA yazılımının kullanılmasıyla gerçekleştirilen RULA analizinde insan modelini konumlandırmak için CATIA V5 R21'de bulunan "Ergonomics Design & Analysis" modülü kullanılmıştır. Modülün "Human Builder" özelliği kullanılarak dijital insan modelleri kolayca oluşturulmaktadır. 175 cm boyunda bir erkek model oluşturulmuştur. Seçilen boy sadece bir örnek teşkil etmekle birlikte, daha uzun boylu bir modelin de oluşturulması mümkündür. Modeli Şekil 6'daki gibi konumlandırdıktan sonra RULA analizi kısmına geçilmiştir. CATIA ile yapılan analize ait sonuçlar Şekil 8 ve Şekil 9'da gösterilmiştir.

**Şekil 6. CATIA Programında Oluşturulan Model Ve Duruş Pozisyonunun Gösterimi**

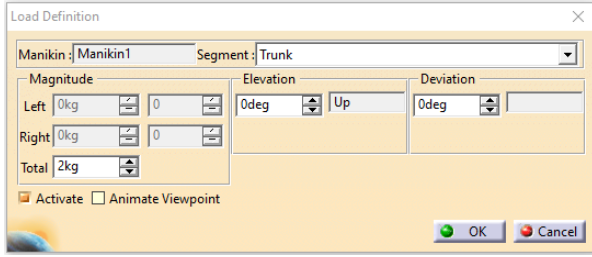
RULA analizinde riskler renklerle temsil edilir. Analiz sonuçlarına göre elde edilen değerlerin risk faktörüne göre renk dağılımı, Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. RULA Analizi Uzunlardaki Değerlerin Riskine Göre Renk Dağılımı (Vaclav vd., 2007)

Bölge	Puan	Puanla ilişkilendirilen renk kodu					
		1	2	3	4	5	6
Üst kol	1-6	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red
Önkol	1-3	Green	Yellow	Red	Grey	Grey	Grey
Bilek	1-4	Green	Yellow	Orange	Red	Red	Red
Bilek bükümü	1-2	Green	Red	Grey	Grey	Grey	Grey
Boyun	1-6	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red
Gövde	1-6	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red

Tablo 8. RULA Yöntemi Sonucu Elde Edilen Puanların Risk Düzeyi (McAtamney ve ark., 1993)

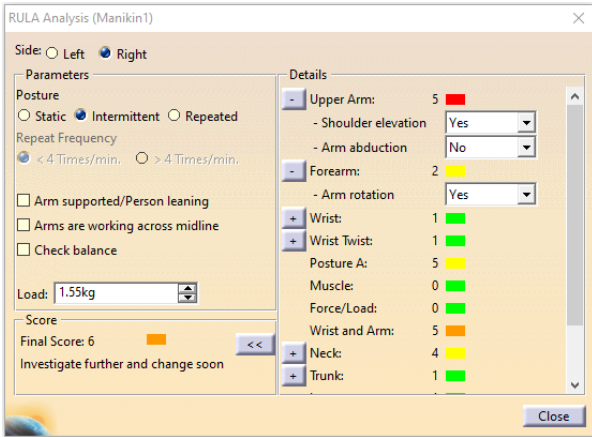
SKOR	RİSK DÜZEYİ
1-2	İhmal edilebilir risk düzeyidir. Acil iyileştirmelere gerek yoktur.
3-4	Düşük risk düzeyidir. İhtiyaç duyulduğunda iyileştirmeler yapılmalıdır.
5-6	Orta risk düzeyidir. Daha fazla gözlem ve yakın zamanda iyileştirmeler yapılmalıdır.
6+	Çok yüksek risk düzeyidir. Zaman kaybedilmeden çok acil iyileştirmeler yapılmalıdır.



Şekil 7. Modelin Dış İskelet Cihazını Giydiği Durumda Modele Binen Ağırlığın Verilmesi

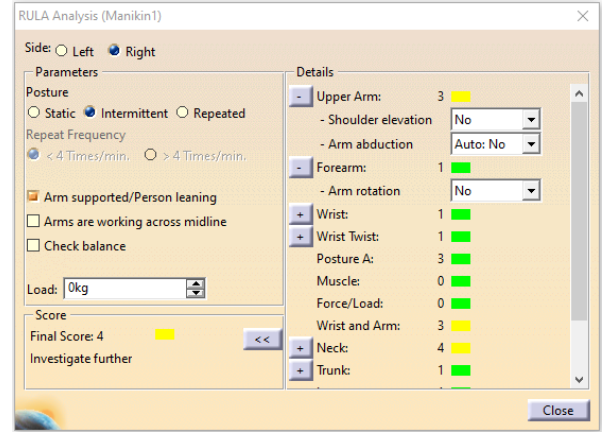
Şekil 7’de gösterilen load definition kısmında oluşturulan modelin dış iskelet cihazını giydiği durumda üzerine binen ek yükün girişi yapılmıştır. Uygulama yeri olarak sırt seçilmiştir.

Yapılan ilk analizde dış iskeletin giyilmediği durumun sonuçları alınmıştır. Burada sağ ve sol kolda da aynı sonuçlar alındığı için sadece sağ taraf sonuçları eklendi. Akülü vidalama cihazının ağırlığı 1.55 kg olarak girildi. Ayrıca details kısmında kolların durumuna göre gerekli düzenlemeler de yapılmıştır.



Şekil 8. Dış İskeletin Giyilmediği Durumda Yapılan RULA analizi (Analiz 1)

İkinci analizde ise dış iskeletin giyildiği durumun sonuçları alınmıştır. Arm supported seçeneği aktif edildi. Şekil 7’de tanımlanan ağırlık bu analiz için kullanıldı. Dış iskeletin kaldırma gücü, akülü vidalama cihazının ağırlığını karşıladığı için bu sefer ek ağırlık girişi yapılmadı. Details kısmı da yine duruma göre düzenlendi.



Şekil 9. Dış İskeletin Giyildiği Durumda Yapılan RULA Analizi (Analiz 2)

İki durum için yapılan RULA analizleri sonucu programın bize verdiği sonuçlar şu şekildedir;

Dış iskeletin giyilmediği durumda Final Score: 6 olarak ölçülmüştür. Yani orta seviye risk düzeyidir. Daha fazla gözlemlenerek yakın zamanda iyileştirmeler yapılmalıdır.

Dış iskeletin giyildiği durumda Final Score: 4 olarak ölçülmüştür. Yani düşük seviye risk düzeyidir. Buna göre, giyilebilir bir dış iskeletin vücudun üst bölgesine olan etkilerinde iyileştirme yapılmasına gerek duyulmamaktadır.

Her iki analiz türünün karşılaştırılması Tablo 9’da gösterilmektedir.

Tablo 9. REBA ve RULA Analizlerinin Risk Seviyeleri Gösterimi

Metot	Dış İskeletsiz	Dış İskeletli
REBA	4 : Orta seviye risk	3 : Düşük seviye risk
RULA	6 : Orta seviye risk	4 : Düşük seviye risk

5. Sonuç

Bu çalışmada, örnek bir işyerinde temsili bir giyilebilir dış iskelet cihazının kullanımı simüle edildi. İncelenen her iki yöntem, işçinin bir dış iskelet cihazı kullandığı zaman pozitif yönde etkilendiğini göstermektedir. Tablo 9, örnek işyerinde dış iskeletli ve dış iskeletsiz tüm değerlendirme sonuçlarının kavramsal bir şekilde özetlemektedir. Daha kesin sonuçların elde edilmesi için daha kapsamlı çalışmaların (gelişmiş analiz yöntemleri) yapılması ve teknolojik aletlerin (elektromiyografi cihazı vb.) kullanılması önerilmektedir. Bazı varsayımlar ve koşullar daha ayrıntılı olarak ele alınmalıdır. Bu çalışma daha kapsamlı bir araştırma için genel bir bakış açısı sağlar. Ayrıca dış iskelet cihazlarında

gerilim, gerinim kavramı da göz önünde bulundurulmalıdır. Son zamanlarda endüstride, askeri alanda ve sağlık sektöründe dış iskeletlere olan ilgi giderek artmaktadır. Fabrikaların, ergonomik yöntemlere olan talebinin artması bu teoriyi desteklemektedir. Bazı araştırmacılar bel üstü giyilen dış iskeletlerin bacaklarda oluşturacağı yükün ve zorlanmanın artmasına sebebiyet vermesiyle oluşan dezavantajlar hakkında çalışmalar yapsa da (De Looze ve ark., 2016); avantajların dezavantajlardan daha ağır basacağı varsayılabilir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

A Brief History of Robotic Exoskeletons, EduExo, Erişim Adresi: <https://www.eduexo.com/resources/articles/exoskeleton-history/> Erişim Tarihi: 11 Mayıs 2021

Askeri Yürüyüş Asistanı, Aselsan, Erişim Adresi: https://www.aselsan.com.tr/Askeri_Yuruyus_Astani_1242.pdf Erişim Tarihi: 11 Mayıs 2021

Butler T. (2016). Exoskeleton Technology: Making Workers Safer and More Productive. *American Society of Safety Engineers - ASSE*, (61), 32-36.

De Looze M. P., Bosch T., Krause F., Stadler K. S. & O'Sullivan L. W. (2016). Exoskeletons for Industrial Application and Their Potential Effects on Physical Work Load. *Ergonomics*, 59(5), 671-681.

Ergonomi nedir?, Ergometri, Erişim Adresi: <https://ergometri.com> Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2021

Exoskeleton, Britannica, Erişim Adresi: <https://www.britannica.com/science/exoskeleton-anatomy> Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2021

Gillette J. C. & Stephenson M. L. (2017). EMG Assessment of a Shoulder Support Exoskeleton During On-Site Job Tasks. *Annual Meeting of the American Society of Biomechanics, Boulder*, (41).

Hussain, M. M., Qutubuddin, S. M., Kumar K. P. R. & Reddy, C. K. (2019). Digital Human Modeling in Ergonomic Risk Assessment of Working Postures

using RULA. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bangkok, Thailand*.

McAtamney, L. & Corlett, E. N. (1993). RULA: A Survey Method for The Investigation of Work-Related Upper Limb Disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91-99.

Neşeli C. (2016). Ergonomik Risk Analizi Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Kalıp İmalat Firmasında Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, İzmir.

Örnek dış iskelet cihazı, Skelex, Erişim Adresi: <https://www.skelex.com/skelex-360-xfr/> Erişim Tarihi: 11 Mayıs 2021

Rashedi E., Kim S., Nussbaum M. A. & Agnew M. J. (2014). Ergonomic Evaluation of a Wearable Assistive Device for Overhead Work. *Ergonomics*, 57(12), 1864-1874.

Roman-Liu D. (2014). Comparison of Concepts in Easy-To-Use Methods for MSD risk assessment. *Applied Ergonomics*, 45(3), 420-427.

S. Hignett and L. McAtamney. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201-205.

Vaclav, S., Peterka, J., Pokorny, P. (2007). Objective Method for Assembly. In *Annals of DAAAM for 2007 & Proceedings, Viedeň*, ISSN 1726-9679.

What is biomimicry?, Biomimicry Institute, Erişim Adresi: <https://biomimicry.org/> Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2021

PANDEMİ SONRASI OFİS PLANLAMASINDA ERGONOMİK TASARIM ÖNERİLERİ

Yavuz ARAT^{1*}, Harun GÜL²

¹ Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mimarlık Bölümü
ORCID No: <http://orcid.org/0000-0002-9145-2648>

² Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mimarlık Bölümü
ORCID No: <http://orcid.org/0000-0002-3928-3218>

Anahtar Kelimeler	Öz
COVID-19 Ergonomi Pandemi Uzaktan çalışma Ofis planlama	<p>Günümüzde etkisini sürdürmeye devam eden "Koronavirüs Hastalığı (COVID-19)", birçok alanda olumsuz etkilerini gösterdiği gibi, gündelik yaşantı biçimimizi de derinden etkilemiştir. Başta sağlık olmak üzere, ekonomi gibi birçok sektörde çeşitli problemlerin ortaya çıktığı saptanmış, insanların ekonomik ve psikososyal durumu üzerinde olumsuz etkiler oluştuğu görülmüştür. Bu süreçte insanların geçimlerini sağlayabilmek için maddi kaynaklara ihtiyaç duyduğu düşünüldüğünde, çalışma eyleminin sürekliliği yadsınamaz bir gerçektir. Çalışma eyleminin büyük oranda kapalı alanlarda gerçekleştirildiği göz önünde bulundurulduğunda, bu kapalı alanların başında gelen ofis mekanlarının pandemi şartlarına göre düzenlenip tasarlanması gerekmektedir. Bu noktada, önceden var olan ancak günümüzde gittikçe yaygınlaşan ve pandemi sürecinde bir çözüm yolu olarak değerlendirilen "uzaktan çalışma modeli" karşımıza çıkmaktadır. Bu model birçok açıdan olumlu yönler barındırır da, insanların çalışma ortamlarında sağlanması gereken fizyolojik şartların sağlanamaması ve sosyalleşme ortamının eksikliği sebebiyle, ofis mekanlarına geri dönüş için yeni çözüm yolları aranmaya başlanmıştır. Bu çalışma kapsamında pandemi sürecinde ofis mekanlarındaki ergonomik tasarım prensiplerinin belirlenmesi ve bu prensiplerin ne şekilde uygulanabileceğinin irdelenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, konuya ilişkin yapılan çalışmalar taranmış, standart ergonomik ofis tasarımlarının mevcut ihtiyaçlarımıza cevap veremediği ve insanların sağlık durumunu ile çalışma kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğu tespit edilmiştir. Çalışma neticesinde ise pandemi sonrası ofis planlamasında, ergonomik koşulların ne derecede sağlanabileceği değerlendirilmiş, özellikle ofis düzeni ve ergonomik mobilya tasarımları noktasında çeşitli önerilere çalışma kapsamında yer verilmiştir.</p>

ERGONOMIC DESIGN RECOMMENDATIONS FOR POST-PANDEMIC OFFICE PLANNING

Keywords	Abstract
COVID-19 Ergonomics Pandemic Remote work Office planning	<p>The "Coronavirus Disease (COVID-19)", which continues to be effective today, has affected our daily life deeply as well as showing its negative effects in many areas. It has been determined that various problems have arisen in many sectors such as the economy, especially health, and it has been observed that there are negative effects on the economic and psychosocial situation of people. Considering that people need financial resources to make a living in this process, the continuity of work is an undeniable fact. Considering that most of the work is carried out in closed areas, the office spaces, which are at the forefront of these closed areas, should be arranged and designed according to the pandemic conditions. At this point, we come across the "remote working model", which existed before but is becoming more and more widespread today and is considered as a solution during the pandemic process. Although this model has positive aspects in many respects, new solutions have begun to be sought for returning to office spaces due to the inability to provide the physiological conditions that should be provided in the working environment of people and the lack of socialization environment. Within the scope of this study, it is aimed to determine the ergonomic design principles in office spaces during the pandemic process and to examine how these principles can be applied. For this purpose, studies on the subject were scanned and it was determined that standard ergonomic Office designs could not meet our current needs and that it was one of the most important factors affecting people's health status and working quality. As a result of the study, it was evaluated to what extent ergonomic conditions could be provided in Office planning after pandemic and various suggestions were included in the study, especially in terms of Office layout and ergonomic furniture designs.</p>
Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi : 12.10.2022	Submission Date : 12.10.2022
Kabul Tarihi : 03.03.2022	Accepted Date : 03.03.2022

* Sorumlu yazar e-posta: yavuzarat@erbakan.edu.tr

1. Giriş

Koronavirüs Hastalığı (COVID-19), 2019 yılının aralık ayında, Çin'in Wuhan kentinden yayıldığı düşünülen ve 11 Mart 2020 tarihinde Dünya Sağlık Örgütü tarafından "salgın" olarak kabul edilerek günümüzde hala etkilerini yoğun şekilde devam ettiren bir hastalıktır (Akca ve Küçüköğlü, 2020). Bu sürecin başından itibaren küresel çapta çeşitli adımlar atılmış, hastalığın yayılması ve bulaşması önlenmek istenmiştir. Ancak alınan bütün önlemlere rağmen, ülkelerin salgına karşı hazır olmaması ve hastalığın hızlı yayılma özelliği göstermesi sebebiyle, hastalık küresel bir pandemi haline dönüşmüştür (VanderWeele vd., 2020). İçerisinde bulunduğumuz bu pandemi süreci sadece tıbbi olarak değil, ekonomik, mesleki ve ahlaki alanda da farklı sonuçlara sebebiyet vermiştir. Başta sağlık olmak üzere, ekonomi gibi birçok farklı sektörde çeşitli sorunlar ortaya çıkmış, insanların psikososyal durumu üzerinde olumsuz etkiler oluşturmuştur.

İçerisinde bulunduğumuz bu süreçte ekonomik faaliyetlerde ki devamlılığının kaçınılmaz olduğu düşünüldüğünde, çalışma eyleminin sürekliliği göz ardı edilememektedir. Çalışma eyleminin büyük oranda kapalı mekanlarda gerçekleştiği ofis yapılarının pandemi şartlarına uygun olarak tasarlanması büyük önem taşımaktadır.

Genel anlamda kapalı çalışma mekanlarından uzak kalınan bu süreçte, uzun süredir hayatımızda olan "uzaktan çalışma modeli" çok daha önemli hale gelmiş ve hastalığın yayılma etkisini azaltan bir çalışma modeli olarak ele alınmıştır. Uzaktan çalışma modeli ile, trafikte geçirilen sürenin azalması, bireylerdeki yorgunluk miktarının düşmesi, ulaşım, yakıt ve yemek masraflarında büyük oranda tasarruf sağlanabilmesi mümkün olabilmektedir (Dockery ve Bawa, 2020). Bu model birçok avantaja sahip olmakla birlikte bazı dezavantajları da beraberinde getirmektedir. İnsanların çalışma ortamlarında sağlanması gereken ergonomik koşulların sağlanamaması, çalışanlar arasındaki etkileşimin verimli bir şekilde kurulamaması, teknik ve teknolojik altyapının yetersiz kalması ile ev işlerinin çalışma verimini düşürmesi başlıca olumsuz yönler olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı zamanda bu modelin bütün iş kollarında verimli bir şekilde kullanılması da mümkün olamamaktadır. Uzaktan çalışma modeli genelde masa başı iş olarak tanımlanan eğitim, finans, sigorta ve gayrimenkul sektörlerinde yaygın bir kullanıma sahip olmakla birlikte, temel üretim odaklı olan gıda, tarım ve inşaat gibi sektörlerde etkin bir şekilde hayata geçirilememektedir.

Pandemi sürecinin başlarında sayılı çözümler arasında gösterilen uzaktan çalışma modeli, yukarıda bahsedilen çeşitli olumsuz yönleri sebebiyle daha fazla sürdürülememekte, bu sebeple

ofis mekanlarına geri dönüş için yeni çözüm yolları aranmaktadır. Bu süreçte ofis mekanlarının ergonomik tasarım kriterleri kısmen geçerliliğini korusa da, birçok açıdan yeni düzenlemelerin yapılması ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

Bu doğrultuda çalışma kapsamında, pandemi sonrası ofis yapılarının mekânsal gereksinimlerine yönelik olarak çeşitli ergonomik tasarım önerilerinin sunulmasının amaçlanmış olup, ofis mekanlarının ergonomik tasarım kriterlerinin belirlenerek, pandemi sonrası ofise dönüş sürecinde bu kriterlerin ne derece ve ne şekilde uygulanabileceğinin incelenmesi hedeflenmiştir.

1.1. Materyal ve Metod

Çalışma kapsamında, bugüne kadar çalışma konusu ile ilgili yayınlanmış makale, kitap, tez, rapor ve bildirilere ulaşılmaya çalışılmış, kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. Bu kaynakların yanı sıra pek çok sayıda görsel kaynağa ulaşılmış ve ürün satışı gerçekleştirilen web sitelerinden faydalanılmıştır. Tarama sonucunda ulaşılan kaynaklar çalışmanın akış sırasına göre, "COVID-19 ve Günlük Yaşama Etkileri, Uzaktan Çalışma Modeli ve Etkileri, Ofisler ve Ofis Mekanlarının Ergonomik Tasarım Kriterleri ile Pandemi Sonrası Ofis Planlamasında Ergonomik Tasarım Önerileri" başlıkları adı altında tasnif edildikten sonra incelenmiş, çalışma kapsamında değerlendirilmeye alınmıştır.

Çalışmanın geneline bakıldığında, ülkemiz ve dünya genelindeki ofis mekanlarının sahip olduğu ergonomik tasarım kriterleri ışığında, içerisinde bulunduğumuz pandemi süreci ve COVID-19 hakkında genel bilgiler verilmiş, sürecin toplum üzerinde bıraktığı izlerden bahsedilerek, özellikle çalışma hayatına olan etkileri incelenmiştir. Bu noktada incelenmeye değer görülen uzaktan çalışma modelinin gerekliliği değerlendirilerek, sahip olduğu avantaj ve dezavantajlar hakkında bilgiler verilmiş, bu modelin sürdürülebilirliği üzerinde fikir yürütülmüştür. Bu doğrultuda ofis mekanlarının ergonomik tasarım kriterleri belirlenerek, pandemi sonrası süreçte ofis planlamasına yönelik olarak ergonomik tasarım önerileri geliştirilmiştir. Yapılan bu incelemeler ve yorumlamalar şekil ve tablolarla desteklenmiş, çalışma sonunda ise genel değerlendirmelere yer verilmiştir.

2. COVID-19 ve Günlük Yaşama Etkileri

COVID-19 pandemisi, bütün ülke ve toplumları etkileyen, ülke sınırlarının kapatılmasına, dolaşım hakkının kesintiye uğramasına ve sosyokültürel iletişim ve etkileşimin büyük ölçüde kısıtlanmasına yol açan bir salgın hastalık olarak karşımıza çıkmakta ve günümüzde etkilerini halen

göstermektedir. Salgın hakkında bilinenler sürekli olarak değişiklik göstermekte, bu hastalığın bulaşma şekli, hasta ve ölüm sayılarındaki artış toplum içerisinde panik, endişe ve korkuya sebep olmaktadır. Hastalığın farklı belirtileri, görüldüğü yaş grupları ve sürekli olarak çeşitlenen yayılım biçimleri göz önünde bulundurulduğunda, bu konu sadece sağlık değil, psikolojik, ekonomik, eğitim, turizm ve tarım gibi birçok başlık altında değerlendirilmesi gereken bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu noktada salgın sebebiyle ortaya çıkan ekonomik faaliyetlerde ki daralmalar, iş ve eğitim hayatındaki değişimler ile salgının yayılmasını engellemek için alınan önlemler, insanların psikolojilerini ve çalışma hayatlarını büyük ölçüde etkilemiştir.

Pandemiler tıbbi bir durum olmasının yanı sıra kişileri ve toplumları farklı alanlarda etkileyen bir sosyal olgu olarak da karşımıza çıkmaktadır. Pandemilerin gün yüzüne çıkardığı tehditler arttıkça, insanlar üzerinde stres ve panik artmakta bu sebeple alışlagelmiş davranışlarda farklılaşmalar görülmektedir. İnsanlar arasındaki etkileşimin azalmasına paralel olarak yalnız kalan bireyin güven duygusu azalma eğilimi göstermekte, bu noktada insanların sağlık durumlarıyla ilgili var olan endişelerinin kullanılarak yanlış ve kötü yönlendirilmesi daha kolay bir hal almaktadır. Dolayısıyla bu dönemde sürecin daha doğru şekilde yönetilebilmesi için, tıbbi olanakların yanı sıra toplumun ruhsal sağlığı göz önünde bulundurularak, düzenli ve planlı psikososyal destek hizmetlerinin varlığına da ihtiyaç duyulmaktadır.

Taylor'a göre (2019), küresel çaptaki salgınlar psikososyal açıdan beş önemli durumu ortaya çıkarmaktadır. İlki, salgının bulaşma riski barındırması ve ölümle sonuçlanma ihtimalinin olması nedeniyle panik durumu oluşması sonucu insanların alışverişe yönelerek, özellikle temizlik ve gıda malzemelerini stoklamaya başlamasıdır. Bir diğeri ise, pandeminin çıkış noktası olarak kabul edilen toplumlara karşı ırkçılık içeren davranış ve tutumların sergilenmesidir. Üçüncü olarak, bireylerdeki sağlık endişesi sonucu sağlık sisteminin gereksiz olarak meşgul edilmesi karşımıza çıkmaktadır. Dördüncüsü ise, zorunlu olarak uygulanan izolasyon durumuna tahammül edemeyen bireylerin yasak ve kısıtlamalara uymama davranışlarıdır. Son olarak ise salgın hakkındaki doğru ve gerçek bilgilerin yanı sıra yanlış ve asılsız bilgilerde büyük ölçüde artışın gözlemlenmesi durumudur (Taylor, 2019).

COVID-19 pandemisi ile birlikte korku ve panik duyguları ile ırkçı davranışlar artış göstermiş, mağazalara yönelme ve yanlış bilginin yaygınlaşması gibi birçok durum meydana gelmiştir. Bu doğrultuda pandemi sonrası dünyanın sağlık, ekonomik, toplumsal ve siyasi açıdan birçok değişime

uğrayacağı ve insanların yaşam biçiminde pek çok köklü değişikliğin meydana geleceği düşüncesi artmış durumdadır (Özatay ve Sak, 2020).

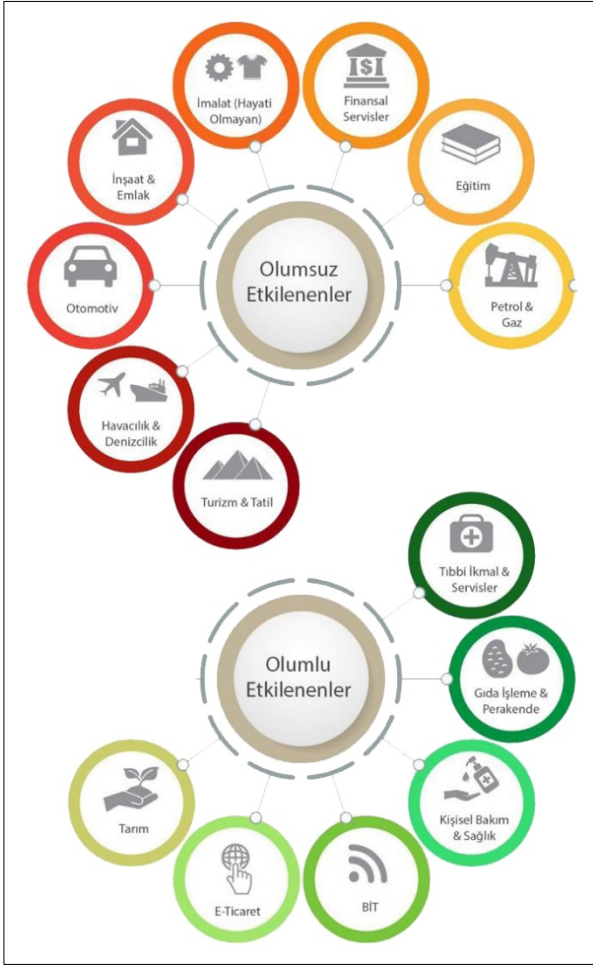
COVID-19 sürecinden olumsuz olarak etkilenen alanlardan ve en önemlilerinden bir diğeri de ekonomi ve çalışma hayatıdır. COVID-19 salgını nedeniyle ülke ekonomilerinin zor zamanlardan geçtiği bir gerçek olup, süreç boyunca bu ekonomilerin ne ölçüde etkileneceği üzerine birçok farklı görüş bildirilmektedir. Tüm dünyayı etkisi altına alan salgın, ülkelerin bütçelerini büyük ölçüde olumsuz olarak etkilemiş ve aynı zamanda küresel ekonomi de maddi zararlara yol açmıştır.

Temel olarak sağlık alanı içerisinde meydana gelen birçok sorunun yanında, ekonomik alanda oluşan bu olumsuz etkilerinde bir süre devam edeceği belirtilmektedir. Özellikle üretimin azalması ile birlikte toplumda meydana gelen tüketim artışı ekonomik verilerde problemler ortaya çıkmaktadır (Baldwin ve Mauro, 2020). Bu doğrultuda pandemi ile mücadele aynı zamanda, ekonomik normalleşmeyi kazanmak için verilen bir çaba olarak değerlendirilmelidir. Yapılan analizlere göre ekonomik sıkıntıların etkilerini azaltmak için, ülke ve hükümetlerin daha ciddi eylemlere geçmesi, daha koordineli hizmetler sunması ve sağlık krizi geçtiği zaman özel sektörden alınacak desteğin artırılması gerekmektedir (Üstün ve Özçiftçi, 2020).

Salgın döneminde, ekonomik olarak çalışma hayatına en büyük etkinin geçim sıkıntısı ve işsizlik olarak yansımaları beklenmektedir. Büyük küçük fark etmeksizin bazı işletmelerin kapatılıp insanların evlerinde kalması sağlanarak virüsün yayılma hızı düşürülmek istendiğinden belirli aralıklarla sokağa çıkma kısıtlaması uygulanması sonucu, düzenli geliri olmayan insanların maddi açıdan zor duruma düştükleri bilinmektedir. Uzmanlar, kamu personellerinin ise bu süreçte ekonomik anlamda çok büyük yara almadıklarını ifade etmektedir. Aynı zamanda, ülkeler ve şehirlerarasındaki seyahat yasakları, ülke sınırlarının kapatılması, ihracat faaliyetlerini yavaşlaması, başta turizm olmak üzere, sağlık, tarım ve inşaat sektörlerinin de sekteye uğramasına, dolayısıyla da ülke ekonomilerinin olumsuz yönde etkilenmesine sebep olmuştur (Üstün ve Özçiftçi, 2020).

Salgın dönemi boyunca bakıldığında, tıbbi malzeme ve medikal sektörü, gıda üreticileri ve perakendeciler, sağlık ve kozmetik ürün üreticileri, e-ticaret ve bilgi iletişim teknolojisi şirketleri ile tarım sektörü, büyük oranda talep artışı ile karşılaşan sektörler olarak karşımıza çıkmaktadır (Akca ve Küçüköğlü, 2020). Bu noktada günlük yaşantının kısıtlanması sebebiyle e-ticaret uygulamalarına olan yönelimin arttığı ve bu durumun kargo faaliyetlerinde yoğunluğa sebep olduğu görülmüştür. Aşağıda verilen şemada,

COVID-19 sürecinde olumlu ve olumsuz yönde etkilenen meslek grupları belirtilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. COVID-19'dan Olumlu ve Olumsuz Etkilenen Sektörler
(TÜBA, 2020)

Pandemi sürecinde insanların alışlagelmiş alışkanlıkları ve temel ihtiyaçları büyük değişikliklere uğramış, bu süreçte online alışveriş büyük ölçüde tercih edilmiştir (Güngörer, 2020). Pandeminin çıkış noktası ve yakın çevresi olan Asya ülkelerinde başlayan üretim aksaklıkları, zaman içinde bütün dünyaya yayılmış, küresel çaptaki tedarik zincirlerini büyük ölçüde olumsuz etkilemiştir. Belli başlı sektörlerde meydana gelen iflas ve iş kayıpları ile ticari faaliyetlerin hayatına devam etmesi büyük ölçüde zorlaşmıştır. Bunun yanı sıra, hizmet sektöründe çalışan kişiler bile işyerlerine gidemeyecek duruma gelmiş, özellikle belirli işkollarında zorunlu olarak ara verilmek durumunda kalmıştır (Üstün ve Özçiftçi, 2020). Bunun üzerine işverenler, çalışanlarına esnek çalışma imkanı sunan "Uzaktan Çalışma Modeli"ni ortaya koymuşlardır. Pandeminin etkisini azalana ve yaşam şartları normal düzeye dönene kadar bu sistemin hayatımızda olması beklenmektedir.

COVID-19 salgınının bireysel ve toplumsal kurumlar üzerindeki etkisine yönelik olarak yapılan değerlendirmelerde, salgının başta sağlık çalışanları olmak üzere, toplumun her kesimindeki birey ve kurumlar üzerinde genel olarak olumsuz bir etki bıraktığı tespit edilmiştir (Güngörer, 2020). Bu noktada özellikle çalışma hayatında gerçekleştirilmekte olan ve bu dönemde etkisinin daha da artması beklenen "uzaktan çalışma modeli", üzerinde durulması ve incelenmesi gereken önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

3. Pandemi Sürecinde Uzaktan Çalışma Modeli ve Etkileri

Evden çalışma, tele-çalışma veya Workingfrom Home gibi isimlerle de anılan uzaktan çalışma modeli, esnek çalışma modelleri arasında yer edinmiş bir modeldir. Esnek çalışma, insan gücünün en iyi şekilde kullanılabilmesini amaçlamış ve değişen koşullar karşısında beklenen taleplere daha verimli bir şekilde karşılık verebilmenin bir yolu olarak ortaya atılmıştır. Dolayısıyla günümüz pandemi şartlarında çalışma hayatında yer alması gereken bir model olduğu kaçınılmaz bir gerçektir. Bu kapsam içerisinde değerlendirilen uzaktan çalışma ise, bilgi ve iletişim teknolojileri ile birlikte merkez çalışma alanından uzak bir şekilde yapılan çalışma biçimi olarak tanımlanmaktadır (Öztürköçlü, 2013). Aslında uzun süredir hayatımızda olan uzaktan çalışma sistemi, COVID-19 salgını ile beraber önemini daha da artırmış ve hastalığın yayılma etkisini azaltan bir çalışma modeli olarak ele alınmıştır. Bu nokta bilgi ve iletişim teknolojilerinin iyi bir şekilde entegre edildiği iş alanlarında uzaktan çalışma modelinin verimliliğinin daha yüksek olduğu ifade edilmektedir (Dockery ve Bawa, 2020). Tüm dünyada ve ülkemizde bazı işletmeler faaliyetlerine ara verirken, bazıları ise uzaktan çalışma modeli ile çalışmalarına devam etmişlerdir. Ülkemizde de özellikle kamu olmak üzere bazı özel sektör alanlarında da uzaktan çalışma modelinin yaygın olarak benimsendiği görülmektedir. Aynı zamanda uzaktan çalışma modeli sosyal mesafe kuralı çerçevesinde toplumun fertlerini koruyan bir model olarak da değerlendirilebilmektedir (Akca ve Küçüköçlü, 2020).

COVID-19 pandemisi, daha önceden var olan uzaktan çalışma modelini ön plana getiren bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. Uzaktan çalışma modeli, birçok avantajla birlikte bazı dezavantajları da beraberinde getirmiştir.

Uzaktan çalışma modeli detaylı olarak incelendiğinde, günümüzde oldukça önemli bir durum olarak karşımıza çıkan sosyal izolasyon durumunun daha rahat bir şekilde sağlanması en önemli avantajlardan biri olarak karşımıza

çıkılmaktadır (Baycık, vd., 2021). Aynı zamanda işyerine gitmek için trafikte geçirilen vaktin azalması ve işyerinde ki boş vakitlerin daha verimli değerlendirilmesiyle çalışan kişinin verimliliğinde artışın sağlanması beklenmektedir. Bu doğrultuda bireyde oluşan yorgunluk düzeyi azalacağından, aile bireyleri ile daha çok vakit geçirebilecek ve daha enerjik olacaktır. İşveren açısından bakıldığında ise, ulaşım, yakıt, yemek ve kırtasiye gibi birçok alandaki giderlerin azalması da uzaktan çalışma modelinin avantajları arasında yer almaktadır (Dockery ve Bawa, 2020). Aynı zamanda bu süreçte çalışan hareketliliğinin azalması ile karbon salınımlarında azalma olduğu tespit edilmiş ve genel olarak çevre üzerinde olumlu etkiler gözlemlenmiştir. Ayrıca kent içindeki hareketliliğin azalması da trafik kazalarında büyük oranda azalma sağlamıştır. Ancak uzaktan çalışma modelinden istenen verimin elde edilebilmesi için iyi bir planlama ile yönetim mekanizmasının varlığı şarttır ve çalışanın potansiyeliyle doğrudan ilgilidir.

Uzaktan çalışma modeli birçok avantaja sahip olsa da bazı olumsuz durumları da beraberinde getirdiği görülmektedir. Uzaktan çalışma modeli ile çalışanlar arasındaki etkileşimin yeterince kurulamaması, artan bilişim teknolojisi masrafları sebebiyle yeterli teknik sistemin her mekanda sağlanamaması ve evde yapılması gereken bazı işlerden dolayı çalışmanın kesintiye uğraması gibi, çalışma verimliliğini düşüren durumlar ortaya çıkabilmektedir. Aynı zamanda, iş ile yaşam arasındaki ayrımın kaybolması, tatilde çalışma, evde geçirilen süreyle paralel olarak artış gösteren ev kazaları ve aile bireyleri arasındaki ilişkilerin olumsuz etkilenmesi gibi bireysel sorunlarında baş gösterdiği tespit edilmiştir (Tuna ve Türkmendağ, 2020) (Şekil 4). Bireyin ihtiyaç duyduğu sosyal ortamlardan uzak kalması, işveren tarafından kontrol amaçlı sürekli olarak rahatsız edilmesi ve internet akışlarının kontrol altında olması bireylerin iş verimliliği üzerinde olumsuz etkiler gösterdiği görülmektedir. Bütün bu olumsuz durumların yanında izin kullanımında yaşanan sıkıntılar ile fazla mesainin kanıtlanması gibi yasal durumlarda da çeşitli sıkıntılarının yaşandığı belirtilmektedir (Baycık, vd., 2021). Aynı zamanda uzaktan çalışma modeli kapsamında, çalışma sürecinde gerekli ergonomik koşulların sağlanamaması, bireyde başta kas ve iskelet sorunları olmak üzere çeşitli sağlık problemlerine yol açmakta ve çalışma verimini düşürmektedir.

Uzaktan çalışma modeli kapsamında ortaya çıkan problemlere bakıldığında, birçokunun halledilebilecek sorunlar olduğu görülmektedir. Aynı zamanda uzaktan çalışma modeli ile elde edilecek olan verimin büyük ölçüde çalışan potansiyeli ile paralel olarak arttığı söylenebilir.

Uzaktan çalışma modelinin birçok avantajlı yanı olsa da bu modelin maalesef her sektörde uygulanması mümkün olamamaktadır. Genel anlamda yüksek vasıflı mesleklerde, yüksek ücretli çalışanları olan eğitim, sigorta, finans ve gayrimenkul gibi sektörler çalışanları ile uzaktan çalışabilme imkanı arasındaki ilişki paralel olarak seyretmektedir. Ancak temel üretim odaklı sektörler olan tarım, gıda, hizmet ve inşaat gibi sektör çalışanlarının uzaktan çalışma potansiyelleri çok daha düşüktür. Bunun haricinde sektör ve kişiye bağlı farklılıkların yanında ülkenin ekonomik şartları da bu konuda büyük etkiye sahiptir. Genel olarak, ülkelerin kalkınma seviyesi ile uzaktan çalışma imkanı arasında doğru bir orantının bulunduğu söylenebilir (Irawanto,2020). Bununla birlikte işyerinde bilgisayar kullanan çalışanlar uzaktan çalışma modelinde sıkıntı çekmemekte, fiziksel mekanlar da bu kullanıcılar için problem teşkil etmemektedir (Saltiel, 2020).

Sektörlerin yanı sıra internet olanağı ve işin özellikleri uzaktan çalışma modeli üzerinde belirleyici olan etkenlerdir. Aynı zamanda, ülkelerin gelişme düzeyi ile paralel olarak, az gelişmiş ülkelerde fiziksel işgücü ile yapılan işlerin fazla olması nedeniyle bireyler sahada çalışmaya zorlanmakta bu sebeple uzaktan çalışma modelinin uygulanmadığı görülmektedir (Akca ve Küçükoğlu, 2020).

COVID-19'un çalışma hayatı üzerindeki etkilerinden biri olarak ön plana çıkan uzaktan çalışma modeli incelendiğinde, başta sağlık problemleri olmak üzere ekonomik adaletsizlik gibi çeşitli sorunların ortaya çıktığı görülmektedir. Uzaktan çalışma modeline ayak uydurabilen sektörler genel anlamda ofis mekanlarında işlerini yürüten meslekler olduğundan, bu sektör çalışanları ekonomik olarak problem yaşamaları da kas ve iskelet problemleri başta olmak üzere çeşitli sağlık problemleri yaşadıkları tespit edilmiştir (Baycık, vd., 2021).

Uzaktan çalışma modeli birçok açıdan olumlu yönler barındırır da, insanların çalışma ortamlarında sağlanması gereken fizyolojik şartların bulunmaması ve sosyalleşme ortamının eksikliği sebebiyle, ofis mekanlarına geri dönüş için yeni çözüm yolları aranmaya başlanmıştır. Çalışma kapsamında bundan sonraki bölümlerde ergonomik ofis tasarım kriterlerinden bahsedilerek, pandemi sonrası ofis planlamasına dair ergonomik tasarım önerileri sunulacaktır.

4. Ofisler ve Ofis Mekanlarının Ergonomik Tasarım Kriterleri

Günümüzde çalışma eyleminin büyük oranda kapalı ortamlarda gerçekleştirildiği göz önünde bulundurulduğunda, bu kapalı ortamların büyük bir bölümünü oluşturan ofislerin tasarımları,

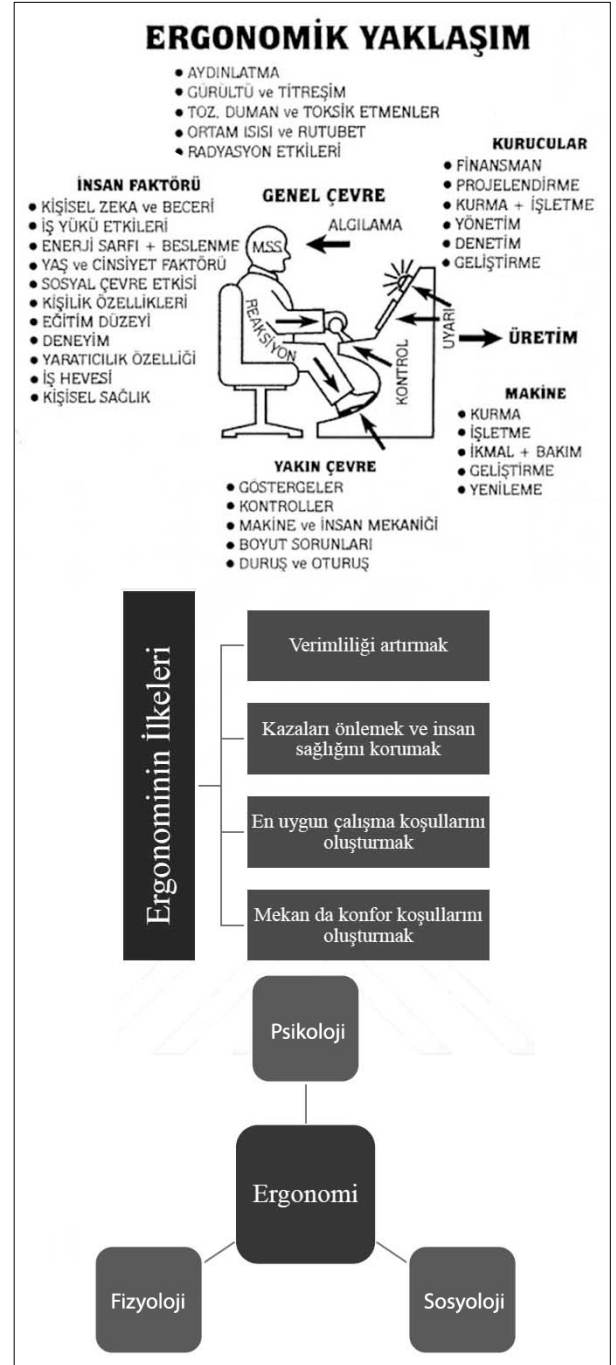
incelenmeye değer bir başlık olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ofisler, belirli işlevlerin gerçekleştirildiği mekanlar olmalarının yanı sıra, sosyal iletişimde yoğun olarak gerçekleştiği ortamlardır. Bu noktada insanlar ile içerisinde buldukları ofis mekanları arasındaki etkileşimde, psikolojik, fizyolojik ve sosyolojik açıdan birçok boyuta sahip olan ergonomi kavramının önemi yadsınmaz bir gerçektir.

Ergonomi, Yunanca "iş" anlamında kullanılan "Ergo" ve doğal düzen anlamını ifade eden "Nomos" kelimelerinin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuş bir kavramdır. Kıracı'ya göre ise ergonomi, insan, teknoloji ve makineleşme arasındaki ilişkiyi, insanın farklı çevre koşullarına karşı bedensel ve psikolojik özelliklerini, yetenek ve eğilimleri ile birlikte sınırlılıklarını inceleyen ve bu doğrultuda makine sistemlerinin ve çalışma şartlarının düzenlenmesini sağlayan bilim dalıdır (Kıracı, 2005). Aynı zamanda insan ve içerisinde bulunduğu çevrenin birbiri ile uyumlu hale getirilmesi olarak tanımlanan ergonomi kavramı (Karıptaş vd., 2019), çalışma hayatı içerisinde ise, insanın işi ile olan uyumluluğunun sağlanması için gerekli olan şartların sağlanması olarak ele alınabilmektedir (Çelik ve Özmen, 2017).

Ergonomi bilimi, insanların çalışırken kullandığı araç ve gereçlerin kullanım biçiminin uygunluğunu sağlamayı da amaç edinmiştir. Yani insanlar çalışırken hem fiziksel anlamda konfor koşulları sağlanmalı, hem de psikolojik olarak kendilerini güvende hissedebilmeleri ön planda tutulmalıdır (Karıptaş vd., 2019).

Bu doğrultuda çalışma alanlarında ergonomik şartların sağlanması halinde kişinin bedensel ve ruhsal sağlığı korunmuş olup bu doğrultuda kişinin çalışma potansiyelinde bir artış olması beklenir. Çalışma hayatı içerisinde verimin artırılabilmesi için ergonomi kavramının doğru bir şekilde anlaşılması ve günümüz başta olmak üzere ileriye dönük düşünce ve planlama sisteminin ön planda tutulması gerekmektedir. Aynı zamanda ergonomi kavramının, fizyoloji başta olmak üzere, psikoloji ve sosyoloji gibi alanlarla da birlikte değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır (Şekil 2).



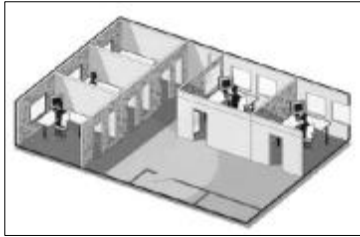
Şekil 2. Ergonomik Yaklaşım
(Web Adresi 1)

Çalışma kapsamında farklı açılardan incelenen ofisler de, başta çalışanların sağlığı göz önünde bulundurulmak kaydıyla, çalışma verimimin sağlanması açısından ergonomi kavramı çerçevesinde değerlendirilmesi gereken mekanların başında gelmektedirler.

Ofisler, insanların bir arada veya bireysel olarak çalışma yaptıkları, farklı ölçeklerde planlanmış mekanlardır. Ofis kavramı, içerisinde birden fazla anlam barındırdığı gibi mimari, sosyolojik ve tasarımsal bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır (Karaoğlu, 2014). Bu doğrultuda ofis kavramı, birçok

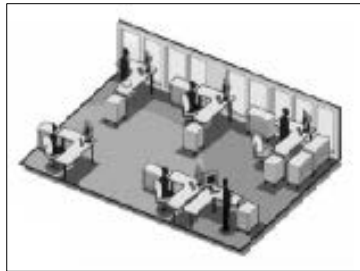
belgenin, görsel materyallerin ve hesapların toplanıp depolandığı, iletip ve dağıtıldığı, bilgiye dayalı işler için özelleştirilmiş mekan olarak tanımlanabilmektedir. Eskiden günümüze kadar ofis yapıları birçok değişim ve gelişim göstermiş, günümüzde bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelerle paralel olarak çok farklı bir yapıya bürünmüştür. Ofislerin mekânsal yerleşimleri incelendiğinde üç ofis tipinin ön plana çıktığı görülmektedir (Karıptaş vd., 2019).

Kapalı Ofisler: Geçmişten günümüze ofis yapıları incelendiğinde, ilk olarak karşımıza çıkan ofis tip kapalı ofis tipidir (Şekil 3). Genelde bir ya da birkaç kişinin çalıştığı bu tip ofislerin mekân kurgusu, bir ana koridor etrafında belirli modül ve standartlara göre irili ufaklı mekanların konumlandırılması şeklindedir (Harris, 1991).



Şekil 3. Kapalı Ofis Düzeni
(Mahir, 2020)

Açık Ofisler: Diğer bir ofis tipide açık ofisler diğer bir adla serbest düzen ofislerdir (Şekil 4). Bu ofis düzenlemesinde mekân kurgusu, merkezi çekirdek etrafında konumlandırılmış mekanlara ulaşım için oluşturulmuş yolların hareketli elemanlarla sınırlandırılmasıyla oluşturulmuştur (Güler, 1997). Bu ofislerde çalışan bireylerin motivasyon problemi yaşadığı, ofis mekanı için gerekli optimum aydınlatma ve ısı düzeyinin genel bir çerçevede sağlanmasından dolayı herkesin tatmin edilemediği görülmüştür. Bu olumsuzluklar sonucunda, çalışma ortamında huzur bozular, gürültü artar, bulaşıcı hastalıkların yayılma riski artış gösterir (Karıptaş vd., 2019). Bu sebeple açık ofis düzenlemesinde birçok unsur göz önünde bulundurularak doğru çözümlerin üretilmesi gerekmektedir.



Şekil 4. Açık Ofis Düzeni
(Mahir, 2021)

Karma Ofisler: Diğer bir ofis tipi olan karma ofis düzeni, kapalı ve açık ofis tiplerinin bir arada

kullanılmasıyla ortaya çıkmış bir oluşumdur (Şekil 5). Bu ofis düzeninin ortaya çıkmasında, özellikle açık ofis düzeninde çalışan kişilerin mekan içerisinde işitsel ve görsel konfor ile mahremiyetin sağlanamaması üzerine dile getirdiği şikayetler ile kapalı ofis düzeninde kısıtlanan haberleşme imkanının rol oynadığı görülmektedir (Güler, 1997). Karma ofis tipi günümüzde gittikçe yaygınlaşan bir kullanım göstermektedir.



Şekil 5. Karma Ofis Düzeni
(Mahir, 2020)

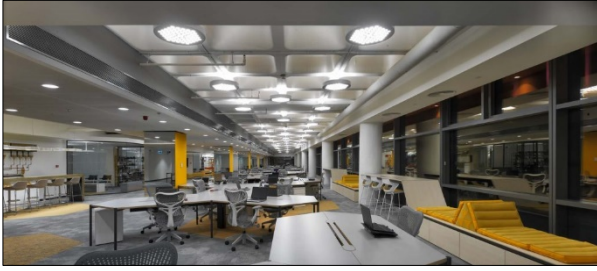
Ofis mekanları üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda çalışan bireylerin performanslarının fiziksel çevreden etkilendiği tespit edilmiş, dolayısıyla iş verimliliğinde artış ve azalışlar saptanmıştır. Bu doğrultuda çalışanlar üzerinde etki gösteren ergonomik tasarım kriterlerinin belirlenmesi ve üzerinde gerekli değerlendirmelerin yapılması büyük önem arz etmektedir (Karıptaş vd., 2019). Bu kriterlerin başlıca olanları aşağıda belirtildiği gibidir.

- Görsel Konfor
- Isısal Konfor
- İşitsel Konfor
- Mobilya ve Donatılar

4.1. Ofis Mekanlarında Aydınlatma

Çalışma alanı içerisinde, çalışanların işlerine odaklanabilmeleri için çalışma alanlarının ışın niteliğine ve çalışan kişinin özelliklerine göre en iyi şekilde aydınlatılması gerekmektedir.

Ofis mekanlarının aydınlatılmasında iki tip aydınlatma türü söz konusudur. Bunlar doğal ve yapay aydınlatmadır. Güneş ışınlarının geliş açısına göre tek veya birkaç yönden alınan doğal ışıkla doğal aydınlatma sağlanabilmektedir. Öncelik olan doğal ışık yeterli olsa bile, gün ışığının olmadığı saatlerde yapay aydınlatmadan yararlanılmaktadır (Güler, 1997) (Şekil 6). Ofis mekanlarında ışık kaynağı ile çalışanların direk temas etmesi olumsuz bir durum oluşturduğundan dolayı ışık kaynağının önüne buzlu cam gibi uygulamalar yapılarak ışığın dolaylı yollardan mekana dağılması sağlanabilmektedir. Aynı zamanda genel anlamda tekdüze bir şekilde aydınlatılan ofis mekanlarında, aydınlatma elemanları arasındaki uzaklığın, çalışma yüzeyi ile tavan arasındaki mesafenin 1.5 katını aşmaması gerekmektedir (Karıptaş vd., 2019). Ve aydınlatma elemanlarının konumu masa düzenine göre uygun bir şekilde ayarlanmalıdır.

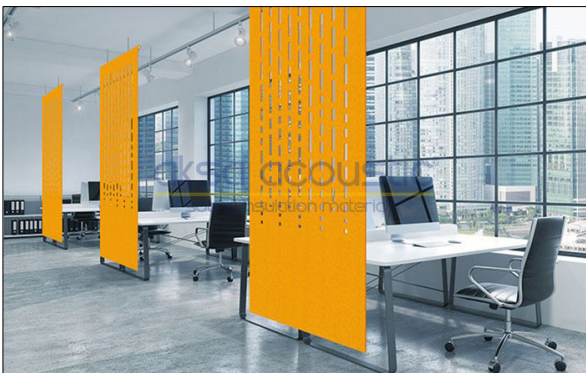


Şekil 6. Açık Ofis Düzeni Aydınlatma Örneği
(Web Adresi 2)

Ofis mekanları için yapılan çalışmalar neticesinde, ışığın çalışan kişinin sol omuz arkasından gelmesinin daha verimli sonuçlar doğurduğu tespit edilmiştir. Yapay aydınlatma ile bu durum daha rahat bir şekilde sağlanabilmesi mümkündür. Homojen bir ışık dengesinin oluşturulması, aynı zamanda çalışanlar üzerinde psikolojik ve fizyolojik açıdan olumlu etkiler yaratmaktadır (Karıptaş vd., 2019). Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte aydınlatma alanında birçok gelişme yaşanmıştır. Bu gelişmelere paralel olarak doğal ve yapay ışık kaynaklarının bir arada kullanılmasıyla ofis mekanları için doğru ve yeterli bir düzeyde aydınlatma sağlanabilmektedir.

4.2. Ofis Mekanlarında İşitsel Konforun Sağlanması

Genel anlamda gürültü ve dengesiz sesler, insanların ruhsal ve bedensel sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Bu noktada ortaya çıkan çalışma alanlarında işitsel konforun sağlanamaması durumu, çalışanların dikkatini dağıtmakta ve konsantrasyon problemi oluşturarak işin verimliliğini azaltmaktadır. İnsanlar için ses düzeyinin 40 Db'den fazla olması, sağlık durumunu bozan ve gürültü kirliliğini doğuran bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu doğrultuda ofis mekanlarında işitsel konforun sağlanması için gürültücü giderici ve engelleyici önlemler alınmalıdır. Bu önlemlere örnek olarak, çeşitli örtü sistemleri aracılığı ile yapılan ses yalıtımları ve ofis mekanı içerisinde ses sönümleme yeteneğine sahip bölücü elemanların kullanılması gösterilebilmektedir (Güler, 1997) (Şekil 7).



Şekil 7. Açık Ofis Düzeninde Akustik Keçe Perde Kullanımı

(Web Adresi 3)

4.3. Ofis Mekanlarında İklimlendirme

Ofis mekanlarında çalışanların verimi üzerinde etkisi olan faktörlerden biride ısısal konforun sağlanmasıdır. İnsanların vücut ısılarında meydana gelen ani değişimler, insanları olumsuz olarak etkilemektedir. Bu nedenle çalışma ortamlarında kendilerini rahat hissedebilecekleri ve alışıktı oldukları ısı seviyesinin sağlanması gerekmektedir. Kıracı'a göre bu seviyeler, oturarak yapılan işlerde 19°C, ayakta yapılan işlerde 17°C ve ağır bedensel işlerde 12°C'dir (Kıracı, 2005).

Ofislerde ısı seviyesi kadar havalandırma düzeyi ve taze hava sirkülasyonu da önem taşımaktadır. Özellikle de çalışan sayısının fazla olduğu ofislerde gerekli hava sirkülasyonunun sağlanması önemli bir nokta olarak karşımıza çıkmaktadır. Ofislerin iyi havalandırılması sonucu mekana alınan temiz hava, çalışanların daha rahat çalışabilmesi ve odaklanabilmesi için zaruri bir ihtiyaçtır. Kıracı'a göre gün içerisinde bir çalışan için gerekli minimum hava miktarı, oturarak yapılan işlerde 12 m³, ayakta yapılan işlerde 15 m³ ve ağır bedensel işlerde 18 m³'dür (Kıracı, 2005). İnsanlar için vücut ısısının belirli bir düzeyde tutulması ve ani değişimler göstermemesi çalışma verimini artıran bir durumdur. Sıcaklığın yanında nem düzeyinin dengede olması da önemli bir nokta olarak karşımıza çıkmaktadır. Doğal yollarla bu şartların karşılanamaması durumunda, klima gibi yapay iklimlendirme sistemleri aracılığı ile ısı, temiz hava ve nem dengesi sağlanabilmektedir (Şekil 8).



Şekil 8. Ofis Mekanlarında Yapay Havalandırma Örneği

(Web Adresi 4)

4.4. Ofis Mekanlarında Mobilya Özellikleri

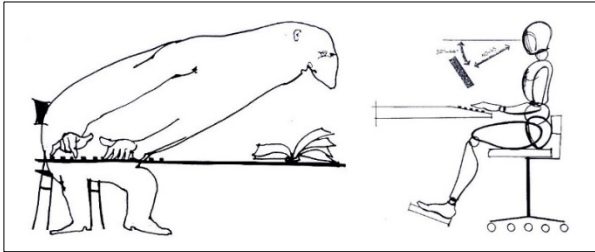
Çalışanlar için ergonomik çalışma ortamlarının tasarımında, aydınlatma, havalandırma, işitsel ve görsel konfor koşullarının sağlanması kadar mekanda yer alan mobilyaların ve yapı elemanlarının ergonomik şartları karşılıyor olması da önemli bir faktördür. Başta kas ve iskelet sorunları olmak üzere çeşitli sağlık sorunlarının yaşanmaması için mekanda yer alan çalışma yüzeylerinin, oturma elemanlarının ve depolama ünitelerinin çalışanların antropometrik özelliklerine göre ayarlanabilir bir şekilde tasarlanması büyük önem arz etmektedir. İnsan vücut ölçüleri, hareket kabiliyeti ve hareket sınırları gibi veriler ofis

mekanlarında yer alan mobilyaların tasarımı için üzerinde değerlendirmeler yapılması gereken verilerdir. Bu tasarımlarda asıl olarak üzerinde durulması gereken nokta, genel anlamda işlerin oturma pozisyonunda yapılmasının yanında ayakta veya başka pozisyonlarda da yapılabilecek işlerin var olduğunun unutulmamasıdır. Dolayısıyla, çalışanın yaptığı iş boyunca motivasyonunun sağlanmasını ve en az performansla en çok verimin elde edilmesini sağlayacak mobilya tasarımlarının yapılması gerekmektedir (Güler, 1997). Ofis mekanlarında mobilya kullanımı sırasında üzerinde durulması gereken noktalar, çalışmanın gerçekleştirildiği çalışma yüzeyi, oturma elemanları ve depolama üniteleridir.

4.4.1. Çalışma Yüzeyi

Ofis mekanlarında yapılan çalışmalar için masa başında yapılan çalışma demek yerinde bir tabirdir. Bu noktada ofis mekanlarında yer alan çalışma yüzeylerinin ergonomik ölçütler doğrultusunda tasarlanması gerekmektedir. Bu doğrultuda;

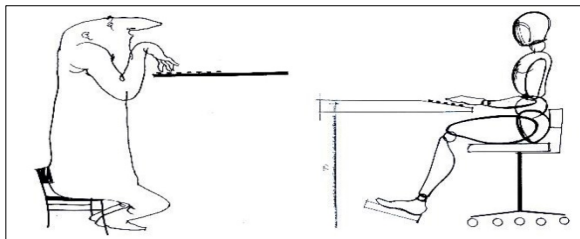
- Genellikle klavye koyulan ve yazı yazılan yüzey aynı görüş açısı içinde kalmalıdır. Bu görüş açısı ortalama bir seviyeye getirilmeli, göz ile bu düzlem arasındaki uzaklık 40-45 cm olmalıdır. Bu koşulların sağlanması sonucunda insan vücudunda özellikle boyun ve sırt bölgesinde meydana gelecek zorlanmalar önlenmiş olmaktadır (Karıptaş vd., 2019) (Şekil 9).



Şekil 9. Ofis Mekanlarında Görüş Açısı

(Karıptaş vd., 2019)

- Çalışma yüzeyinin yüksekliği de insan vücudunun boyutlarıyla uyumlu olmak zorundadır. Bu şekilde omuzlar serbest bırakılmış olur ve kolların istenen düzeyde aşağı sarkması sağlanır. Omuz ve kol arasında istemsiz gerilmeler engellenmiş olur (Şekil 10).



Şekil 10. Çalışma Yüzeyi - Oturma Yüksekliği İlişkisi

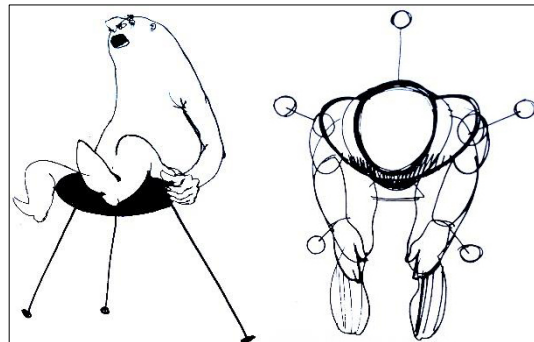
(Karıptaş vd., 2019)

- Çalışma yüzeyi yüksekliği ile oturma yüksekliği arasındaki uyumda çok önemlidir. Çalışma düzeyinin yüksekliği yaklaşık 75 cm olmalı ve oturma ögesinin yüksekliği mümkünse ayarlanabilmelidir. Bu şekilde kişiye göre değişen vücut ölçülerine karşı bir çözüm üretilmiş olur aynı zamanda belkemiği ve omurilik üzerinde meydana gelecek hasarların en aza indirgenmesi sağlanır (Karıptaş vd., 2019).
- Çalışma esnasında masanın daha çok kullanılan bölümleri "aktif yüzeyler" olarak tanımlanmaktadır. Daha sık kullanılan materyaller ön kol mesafesinde yani 25 cm'ye kadar, daha az kullanılan materyaller ise kol mesafesine yani 50 cm'ye kadar konumlandırılmalıdır. En seyrek kullanılan malzemeler ise aktif yüzeyin dışında yer almalıdır. Bu durumun, materyallerin kullanımı esnasında hareket gerektirmesinden kan dolaşımını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda bir çalışma yüzeyinde aktif olarak kullanılan yüzey, bir kol uzunluğu derinliğinde yani 50 cm ve iki kol uzunluğu genişliğinde yani 160 cm olarak belirlenmiştir. Bir çalışma yüzeyi en az bu alan kadar büyük olmalıdır (Babalık, 2007).

4.4.2. Oturma Elemanı

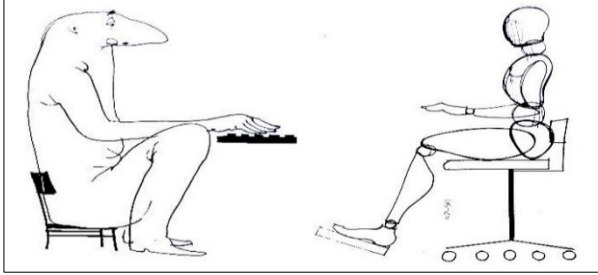
İnsanlar, çalıştıkları yerlerde, evlerinde, çeşitli taşıtlarda ve mümkün olan her fırsatta oturma ihtiyacı hissetmektedirler. Bu sebeple oturma yüzeylerinin tasarımı sırasında işleve uygunluk kriteri ilk olarak göz önünde bulundurulmalı aynı zamanda ekonomiklik, kullanışlılık ve rahatlık gibi kriterlerde sağlanmalıdır.

Ofis mekanlarında oturma elemanlarının genel olarak, eksenini etrafında hareket edebilmesi, yüksekliğinin ayarlanabilmesi, düşmeyi engelleyecek öğelerin bulunması ve devrilmeyi önleme amacıyla hareketli sistemlerde dengeyi en iyi şekilde sağlayacak olan 5 tekerlekli sisteme sahip olması beklenmektedir (Çelik ve Özmen, 2017) (Şekil 11). Bunun yanı sıra, oturma elemanların sahip olması gereken özellikler aşağıda belirtilmiştir.



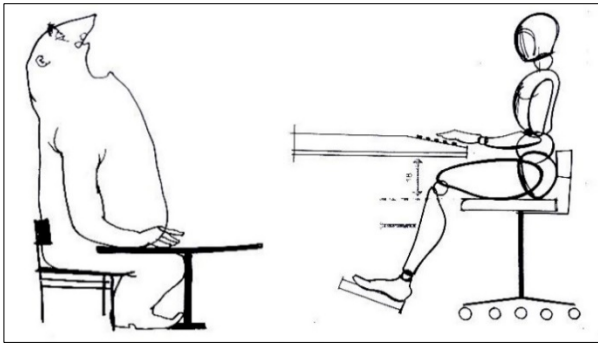
Şekil 11. Beş Tekerlekli Oturma Sistemi
(Karıptaş vd., 2019)

- İlk olarak çalışma esnasında kişinin omurgasına binen yükün azaltılması için dik oturma pozisyonunun sağlanması gerekmektedir. Bu şekilde birçok kas problemlerinin önüne geçilmiş olunur.
- Oturma öğesinin yüksekliği vücut ölçülerine göre ayarlanabilir özellikte olmalıdır (Şekil 12). Bu ayarlama 42 cm ile 50 cm arasında değişmektedir. Yapılan ayarlamalar sayesinde karın ve bacakların birbirine göre olan durumu daha sağlıklı bir hal almaktadır (Karıptaş vd., 2019).



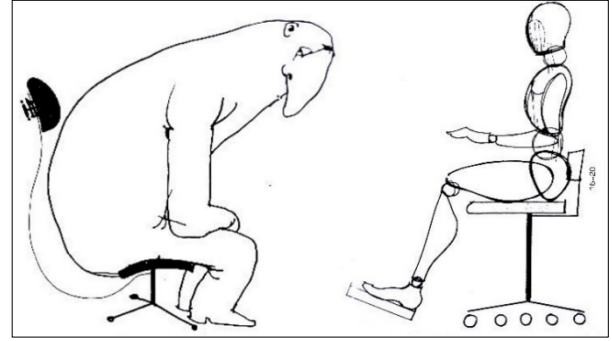
Şekil 12. Ayarlanabilir Oturma Yüksekliği
(Karıptaş vd., 2019)

- Oturma öğesinin derinlik ve genişlik değerleri antropometrik ölçülere göre belirlenmeli, oturarak çalışanlar için derinlik 35-40 cm, genişlik ise 40-43 cm arasında olmalıdır.
- Oturma elemanı ile çalışma düzeyi arasında gerekli boşluğun bırakılarak bacakların serbestçe hareket etmesi sağlanmalıdır (Şekil 13).



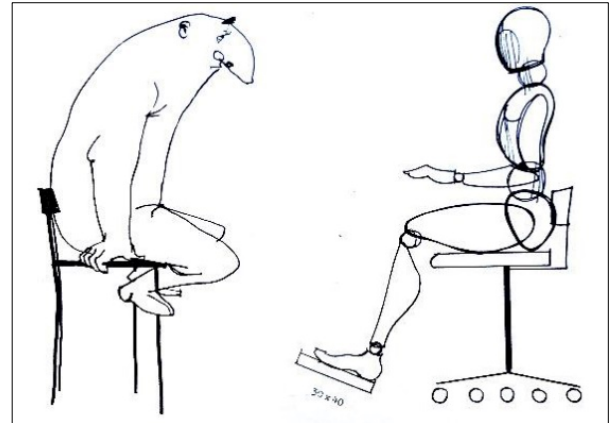
Şekil 13. Oturma Elemanı İle Çalışma Düzeyi Arasında Bırakılması Gereken Boşluk
(Karıptaş vd., 2019)

- Ayarlanabilir özellikte olan oturma elemanının sırt bölümü kuvvetli bir şekilde desteklenmelidir (Şekil 14). Bu destek vücudun üst kısmını taşımak ve dengelemek için harcanacak olan enerji ile vücutta gerçekleşecek olan kas kasılmalarını önlemektedir.



Şekil 14. Oturma Elemanının Sırt Bölümünün Desteklenmesi
(Karıptaş vd., 2019)

- Oturma yüzeyi, düz ve kaygan olmayan, havalandırma özelliği olan yumuşak malzemeden, yaklaşık olarak 40 genişliğinde ve derinliğinde tasarlanmalı, rahat olmalıdır. Yüzey geçişleri keskin hatlara değil, oval formlara sahip olmalıdır, bu sayede konfor düzeyi kolayca sağlanabilmektedir (Karıptaş vd., 2019).
- İnsanın omuz seviyesinde biten sırtlık daha sağlıklıdır. Oturma elemanlarında yer alan sırtlık elemanının, kişinin kürek kemiklerine kadar çıkması gerekmektedir (Çelik ve Özmen, 2017).
- Son olarak, oturma yüzeyi ile sırtlık arasındaki açının 105 derece olması gerektiği saptanmıştır. Aynı zamanda oturma öğelerine alt kol desteği ilave edilmeli ve bunun kolların rahat bir şekilde sarkmasına engel olmaması gerekmektedir (Çelik ve Özmen, 2017) (Şekil 15).



Şekil 15. Oturma Elemanı ile Sırtlık ve Kol Desteği İlişkisi
(Karıptaş vd., 2019)

4.4.3. Depolama Üniteleri

Ofis mekanlarında ilk etapta oturma elemanları ve çalışma yüzeylerinin doğru ve ergonomik bir şekilde tasarlanması ön planda tutulsa da, diğer ofis mobilyalarından olan depolama ünitelerinin de ergonomik kriterler göz önünde bulundurularak tasarlanması gerekmektedir. Bu depolama

ünitelerinin sahip olması gereken bazı özellikler şu şekildedir;

- Depolama ünitelerinde aranan en önemli özelliklerden birisi ulaşılabilir mesafede konumlandırılmasıdır (Şekil 16). Bu noktada insanların antropometrik ölçüleri esas alınmakta, depolama ünitelerinin insanın kol mesafesi ve uzanma mesafeleri baz alınarak konumlandırılması gerekmektedir (Çelik ve Özmen, 2017).



Şekil 16. Çalışma Masası ve Depolama Ünitesi İlişkisi
(Web Adresi 5)

- Diğer bir depolama elemanı olan kesonlar, tekerlekli sisteme sahip olmaları ve farklı boyutlarda üretime elverişli olmaları sebebiyle günümüzde yoğun olarak tercih edilen ürünlerdendir. Bu elemanların masa altına giren çeşitleri olduğu gibi, masa ile aynı seviyede olan çeşitleri de bulunmakta, doğru boyutlarda tasarlanması sonucunda çalışanlar için faydalı bir eleman olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 17).



Şekil 17. Çalışma Masası ve Sabit Keson İlişkisi
(Web Adresi 6)

- Ofis mekanlarında standart dolap tasarımları ile depolama işlevine çözüm bulunabileceği gibi, yerden kazanç sağlayan ve pratik bir kullanıma sahip yeni uygulamalarda mevcuttur. Bunlara örnek olarak ray ve paneller üzerinde hareket eden sistemler verilebilmektedir. Aynı zamanda daha az yer kaplayan ve gerektiğinde asansör sistemi ile açılabilen daha uzun zamanlı depolama amacıyla kullanılan sistemlerde mevcuttur (Çelik ve Özmen, 2017).

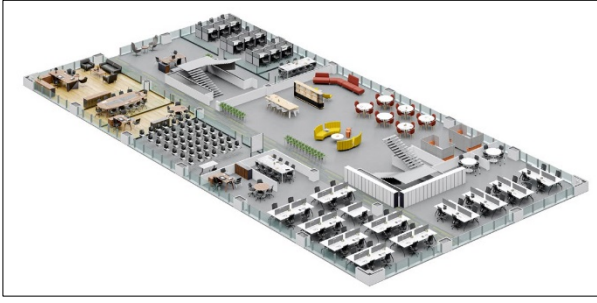
Özellikle belirtilen bu faktörlerin ergonomik prensiplere göre düzenlenmesi sonucu, yapılan işin verimliliği artacak, çalışanın psikolojik ve bedensel sağlığı korunmuş olacaktır. Ancak içerisinde bulunduğumuz pandemi sürecinde, belirtilen ergonomik ofis tasarım kriterlerinin yeniden ele alınması ve gerekli düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Bu doğrultuda çalışmamızın devamında pandemi sonrası ofise dönüş sürecinde, ofis mekanlarının planlanmasına dair ergonomik tasarım önerileri sunulmuştur.

5. Pandemi Sonrası Ofis Planlamasında Ergonomik Tasarım Önerileri

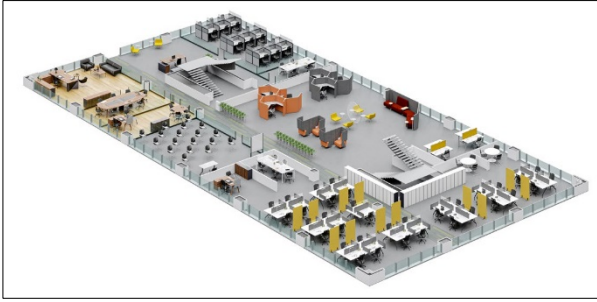
Geçmişten günümüze, gelişen bilgi ve iletişim teknolojilerine paralel olarak, ofis mekanlarında birçok değişim ve gelişim meydana gelmiştir. Ancak içerisinde bulunduğumuz pandemi sürecinde bu değişim, iletişim ve sosyal mesafe gereksinimleri ile birlikte çok daha farklı bir hal almış durumdadır. Bu doğrultuda, şirketlerin gerekli önlemleri alması, çalışanlar arasındaki fiziksel mesafenin düzenlenmesi, üst düzey hijyen olanakları ve insan sağlığının merkezinde olduğu yeni çalışma alanları tasarlanması gerekmektedir. Bu noktada eski ofis düzenlerinin ne derece uygulanabileceği ve yaşadığımız bu sürecin ofis tasarımları üzerindeki etkisi incelenmesi gereken en önemli konular olarak karşımıza çıkmaktadır.

Günümüzde en üst seviyeye ulaşmış durumda olan uzaktan çalışma modeli birçok avantaja sahiptir. Ancak genel anlamda hangi sistemler kullanılırsa kullanılsın, ofis içerisinde kurulan sosyal bağlar ile yüz yüze etkileşim kadar verim elde edilemediği de yadsınamaz bir gerçektir. Bu sebeple mevcut ofis yapılarında gerçekleştirilecek olan değişim ve dönüşüm ile yeni tasarlanacak ofis mekanlarında sosyal etkileşimin kısıtlanmadığı, yüz yüze iletişimin mümkün olduğu tasarımların yapılması büyük önem arz etmektedir (Web Adresi 7).

Yaşadığımız pandemi sürecinden önce ofis mekanlarında yapılan düzenlemelere bakıldığında, aktiviteye bağlı tasarım düzeni, ileri teknolojiyi kullanımı ve çalışanlar arasındaki iletişim güçlü bir şekilde sağlanabilmesi ofis mekanlarının tasarımı üzerinde etkisi olan konulardır. Ancak bu konular genel anlamda mekanın maksimum seviyedeki verimlilikle kullanılması prensibine dayandığından dolayı günümüzde kapalı ofis düzeninin yerini açık ve karma ofis düzenleri almaya başlamıştır (Şekil 18). Mekanın sunduğu bütün imkanların kullanılmak istenmesi, çalışan kişi sayısında artışa ve dolaylı olarak da ofisin kullanım yoğunluğunun artmasına sebep olmaktadır. Bu noktada ortaya çıkan, kişi başına düşen çalışma alanının azalması gibi birçok faktör, günümüz pandemi şartları için özellikle sağlık açısından olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir.



Şekil 18. Pandemi Öncesi Açık Ofis Tasarımı
(Web Adresi 8)



Şekil 19. Pandemi Sonrası Açık Ofis Tasarımı
(Web Adresi 8)

Bu doğrultuda, pandemi sonrası ofis mekanları tasarımında, mekânsal yoğunluğun azaltılarak yeni tasarım önerilerinin geliştirilmesi, ortak kullanılan alanlarda sosyal izolasyon kuralları çerçevesinde gerekli düzenlemelerin yapılması ve hijyen koşullarını iyileştirecek uygulamaların yapılması gerekmektedir. Aynı zamanda bireyler arası iletişimin ön planda tutulması büyük önem taşımaktadır (Şekil 19).

5.1. Pandemi Sonrası Ofis Düzeni

Ofis mekanlarının işbirliğine dayalı olarak faaliyet gösterdiği göz önünde bulundurulduğunda, pandemi sonrası süreçte kişiler arası etkileşimin belirli şartlarda sınırlandırılarak sosyal mesafenin sağlandığı çalışma alanlarının oluşturulması gerekmektedir.

Bu dönemde, mekana olabildiğince masa ve sandalye konumlandırmak yerine, çalışma verimini azaltmayacak şekilde kişiler arası iletişimin ön plana alındığı tasarımların yapılması gerekmektedir. Bunun için, ofis içerisinde esnek planlamalar yapılarak, farklı görevdeki kişilerin birbiri ile iletişim içerisinde olması sağlanabilmekte ve aynı zamanda daha az yoğunluklu mekanlar tasarlanabilmektedir. Bu noktada, ihtiyaçlar dahilinde farklı büyüklükte kapalı ofis düzeninde mobil mekanlar oluşturularak, iş bitiminden sonra bu mekanların farklı düzenler oluşturulmaya imkan sağlayacak şekilde tasarlanması önerilebilir. Yani ofis içerisinde esnek kullanım imkanına sahip, çalışma ve sosyalleşme alanlarının ayrıştırılabildiği mekanlar tasarlamak önemlidir. Bu esnek tasarım olanaklarının, uzaktan çalışma süreci

boyunca kendi çalışma ortamını hazırlayan kişiler üzerinde olumlu etkiler oluşturması beklenmektedir. Bunların yanı sıra, çalışanların konsantre bir şekilde çalışabilecekleri, ofisin teknolojik imkanlarından yararlanabilecekleri ve sosyal mesafeye uygun bireysel çalışma alanların da planlanması gerekmektedir.

Pandemi sonrası ofise dönüş sürecinde, mekan içindeki doğal veya mekanik havalandırma sistemlerinin verimliliği artırılmalı, hijyen istasyonları ile düşük maliyetli ve basit çözümler aranmalıdır (Şekil 20) (Mason, 2021). Bu şekilde bazı kısa vadeli çözümler olduğu gibi, uzun vadeli çözümlerinde düşünülmesi gerekmektedir. Kısa vadede insan sağlığının merkezde olduğu, gerekli hijyen koşullarının sağlandığı, sosyal mesafe ile uyumlu değişikliklerin yapılması kaçınılmazdır. Uzun vadede ise, ofise dönüş süreci içerisinde ofis mobilyalarında yapılması gereken değişiklikler büyük önem arz etmektedir.



Şekil 20. Hijyen İstasyonu Örneği
(Web Adresi 9)

5.2. Pandemi Sonrası Ofis Planlamasında Ergonomik Mobilya Tasarım Önerileri

Pandemi sonrası ofise dönüş sürecinde alınabilecek önlemler doğrultusunda, sağlık koşullarının verimliliğinin sağlanması ile birlikte ergonomik gereksinimlerin de karşılanması büyük önem taşımaktadır. Genel anlamda bakıldığında ofis içerisinde kullanılan mobilyaların düzenli olarak dezenfekte edilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda ofise dönüş süreci içerisinde kısmı de olsa devam edecek olan uzaktan çalışma modeli kapsamında, farklı mekanlara kolayca adapte olabilen, estetik ve işlevsel mobilyaların tasarımı da ergonomik kullanım imkanı sunmaktadır (Şekil 21). Bu doğrultuda, çalışanlar arasındaki sosyal mesafeyi sağlamak adına masalar arasına konumlandırılan bölücü elemanlar sayesinde fiziksel temasın minimuma indirilmesi sağlanabilmektedir. Bu noktada sadece bireysel çalışma alanlarında değil, ortak kullanım alanlarında da fiziksel temasın minimum seviyeye indirecek önlemlerin alınması gerekmektedir. Ofis mekanlarında çalışma alanlarının yanı sıra ortak kullanım alanları da yer almakta, bu alanlarda da gerekli düzenlemelerin yapılması önem taşımaktadır (Web Adresi 13).



Şekil 21. Kişisel Çalışma Masası
(Web Adresi 10)

İlk olarak, bireysel çalışma alanlarında hayata geçirebilecek tasarım önerileri üzerinde durulması gerekmektedir. Genel anlamda ofis mekanları içerisinde yer alan bireysel çalışma alanları, diğer çalışanlar ile etkileşimin ve iletişimin gerçekleşebilmesi için serbest bir şekilde tasarlanmaktadır. Ancak içerisinde bulunduğumuz bu süreç içerisinde, fiziksel temasın azaltılabilmesi için bireysel çalışma alanlarının etrafıyla bağlantısını kesecek şekilde bölücü panel kullanımları önerilmektedir (Şekil 22 ve 23). Bu şekilde öncelik olarak kişinin sağlığı güvene alınırken, diğer bir taraftan odaklanmayı artırarak çalışma veriminin artması sağlanmaktadır. Bireysel çalışma alanlarında sağlık güvencesini ve odaklanmayı sağlamak adına önerilen bu uygulamayı birçok açıdan ele almak mümkündür. Örnek verilecek olursa, çalışma alanının her taraftan sabit panellerle kapatılması yerine, hareketli, aynı zamanda akustik özellik özellik barındıran bölücü perdeler kullanılması daha esnek bir tasarım anlayışı olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 24). Yine aynı şekilde bu bölücü panellere entegre olarak şeffaf panellerin kullanılması ile fizik temas en aza indirilirken, görsel iletişimde herhangi bir kesinti gerçekleşmemektedir (Şekil 25). Farklı bir öneri olarak ta, çeşitli geometrik formlara dönüşebilen, esnek bölücü elemanların kullanıldığı tasarımlar ile kapsül şeklindeki tasarımların kullanımı ile çevresinden izole çalışma alanlarının oluşturulması mümkündür (Şekil 26).



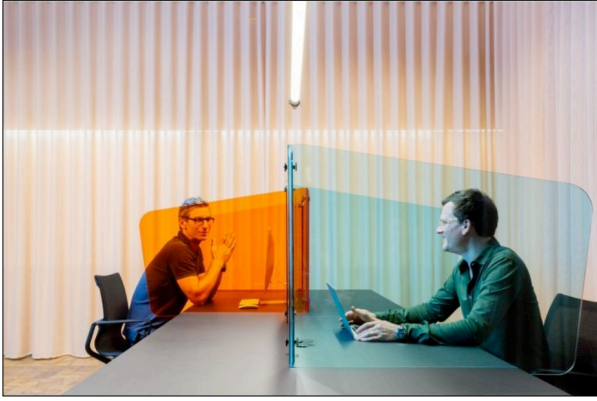
Şekil 22. Çalışma Masalarında Bölücü Panel Kullanımı
(Forino ve Bassanelli, 2021)



Şekil 23. Çalışma Masalarında Bölücü Panel Kullanımı
(Web Adresi 11)



Şekil 24. Çalışma Masalarında Akustik Bölücü Panel Kullanımı
(Web Adresi 12)



Şekil 25. Çalışma Masalarında Şeffaf Bölücü Panel Kullanımı
(Web Adresi 13)



Şekil 26. Kapsül Şeklindeki Tasarım
(Web Adresi 14)

içerisinde yer alan bireysel çalışma alanlarından daha çok dikkat edilmesi gereken alanlardan biride, ortak çalışma alanlarıdır. Örnek verilecek olursa, ofis mekanlarında toplantı organizasyonlarının gerçekleştiği mekanlarda yer alan donatıların yeni bir tasarım anlayışı ile yeniden yorumlanması gerekmektedir. Bu doğrultuda kişi sayısının çok olduğu standart toplantı masaları yerine, kişi sayısının daha az planlandığı, esnek kullanım imkanına sahip, farklı çeşitlerdeki bölücülerle entegreli yeni ofis mobilyalarının kullanımı önerilmektedir.

Ofis mekanlarında yer alan yönetici odaları, özellikle misafir ağırlama nezaketinden dolayı bu süreçte üzerinde düşünülmesi gereken mekanlardan biridir. Farklı birçok kişinin giriş çıkış yaptığı ve birebir görüşmelerin olduğu bu mekanda, yönetici masalarının çeşitli bölücü panellerle birlikte tasarımı önerilmektedir. Bu doğrultuda misafir koltuğunun bulunduğu köşeye entegre edilecek bir bölücü sayesinde fiziksel temasın minimuma indirilmesi mümkündür (Şekil 27). Bu bölücünün şeffaf özellikte düşünülmesi ise görsel iletişimin kesilmemesi hususunda önem arz etmektedir.



Şekil 27. Yönetici Masası Önerisi
(Web Adresi 15)

Ofis mekanlarında çalışma alanlarının yanı sıra, çalışanların veya misafirlerin kullanımı için çeşitli sosyal alanların planlanması gerekmektedir. İçerisinde bulunduğumuz bu süreçte özellikle toplu kullanım alanlarında gerekli önlemlerin alınması, yeni önerilerin getirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda genel bekleme alanlarında, oturma birimlerinin sosyal mesafeye uygun olarak konumlandırılması ve bu alanların ayırımı sağlayan bölücü panel kullanımı önerilebilmektedir (Şekil 28). Aynı şekilde modüler yapısı sayesinde, farklı kombinasyonlar halinde kullanım imkanı sunan, bölücü panellerin entegre edilmesiyle kullanıcılar arasındaki fiziksel teması minimuma indiren donatıların kullanımı da düşünülebilmektedir (Şekil 29).



Şekil 28. Bekleme Alanı Donatı Önerisi
(Web Adresi 16)



Şekil 29. Bekleme Alanı Donatı Önerisi
(Forino ve Bassanelli, 2021)

İçerisinde bulunduğumuz pandemi sürecinde, mekansal düzenlemeler ve mobilya bazındaki değişikliklerin yanında, pandemi sonrası süreçte ofis mekanlarına entegre edilebilecek birçok farklı sistem bulunmaktadır. Günümüzde de kullanılan ancak ekonomik sebeplerle fazla yaygınlaşamayan akıllı ofis sistemleri, içerisinde barındırdığı sensörler sayesinde birçok açıdan fayda sağlamaktadır. Pandemi sürecine yönelik olarak, kalabalık ofis mekanlarında insanları kontrol etmek, sosyal mesafeyi korumaya yardımcı olmak, kendi sifonunu çeken tuvaletler ile hijyeni sağlamak gibi insanların temas noktalarını azaltan ve bazı temizlik işlerini belirli otomasyonlara bağlayan teknolojilerin yaygınlaşması gerekmektedir. Aynı zamanda gerekli hava sirkülasyonunun ve optimum iklim şartlarının sağlanması gibi pandemi sürecinde büyük önem sahip işlevlerin gerçekleştirilmesinde bu otomasyon sistemlerinin önemi çok büyüktür.

6. Değerlendirme ve Sonuç

İçerisinde bulunduğumuz pandemi süreci birçok açıdan hayatımızı olumsuz etkilemiş ve çeşitli alanlarda farklı çözümlerin üretilmesini zorunlu hale getirmiştir. Pandemi sürecinin olumsuz etkileri birçok farklı sektör üzerinde etkisini göstermiş olsa da özellikle ekonomi ve buna bağlı olarak çalışma hayatı üzerinde bu etkilerin yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Bu doğrultuda çalışma kapsamında, en çok kullanılan çalışma alanlarından biri olan ofis mekanlarının, başta ergonomik tasarım kriterleri olmak üzere pandemi öncesi ve sonrası dönemler olmak üzere çeşitli başlıklar altında değerlendirilmesi uygun görülmüştür.

Bu doğrultuda ofis mekanlarında, gerekli aydınlatma koşullarının sağlanması, yeterli hava sirkülasyonunu gerçekleştirebilecek doğal ya da yapay havalandırma sistemlerinin kullanılması ve rahatsız edici seslerin engellenerek işitsel konforun sağlanması gibi ergonomik şartların sağlanması büyük önem arz etmektedir. Ancak içerisinde bulunduğumuz süreçte bu kriterlerin yeterli gelmediği ve bazı önlemlerin

gerekliliği tespit edilmiş, çalışma kapsamında bu doğrultuda çeşitli ergonomik tasarım önerilerine yer verilmiştir.

Pandemi sonrası ofise dönüş sürecinde adaptasyonun artırılması için farklı mekanlara kolay adapte olabilen, estetik ve işlevsel mobilyaların tasarımı ergonomik kullanım imkanı sunmaktadır. Bu doğrultuda öncelikle bireysel çalışma alanlarında sosyal mesafeyi sağlamak adına masalar arasında konumlandırılan çeşitli bölücü paneller ile fiziksel temasın minimum seviyeye indirilmesi önerilmektedir. Bu noktada sadece bireysel çalışma alanlarında değil, ortak kullanılan çalışma ve sosyalleşme alanlarında da benzer öneriler sunulmaktadır. Aynı zamanda özellikle yönetici odalarında gerçekleştirilen misafir ağırlama nezaketi için geliştirilen önerilerin uygulanması sağlık açısından önemlidir. Ofis mekanlarında çalışma alanlarının yanı sıra ortak kullanım alanları da yer almakta, bu alanlarda da öneriler doğrultusunda gerekli düzenlemelerin yapılması büyük önem taşımaktadır.

Çalışma alanlarında gerçekleştirilen ergonomik tasarımların, çalışma verimini artırması ve çalışan psikolojisini olumlu yönde etkilenmesi beklenmektedir. Aynı zamanda geliştirilen öneriler ve ek olarak alınacak tedbirler ile bu sürecin en az hasarla atlatılması, normal hayata dönüş için gerekli olan şartların daha rahat ve daha erken sağlanması öngörülmektedir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

- Akca, M. Ve Küçükkoğlu M.T. (2020). COVID-19 Ve İş Yaşamına Etkileri, *Uluslararası Yönetim Eğitim ve Ekonomik Perspektifler Dergisi*, 8(1), 71-81.
- Babalık F.C. (2007). *Mühendisler için Ergonomi İşbilim*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Baldwin, R. ve Weder di Mauro, B. (2020). *Economics in the Time of COVID-19*, CEPR Press, London, UK.
- Baycık, G., Doğa, S., Yangın, D., Yay, O. (2021). COVID 19 Pandemisinde Uzaktan Çalışma: Tespit ve Öneriler, *Ekonomi ve Hukuk Dergisi*, 3, 1683-1727.
- Çelik, C. ve Özmen, Z. (2017). Ofis İçin Kullanılan Büro Mobilyalarının Tasarımında Ergonominin Önemi, *Uluslararası Mühendislik Araştırmaları Sempozyumu*, Düzce.

- Dockery, M. Ve Bawa, S. (2020). Workingfrom Home in the COVID-19 Lockdown, *Bankwest Curtin Economics Centre Research Brief COVID-19*, 1-5.
- Forino, I. ve Bassanelli, M. (2021). From the Office to the Post-Pandemic Worksphere, *The Architecture &Interior Design International Magazine*, July, 25-32.
- Güler, Ç. (1997). Ergonomiye Giriş, *Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı*, Ankara.
- Güngörer, F. (2020). COVID-19'un Toplumsal Kurumlara Etkisi, *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Salgın Hastalıklar Özel Sayısı*, 393-428.
- Harris, C. M. (1991). *Handbook of Noise and Acoustical Measurement*, Mc Graw Hill, New York, USA.
- Irawanto, D. W. (2020). Unexpected and Habit Driven: Perspectives of Workingfrom Home Duringt he Covid-19 Pandemic, *Asia Pacific Management and Business Application*, 8(3), 165-168.
- Karaoğlu, Ö. (2014). Mobil Mekânların İç Mekân Organizasyonu Ve Örneklerle Mobil Ofis Tasarımlarının Analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü*, Ankara.
- Karataş, Z. (2020). COVID-1 Pandemisinin Toplumsal Etkileri, Değişim ve Güçlenme, *Türkiye Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 3-15.
- Karıptaş, F.S., Yararel, B. Ve Ünver, B. (2019). Ofis Mekanlarının Ergonomik Tasarımının Çalışanlar Üzerindeki Etkileri, *18. Ulusal Ergonomi Kongresi*, 15-24, Gaziantep.
- Kıraç, Y. (2005). Büro Yönetiminde Ergonomi ve Ergonominin Verimliliğe Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Mason, L. (2021). Possible Futures of the Workplace: How Has the Covid-19 Pandemic Amplified the Need for a Change Towards an Evidence-Based, Human-Centred Approach to Office Design?, *BA Interior Design*, January.
- Mahir, S. (2021). Yeni Nesil Ofis Mekânlarında Çevresel Psikoloji Bileşenleri İle Mekânsal Beklenti İlişkisi: Kuşaklar Üzerinden Bir Değerlendirme, Yüksek Lisans Tezi, *Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gebze.
- Özatay, F. Ve Sak, G. (2020). COVID-19'un Ekonomik Sonuçlarını Yönetebilmek İçin Ne Yapılabilir?, *Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı*, 1-8.
- Öztürkoğlu, Y. (2013). Tüm Yönleriyle Esnek Çalışma Modelleri, *Beykoz Akademi Dergisi*, 1(1), 109-129.
- Saltiel, F. (2020). Who Can Workfromhome in Developing Countries. *Covid Economics*, 7, 104-118.
- Taylor, S. (2019). *The psychology of pandemics: Preparing for the next global outbreak of infectious disease*, Cambridge Scholars Publishing, Newcastle, UK.
- Tuna A., Türkmendağ, Z. (2020). Covid-19 Pandemi Döneminde Uzaktan Çalışma Uygulamaları ve Çalışma Motivasyonunu Etkileyen Faktörler, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 12(3), 3246-3260.
- TÜBA. (2020). COVID-19 Pandemi Değerlendirme Raporu, *Türkiye Bilimler Akademisi*, Nisan.
- Üstün, Ç. ve Özçiftçi, S. (2020). COVID-19 Pandemisinin Sosyal Yaşam ve Etik Düzlem Üzerine Etkileri: Bir Değerlendirme Çalışması, *Anadolu Kliniği Tıp Bilimleri Dergisi*, 25(1), 142-153.
- VanderWeele, T.J., Chen, Y., Long, K., Kim, E.S., Trudel-Fitzgerald, C. ve Kubzansky, L.D. (2020). Positive Epidemiology?, *Epidemiology*, 31(2), 189-192.
- Web Adresi 1, Erişim adresi: <https://insapedia.com/ergonomi-nedir/>. Erişim Tarihi: 8 Haziran 2021.
- Web Adresi 2, Erişim adresi: <https://www.arkitera.com/proje/yemeksepeti-park/>. Erişim tarihi: 8 Haziran 2021.
- Web Adresi 3, Erişim adresi: <https://www.aksaakustikpanel.com/akustik-kece-perde/>. Erişim tarihi: 9 Haziran 2021.
- Web Adresi 4, Erişim adresi: <https://www.saltmuhendislik.com/hizmetlerimiz/havalandirma-sistemleri/>. Erişim tarihi: 9 Haziran 2021.
- Web Adresi 5, Erişim adresi: <http://www.kirmiziofis.com/urun/220-yoneticisi-takimlari-10.html>. Erişim tarihi: 9 Haziran 2021.
- Web Adresi 6, Erişim adresi: <https://www.vivense.com/simple-kesonlu-etejer-tablali-masa-160-160-modeli.html>. Erişim tarihi: 9 Haziran 2021.
- Web Adresi 7, Erişim adresi: <https://osomimarlik.com/ofis-planlamasi-ve-koronavirus/>. Erişim tarihi: 3 Ekim 2021.
- Web Adresi 8, Erişim adresi: <https://docplayer.biz.tr/189591727-After-pandemic-returning-to-workspaces-pandemi-sonrasi-calisma-alanlarina-donus-sayi-1-issue-1-pandemi-sonrasi-calisma-alanlarina-donus.html>. Erişim Adresi: 11 Ekim 2021.

Web Adresi 9, Erişim adresi:
<https://officesnapshots.com/articles/26-return-to-workplace-solutions-for-the-post-covid-office/>. Erişim Tarihi: 11 Aralık 2021.

Web Adresi 10, Erişim adresi:
<https://www.stylus.com/adaptable-furniture-for-the-postcovid-office>. Erişim tarihi: 11 Aralık 2021.

Web Adresi 11, Erişim adresi:
https://www.archiproducts.com/en/products/eterno-ivica/sound-absorbing-freestanding-fabric-office-screen-phonolook-space_466353.
Erişim tarihi: 11 Aralık 2021.

Web Adresi 12, Erişim adresi:
https://www.archiproducts.com/en/products/usm/sound-absorbing-polyester-office-screen-usm-privacy-panels_268518. Erişim tarihi: 11 Aralık 2021.

Web Adresi 13, Erişim adresi: <https://kinzo-berlin.de/en/work/disco/>. Erişim tarihi: 11 Aralık 2021.

Web Adresi 14, Erişim adresi:
<https://mradwan.net/portfolio/qworkntine/>.
Erişim tarihi: 11 Aralık 2021.

Web Adresi 15, Erişim adresi:
<https://www.steelcase.com/products/height-adjustable-desks/steelcase-flex-height-adjustable-desk/>. Erişim tarihi: 2 Aralık 2021)

Web Adresi 16, Erişim Adresi:
<https://www.stylus.com/adaptable-furniture-for-the-postcovid-office>. Erişim tarihi: 21 Aralık 2021.

TEKRARLI MANUEL İŞLERDE FİZYOLOJİK ZORLANMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNLENMESİ

Nuh Mete AKIN¹, Ferdi AYDIN², Betül YILDIZ³, Tülin GÜNDÜZ⁴, Besim Türker ÖZALP^{5*}

¹ Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

ORCID No: <http://orcid.org/0000-0002-5898-7712>

² Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

ORCID No: <http://orcid.org/0000-0002-3607-6141>

³ Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

ORCID No: <http://orcid.org/0000-0001-5974-722X>

⁴ Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

ORCID No: <http://orcid.org/0000-0002-7134-3997>

⁵ Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

ORCID No: <http://orcid.org/0000-0003-0307-1026>

Anahtar Kelimeler	Öz
REBA analizi Biyomekanik analiz CATIA V5 Tekrarlı manuel işler Kauçuk hortum imalatı	<i>Kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları, meslek hastalıklarının büyük bölümünü oluşturur. Bu hastalıklar çoğunlukla tekrarlı manuel iş yapma esnasında çalışanın yanlış beden duruşundan ve çalışma ortamının ergonomik olmamasından kaynaklanmaktadır. Kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları çalışanların yaşam kalitesinin düşmesine, işletmelerde nitelikli iş gücünün kaybına ve işlerin aksamasına neden olmaktadır. Bu proje kapsamında otomotiv yan sanayisi için kauçuk hortum üreten bir fabrikada vulkanizasyon ve maça imalat bölümleri REBA (Rapid Entire Body Assessment) Analizi ile incelenmiştir. Potansiyel yanlış beden duruşları tespit edilerek REBA Analizi puanları hesaplanmıştır. Mevcut çalışma koşulları, çalışanın beden duruşu CATIA V5 programı ile modellenmiştir. Çalışanların hazırlanan dijital modeli üzerinden biyomekanik analizi yapılmıştır. Olumsuz koşulları ortadan kaldırmak ve çalışanlarda ilerleyen yıllarda kas ve iskelet sistemi hastalıkları meydana getirebilecek yanlış beden duruşlarını giderilmek için yeni çalışma ortamı dizayn edilmiştir. Çalışanların iyileştirilen modeller üzerinde REBA Analizi ve CATIA V5 Programı üzerinden biyomekanik analizi yapılmış, iyileştirme sonuçları değerlendirilmiştir.</i>

ASSESSMENT AND PREVENTION OF PHYSIOLOGICAL STRAINS IN REPETITIVE MANUAL TASKS

Keywords	Abstract
REBA analysis Biomechanical analysis CATIA V5 Manual repetitive tasks Rubber hose manufacturing	<i>Musculoskeletal disorders constitute the majority of occupational diseases. These diseases are mostly caused by the poor body posture of the employee during repetitive manual tasks and the non-ergonomic working environment. Musculoskeletal disorders cause a decrease in the quality of life of employees, loss of qualified workforce in enterprises and disruption of work. Within the scope of this project, the vulcanization and core manufacturing sections of a factory producing rubber hoses for the automotive supply industry were examined with REBA (Rapid Entire Body Assessment) Analysis. Potential incorrect body postures were identified and REBA Analysis scores were calculated. Body posture of the employee and current working conditions were modeled with the CATIA V5 program. Biomechanical analysis was performed on the digital model of the employees. A new working environment has been designed in order to eliminate the negative conditions and to eliminate the poor body postures that may cause musculoskeletal diseases in the employees in the coming years. REBA and biomechanical analysis of the employees were realized on the improved models and the improvement results were evaluated.</i>

Araştırma Makalesi

Research Article

Başvuru Tarihi : 14.12.2022

Submission Date : 14.12.2022

Kabul Tarihi : 05.04.2022

Accepted Date : 05.04.2022

* Sorumlu yazar e-posta: tozalp@uludag.edu.tr

1. Giriş

Kas iskelet sistemi rahatsızlıkları (KİSR) çalışanlarda, çalışma yoğunluğuna bağlı olarak kaslarda, sinirlerde, tendonlarda, kıkırdakta, bağlarda, birleşme noktalarında ve omurga disklerinde meydana gelen rahatsızlıklardır. Kas iskelet sistemi rahatsızlıkları, işe bağlı oluşan meslek hastalıklarının %50'sini oluşturmaktadır (Cabeças, 2006). Mesleki kas iskelet sistemi hastalıkları olarak isimlendirilen bu rahatsızlıklar işyerinde çalışma esnasında meydana gelen uygunsuz vücut duruşları, eklem ve disklere gelen fazla yükten doğan zorlanma, kullanılan aletlerin veya çalışılan ortamın ergonomik açıdan yetersiz olmasından meydana gelmektedir.

İşyerinde, çalışanların iş yapma esnasında başlarına gelebilecek riskleri önlemek işverenin yükümlülüğüdür. Uzun vadede ortaya çıkan kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları, çalışanların ilerleyen yıllarda çalışma performansının düşmesine, günlük aktivitelerinin aksamasına ve uzun yıllar sürebilecek sağlık sorunlarına neden olur (Babalık, 2016). İşveren açısından tecrübeli iş gücünün kaybı, üretim hatlarında meydana gelebilecek aksamalar, çalışanın hastane masrafı ve tazminatı büyük bir maliyettir. Bir vardiyada 2 saatten fazla süre ile özellikle beli bükerek veya eğilerek çalışmak ya da ayaklara destek vermeden oturmak gibi uygun olmayan çalışma pozisyonlarında, iskelet-kas sistemi zorlanır (Akay vd., 2003). İmalat sanayiinde uygun olmayan çalışma pozisyonları postür açısından incelendiğinde, REBA analizi kullanılarak çalışma koşulları iyileştirilebilmektedir (Atıcı vd., 2015; Sağiroğlu vd., 2015; Koç ve Testik, 2016; Mert, 2014; Ulutaş ve Gündüz, 2017). Özellikle postür analizi içeren ergonomik analiz yöntemleri, CATIA programında da uygulanabilir (Gökçe ve Gökçe, 2013). İmalat sanayiinde farklı sektörlerde yapılan işlere yönelik, öncelikle uygun olan postür analizi ile ergonomik risk analizi yapıp, ardından iş yerinin CATIA ile modellenmesi yapılarak çalışana en uygun olabilecek çalışma şekli belirlenir (Kushwaha ve Kane, 2016). Ayrıca literatürde farklı insan modelleme programları da ergonomik iş istasyonu çalışmaları için kullanılmaktadır (Polasek vd., 2015). Bu çalışmalara ilave olarak imalatta hem postür analizi (REBA ya da RULA) yöntemi hem de CATIA digital insan modelleme aracı birlikte kullanılabilir. (Şahin vd., 2017; Erdemir ve Eldem, 2020; Top, 2019; Top vd., 2021; Kumar ve Singh, 2018; Eldem vd., 2019; Golabchi vd., 2018; Gonen vd., 2016; Eldem vd., 2017; Liang vd., 2016).

Biyomekanik analiz, genel gözlem yöntemlerine ek olarak, dış maruziyet verilerinin bir fonksiyonu olarak insan vücudu eklemleri üzerindeki yükleri ve momentleri tahmin ederek, ergonomik risklerin daha detaylı ve objektif değerlendirmesinde

kullanılabilir (Chaffin vd., 2006). Biyomekanik analiz, manuel bir görevi yerine getirmenin farklı yöntemlerini karşılaştırmak ve işyeriyle beraber operasyon tasarımı için en güvenli olanı seçmek için özellikle yararlı olabilir (Antwi-Afari vd., 2017). Bu tip analizlerin gerçekleştirilmesinde kolaylık sağlayan ve insan modellemesine imkan veren yazılım platformları (3DSSPP, OpenSim, CATIA vb.), arzu edilen postürün elde edilmesi için bir manikinin 3D modellemesini, eklemlerin arasındaki açıların girilmesi ile sağlarlar (Demirel vd., 2021).

Bu çalışma kapsamında otomotiv yan sanayisi için kauçuk hortum üreten bir işletmede, hortum üretiminde kullanılan yoğun emek gerektiren işlerden olan vulkanizasyon ve metal maça imalat işlemleri incelenmiştir. Bu işlerden kaynaklı olarak kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarına sebep olabilecek çalışma duruşları tespit edilmiştir. Çalışanların çalışma anında sahip olduğu bu duruşların vücut açıları AutoCAD programı ile tespit edilmiştir. Çalışma ortamı, çalışanların duruşları ve iyileştirilmiş çalışma ortamı CATIA V5 programı üzerinde modellenerek REBA ve biyomekanik analizler gerçekleştirilmiştir. İyileştirilen model ve mevcut durum karşılaştırılması yapılmıştır.

2. Yöntem

Bu bölümde kauçuk hortum üreten bir işletmede gerçekleştirilen vulkanizasyon ve maça imalat işlemlerinde çalışanların sahip olduğu vücut duruşlarının analizi için kullanılan yöntem ve yapılan işi ergonomik hale getirmek için işi iyileştirme araçları sunulmuştur.

Çalışma yapılan işletmedeki üretim sisteminin yapısı şu şekildedir: Fabrikada üretilen kauçuk hortumların üretim süreci ekstrüzyon hattı ile başlamaktadır. Kimya laboratuvarında ihtiyaca göre üretilen değişik türde kauçuk hamurları (EPDM, NR, NBR vb.) ekstrüzyon hatlarına gelir. Ekstrüzyon makinesinde ihtiyaç duyulan genişlikte üretilen hortumlar örgü makinesinde aramid veya polyester iplikler ile örülür. Örgü işlemi bittikten sonra ikinci defa ekstrüzyon hattına girerek çift katlı hortumlara dönüşür. Ekstrüzyon hattı sonunda elde edilen hortumlar kesme bölümüne gönderilerek ihtiyaç duyulan uzunlukta hortumlar elde etme amacıyla kesme işlemi gerçekleştirilir. Kesme bölümünde uzunluk, hortum çapı, hamur türü gibi kriterlere göre sınıflandırılan hortumlar vulkanizasyon alanına gönderilir. Maça imalat ofisinde hortum üretimi için gerekli olan kalıplar üretilir. Teknik resimler aracılığıyla metal parçalar ısıtılıp bükme, kaynak, torna gibi işlemlerden geçerek imal edilir ve vulkanizasyon alanına gönderilir. Vulkanizasyon alanında daha önceden hazırlanmış maçalara ve kesme bölümünden gelen hortumlara yağ sürüldükten sonra hortumlar kas gücüyle

mengeneyle sabitlenmiş maçalara geçirilir. Bu işlem gerçekleştirildikten sonra hortum geçirilmiş maçalar otoklav makinelerine partiler halinde gönderilir. Otoklav makinelerinden çıkan maçalar tekrar aynı çalışanların tezgahlarına getirilir ve hortumlar sıcak maçalardan kas gücüyle ayrılır. Ayrılan hortumlar kasalara koyulur ve yağlarından arındırılmak üzere yıkama alanına gönderilir. Yıkama alanında vulkanizasyon alanından gelen yağlı hortumlar yıkama makinelerine konularak temizleme işlemi başlatılır. Yıkanan hortumlar yine kasalara konarak montaj alanına sevk edilir. Montaj alanında, üretim alanından gelen hortumlara müşteri istek ve ihtiyaçlarına göre civata takma, kesme, susturucu takma, enjeksiyon makinesinde üretilen plastik parçaların takılması gibi işlemler burada uygulanır. Ürün çeşitliliğinin fazla olması ve her hortum için ihtiyaç duyulmaması sebebiyle yapılan işlemler değişiklik gösterir. Lojistik alanında montaj alanında belli aksamaları takılmış ve kalite kontrolden geçmiş kauçuk hortumlar bu alana getirilir. Sevkiyat yapılmadan önce ürünün doğruluğu ve adetleri hesaplanarak kolileme işlemleri yapılır. Doldurulmuş koliler paletlere konularak sevkiyata hazır hale getirilir.

İşletmedeki kauçuk hortum üretiminde kullanılan işlem ve süreçlerde çalışanlar, işi gerçekleştirme sırasında yanlış duruşlara sahiptir. Uygun ve doğru olmayan vücut duruşlarının sürekli tekrar edilmesi işçilerin zorlanmasına ve kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının (KİSR) ortaya çıkmasına neden olmaktadır. İş güvenliği uzmanları ve iş yeri hekimlerinden alınan bilgilere göre, en fazla vulkanizasyon ve maça imalat bölümlerinde çalışanlarda bu rahatsızlıklara rastlandığından dolayı, bu alanlarda iyileştirme yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırma ve Yayın Etik Kurulu Başkanlığı'ndan 27.10.2021 tarih ve E-92662996-044-32376 sayı numarası ile etik kurul onayı alınmıştır. Çalışmanın yapıldığı İbraş Kauçuk Otomotiv Yan San. ve Tic. A.Ş.'den 08.12.2021 tarihinde izin alınmıştır.

2.1 Ergonomik Risk Analizleri

Ergonomi alanında, işin çalışana uyumu temel prensiptir. İlk olarak F.W. Taylor tarafından 18. Yüzyılın sonlarına doğru başlayan ergonomi çalışmaları günümüzde işlerde verimliliği ve çalışanın iş standartlarını yükseltmek için hız kazanmıştır. Yapılan çalışmada, ergonomik risk analiz yöntemleri içinde imalat sanayiinde incelenen işlere uygun olan yöntemler seçilmiştir.

2.1.1 REBA Analizi

Literatürde en çok tercih edilen yöntemlerden biri olan REBA Analizi (Rapid Entire Body Assessment) Hignett ve McAtamney (2000) tarafından geliştirilmiştir. Çalışanın işini yapma esnasında sergilediği vücut duruşunun tamamını değerlendiren bir yöntemdir. REBA; çalışanın işleri yaptığı esnada boyun, gövde, alt ve üst uzuvların pozisyonuna ve mevcut içindeki yüklenmelere göre 1 ile 15 arasında puanlandıran bir yöntemdir. REBA skoru belirlenirken öncelikle vücut kısımları, A ve B grubu olarak ikiye ayrılır. A grubu gövde boyun ve bacadan oluşur. B grubu üst kol, alt kol ve bilekten oluşur. A grubu puanını bulmak için gövde, boyun ve bacadan duruş puanları hesaplanır ve A Tablosundan değeri tespit edilir. (Ek-1.a) Bulunan değere duruş esnasında olan yük ve kuvvetlerin puanı eklenerek puan A hesaplanır. B grubu puanını bulmak için üst kol, alt kol ve bilek duruş puanı hesaplanır. Bulunan değerlerin B Tablosundan değeri bulunur. (Ek-1.b) Bulunan bu değere tutma faktörü puanı da eklenerek Puan B hesaplanır. A ve B değerlerine göre C Tablosundan C Duruş (Ek-1.c) Puanı hesaplanır. Bu değere aktivite puanı eklenerek REBA Puanı hesaplanır. REBA Analizi sonuçlarının risk tablosu Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. REBA Analizi Sonuç Tablosu

Derece	REBA Skoru	Risk Seviyesi	Önlem
0	1	İhmal Edilebilir	Gerekli değil
1	2-3	Düşük	Gerekli olabilir
2	4-7	Orta	Gerekli
3	8-10	Yüksek	Kısa zaman içinde gerekli
4	11-15	Çok yüksek	Hemen gerekli

2.2 Bilgisayar Destekli Ergonomi

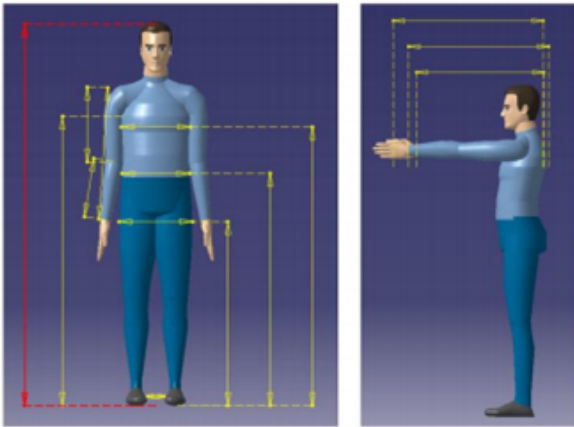
Bilgisayar destekli ergonomi, insan vücudu ve çevresi arasındaki etkileşim ile ilgili karışık ergonomik problemleri çözmek için bilgisayarları kullanan bir mühendislik disiplini. İnsan vücudu karışık bir yapıya sahip olduğundan, bu tür karışık problemleri çözmek ve en iyi ergonomik çözümü bulmak için bilgisayarlar kullanılır.

Günümüzde bilgisayar destekli tasarım ile bilgisayar ortamında insan modelleme ve antropometrik verileri kullanma olanağı gelişmiş ve bunlarla

birlikte ergonomik olarak yeni tasarımlar yapılmaya başlanmıştır. Bazı CAD sistemleri, örneğin CATIA gibi insan hareketlerini simülasyonunu yaparak hareketlerin analizini yapar. CATIA programının ergonomi modülünde bulunan Ergonomics Design and Analysis modülü ile çalışanların duruş pozisyonları, hareketlerinin belirlenmesi ve çalışma esnasında oluşabilecek sorunlu bölgelerin saptanmasında kullanılır. Hareketlerin analizi için RULA (Rapid Upper Limb Assessment) ve Biyomekanik Hareket Analizi modülleri kullanılır (Hasdemir, 2013).

2.2.1. Dijital İnsan Modelleme

Dijital insan modelleme (Digital Human Modelling – DHM) kullanımı, ürün tasarım sürecini kısaltırken, ürünün kullanımı sırasında oluşabilecek duruş bozukluğu, eklem ağrıları gibi rahatsızlıkların engellenmesine yardımcı olur. DHM tabanlı ürün tasarımında antropometri, tasarım sürecinin ilk aşamasında dikkate alınması gereken en önemli hususlardan biridir (Şahin, vd. 2017). Tasarlanan ürünün kullanım senaryosu oluşturularak kullanıcı kitlesi belirlenmeli ve bu kullanıcı kitlesinin antropometrik ölçüleri belirlenerek ergonomik analizleri yapılmalıdır. Dijital insan modelleri ile ergonomik analiz süreçlerinde birçok yazılım kullanılmaktadır. Kullanılan yazılımlardan biri ise bu çalışmada da uygulaması gerçekleştirilen CATIA V5 programıdır. Program içerisinde kullanılan dijital insan modelinin görüntüsü Şekil 1’de gösterilmiştir.

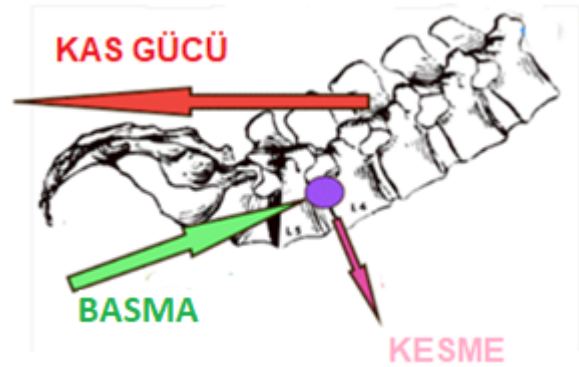


Şekil 1. Dijital İnsan Modeli

2.2.2. Biyomekanik Hareket Analizi

Biyomekanik hareket analizi çalışanların çalışma anındaki duruşlarından dolayı omurgalarında meydana gelen yük ve kuvvetlerin belirlenmesinde kullanılır (Rahman, 2014). Analizin sonucunda çalışanın L4-L5 omurları arasındaki disk üzerinde oluşan yükler belirlenir ve bu yükler yüzünden

çalışanda oluşabilecek kas iskelet sistemi rahatsızlıkları daha gerçekleşmeden önlem alınma imkânı bulunur. Şekil 2’de L4-L5 intervertebral diskine gelen iki farklı kuvvet yönü gösterilmektedir. Bunlar basma (compression) ve kesme (joint shear) kuvvetleridir. CATIA V5 Biyomekanik Analiz Modülü üzerinden L4-L5 üzerindeki basma (compression) ve kesme (joint shear) kuvvetleri oluşturulan dijital model üzerinden bulunabilmektedir. Basma kuvveti için CATIA V5 programı NIOSH tarafından 1981 yılında yapılan ve 1991 yılında revize edilen çalışmayı kabul etmektedir (Waters vd., 1993). NIOSH’a göre L4-L5 diskine gelen basma değeri çalışma ortamında 3433 N’u aşmamalıdır. Bu değer “Action Limit” olarak gösterilir. Bu sınırın aşılması idari veya mühendislik kontrolünü gerektirir. Çalışan popülasyonunda kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarında büyük artışa sebep olacak sınır değer olarak ise 6376 N olarak tespit edilmiş ve bu değer “Maximum Permissible Limit” olarak ifade edilmiştir. L4-L5 üzerindeki kesme kuvveti (joint shear force) Waterloo Üniversitesinde yapılan çalışmaya göre 500 N’u geçmemelidir (McGill vd., 1998). Bu değer “Action Limit” olarak gösterilir. Bir çalışanın sağlığı bozulmadan en fazla görebileceği değer ise 1000 N olarak tespit edilmiş ve bu değer de “Maximum Permissible Limit” olarak ifade edilmiştir.



Şekil 2. Diskteki Basma ve Kesme Kuvvetleri

3. Bulgular

Otomotiv sektörüne yönelik kauçuk hortum imalatı yapılan işletmede, çalışanların fizyolojik açıdan en çok yoruldukları bölümler belirlenmiştir. Bunlar vulkanizasyon bölümü ve demir maça imalat bölümüdür. Bu bölümlerde çalışanların yaptıkları işler video kaydına alınmıştır. Videolardan elde edilen fotoğraflarla çalışanların sahip olduğu en kötü beden duruşları tespit edilmiştir. AutoCAD programı ile çalışanların beden açıları belirlenmiştir. Maça imalat ve vulkanizasyon bölümünde REBA Analizi uygulanmıştır. Daha önce bulunan açılar, belirlenen yöntemlerin standart formlarından hangi aralıklarda olduğu tespit edilmiş ve puanlandırılmıştır.

3.1. REBA Analizinin Standart Tablolar ile Uygulanması

Bu bölümde belirlenen iki pilot bölgede çalışanların yaptıkları işler REBA analizi ile incelenmiştir. Hignett ve McAtamney (2000) tarafından geliştirilen REBA analiz tabloları maça imalat bölümü ve vulkanizasyon bölümünde kullanılmıştır.

3.1.1 Maça İmalat Bölümü

Kauçuk hortumu için gerekli olan kalıpların üretildiği yerdir. Burada vulkanizasyon bölümüne gönderilecek metal maçalar; plastik şekil verme (bükme, germe), tornalama ve kaynak gibi yöntemlerle üretilir. Üretilen maçalar vulkanizasyon bölümüne gönderilmeden önce çapaklarından arındırılması için maçalara taşlama işlemi yapılır. Çalışanın işlemi gerçekleştirdiği masanın yüksekliğinin yetersiz olması ve işlemin hassasiyet gerektiren bir iş olmasından dolayı çalışan fazlaca eğilmektedir. Şekil 3'de maça imalat bölümünde taşlama işlemi yapan çalışanın fotoğrafı ve tespit edilmiş beden açıları gösterilmektedir. Çalışanın boyun açısının fazla yüksek olması ergonomik açıdan risk teşkil etmektedir.



Şekil 3. Maça İmalat Bölümünde Çalışanın Vücut Duruşu

Maça imalat bölümünde yapılmış REBA analizi sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Bu çalışanın belirlenmiş beden açılarına göre REBA analizi standartlarına göre boyun açısı 3 puan, gövde açısı 3 puan, bacak duruşu 1 puan olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre A tablosundan 5 değeri elde edilmiştir. Bulunan puana 2 puan taşınan yük değeri eklenerek A duruş Puanı 7 olarak bulunmuştur. Üst kol 1 puan, alt kol 1 puan ve bilek pozisyonu 2 puan olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre B tablosundan 2 puan elde edilmiştir. Tutma faktörü ideal olduğu için 0 puan verilmiştir. B duruş puanı 2 olarak tespit edilmiştir.

Bulunan A ve B duruş puanları C tablosunda 7 olarak bulunmuştur. Çalışanın yaptığı işin aktivite puanı 2 olarak tespit edilmiştir. Bu değerlere göre REBA Analizi sonucu 9 olarak hesaplanmıştır. 9 puan yapılan işin yüksek riskli bir iş olduğunu göstermektedir. Bu çalışan ilerleyen yıllarda kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları yaşama ihtimali vardır. Bu sebeplerden dolayı çalışanın uygunsuz çalışma duruşunu düzelterek önlemler alınmalıdır.

Tablo 2. Maça İmalat Bölümünde Çalışanın REBA Analizi Sonucu

Boyun puanı	3	Üst kol puanı	1	A Skoru	7
Gövde puanı	3	Alt kol puanı	1	B Skoru	2
Bacak puanı	1	Bilek puanı	2	C Skoru	7
Taşınan yük/kuvvet	2	Tutma faktörü	0	Aktivite yoğunluğu	2
REBA Skoru					9

3.1.2. Vulkanizasyon

Kauçuk hortumların maçalara geçirilerek şekil verildiği yerdir. Muhtelif boyutlarda üretilmiş kauçuk hortumlar, mengeneyle sabitlenmiş maçalara kol ve kas gücüyle geçirilir. Maçalara geçirilmiş kauçuk hortumlar otoklav makinesine gönderilir. Otoklavdan çıkan sıcak kauçuk hortumlar tekrar çalışanların tezgâhlarına getirilir. Kas ve kol gücüyle sıcak kauçuk hortumlar maçalardan ayrılma işlemi gerçekleştirilir.

Çalışanın maçalara kauçuk hortum geçirme işlemini gerçekleştirdiği anda bacaklardan güç alması ve bacaklarının hareketinden dolayı bu işlemde REBA analizi uygulanmıştır. Çalışanın işlemi gerçekleştirdiği sırada mengenenin konumunun çalışanın daha fazla eğilerek yanlış duruşta kuvvet uygulamasına neden olmaktadır. Çalışanın sahip olduğu bu yanlış beden duruşu ilerleyen yıllarda kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olma ihtimaline sahiptir.

Şekil 4'te vulkanizasyon bölümünde sıcak maçalardan kauçuk hortum ayırma işlemi yapan çalışanın fotoğrafı ve tespit edilmiş beden açıları gösterilmektedir. Çalışanın bel, boyun ve bilek açısının fazla yüksek olması ve bu beden konumunda fazla kuvvet uygulanması ergonomik açıdan risk teşkil etmektedir.



Şekil 4. Vulkanizasyon Bölümünde Çalışanın Vücut Duruşu

Vulkanizasyon bölümünde yapılmış REBA analizi sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Bu çalışanın belirlenmiş beden açılarına göre REBA analizi standartlarına göre boyun açısı 2 puan, gövde açısı 4 puan, bacak duruşu 2 puan olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre A tablosundan 6 değeri elde edilmiştir. Bulunan puana 3 puan taşınan yük değeri eklenerek A duruş Puanı 9 olarak bulunmuştur. Üst kol 3 puan, alt kol 1 puan ve bilek pozisyonu 3 puan olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre B tablosundan 5 puan elde edilmiştir. Tutma faktöründe elin duruşu kabul edilemez fakat tutuş mümkün olduğu için 2 puan verilmiştir. B duruş puanı 7 olarak tespit edilmiştir.

Bulunan A ve B duruş puanları C tablosunda 11 olarak bulunmuştur. Çalışanın yaptığı işin aktivite puanı 1 olarak tespit edilmiştir. REBA Analizi sonucu 12 olarak hesaplanmıştır ve yapılan işin çok yüksek riskli bir iş olduğunu göstermektedir. Bu çalışan ilerleyen yıllarda kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları yaşama olasılığı yüksektir. Bu sebeplerden dolayı çalışanın uygunsuz çalışma duruşunu düzeltecek önlemler acilen alınmalıdır.

Tablo 3. Vulkanizasyon Bölümünde Çalışanın REBA Analizi

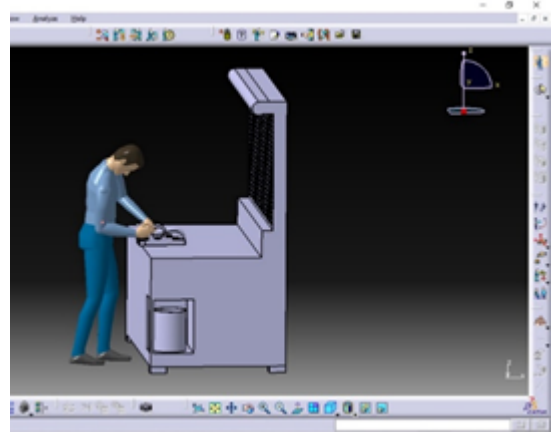
Boyun puanı	3	Üst kol puanı	3	A Skoru	10
Gövde puanı	4	Alt kol puanı	1	B Skoru	6
Bacak puanı	2	Bilek puanı	2	C Skoru	11
Taşınan yük/kuvvet	3	Tutma faktörü	2	Aktivite yoğunluğu	1
				REBA Skoru	12

3.2. CATIA V5 Ergonomi Modülü

Belirlenmiş pilot bölgelerde çalışanların beden duruşları ve çalışma ortamları CATIA V5 üzerinden dijital olarak modellenmiştir. Dijital insan modeli üzerinde çalışanların L4-L5 bel omurları arasındaki diske gelen basma kuvveti CATIA V5'in biyomekanik analizi üzerinden bulunmuştur.

3.2.1. Maça İmalat Bölümü- Dijital Modeli

Maça imalat kısmında maçalardaki çapakları temizlemek için taşlama işlemi yapan çalışanın dijital modeli Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Maça İmalat Bölümünde Çalışanın Dijital İnsan Modeli

3.2.2. Vulkanizasyon Bölümü- Dijital Modeli

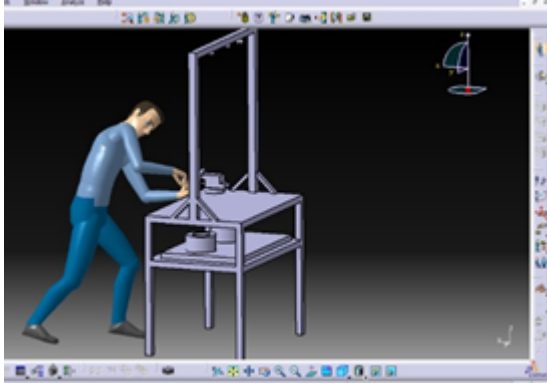
Vulkanizasyon bölümünde sıcak maçalardan kauçuk hortum ayırma işlemini gerçekleştiren çalışanın dijital insan modeli Şekil 6'da gösterilmiştir.

Şekil 7'de görülen AL (Action limit) risk, tehlike kontrolü yaklaşımını ifade eder. Omurlara gelmesi gereken baskının sınır değeri 3433 N'dur. CATIA V5 üzerinden yapılan analize göre L4-L5 basma kuvveti 4113 N bulunmuştur.

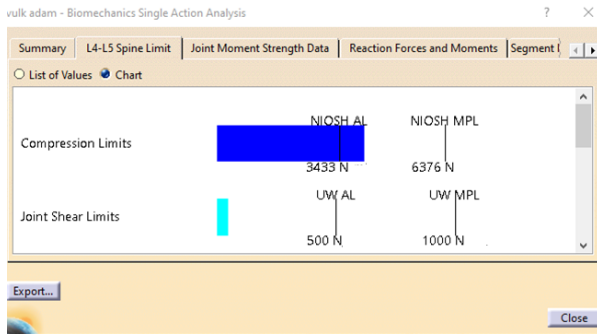
Bu durum omurgaya binen yükün sınır değeri aştığı bu yüzden bu durumun sakatlanmalara yol açabileceği görülmüştür. Bu durum yönetim veya mühendislik kontrolü olmadan kabul edilemez.

4. Geliştirilen İyileştirilmiş Modeller

İş görenin işini daha rahat ve sağlıklı bir şekilde yapabilmesi için gereken önlemler ve iyileştirmeler işverence yapılmalıdır. Otomotiv sektörü için kauçuk hortum üreten işletmenin Vulkanizasyon ve maça imalat bölümlerinde gözlemlenen sorunlar için bir iyileştirme yapılmak istenmiştir. İş gücünün verimli ve sağlıklı bir şekilde çalışmasının yöntemlerinin bilinmesi ve uygulanması gerekir, böylece çalışanın en üst performansta çalışması sağlanır.



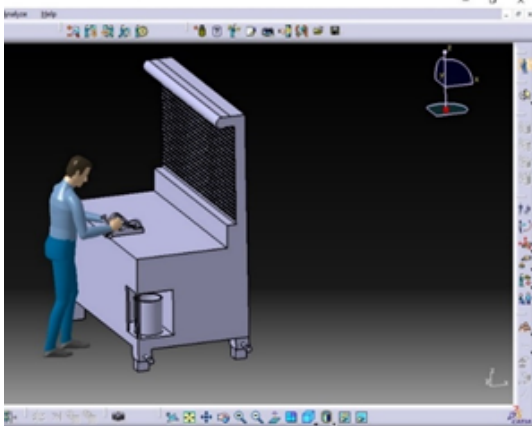
Şekil 6. Vulkanizasyon Bölümünde Çalışanın Dijital İnsan Modeli



Şekil 7. Vulkanizasyon Bölümünde Çalışanın Biyomekanik Analiz Sonuçları

4.1. Maça İmalat Bölümü Geliştirilen İyileştirme Modeli

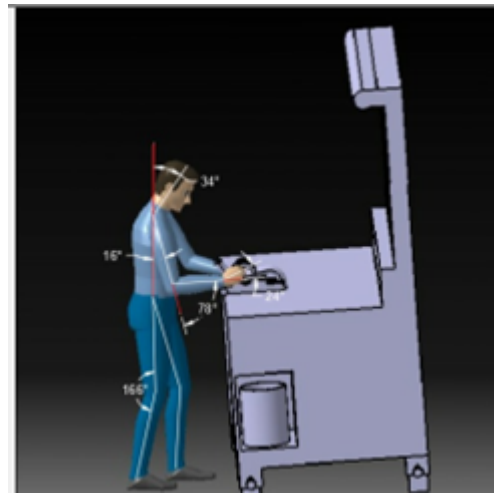
Maça imalat bölümünde maça taşlama işlemini gerçekleştiren çalışanın uygunsuz duruşu sonucunda vücudunda oluşan olumsuz etkileri gidermek ve sağlıklı bir çalışma ortamı sağlamak için mevcut masa, yüksekliği ayarlanabilen masayla değiştirilmiştir. Mevcut çalışan için 86 cm olan masa yüksekliği 15 cm artırılarak 101 cm olarak ayarlanmıştır. Şekil 8'de görüldüğü üzere yeni masa tasarımı ile çalışanın gövde ve boynundaki zorlanmalar azaltılmıştır.



Şekil 8. Maça İmalat Bölümünde İyileştirilmiş Model

4.1.1 Maça İmalat Bölümünde İyileştirilmiş Model REBA Analizi Sonuçları

Maça imalat bölümünde çalışanın dijital modelinin vücut açıları Şekil 9'da ve bu modelin REBA Analizi sonuçları Tablo 4'te verilmiştir. Geliştirilen yeni sistem ile duruş analizi sonucunda çeşitli vücut bölgelerine etkiyen kuvvetlerin normal düzeye indiği görülmektedir. Geliştirilmiş modelde REBA skoru 5 olarak bulunmuştur. Önerilen sistemin insan sağlığı açısından uygun olduğu anlaşılmaktadır. Gövde, bacak, boyun, üst kol ve alt kolda zorlanma olmadığı görülmektedir. Mevcut durumda 3 olan boyun puanı geliştirilen model ile 2 puana düşmüştür. Aynı şekilde 3 olan gövde puanı 1 puana, 2 olan alt kol puanı 1 puana inmiştir. A grubu puanı (boyun, gövde, bacak ve taşınan yük) 7 puandan 3 puana indirilmiştir. B grubu (üst kol, alt kol, bilek ve tutma faktörü) 2 puan olarak bulunmuştur.



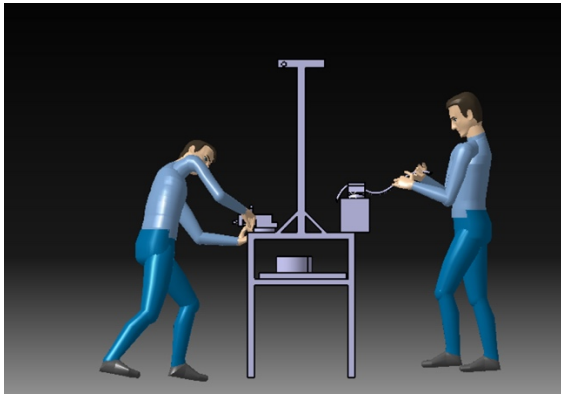
Şekil 9. Maça İmalat Bölümünde İyileştirilen Modelin Vücut Açıları

Tablo 4. Maça İmalat Bölümünde Çalışanın REBA Analizi Sonucu

Boyun puanı	2	Üst kol puanı	1	A Skoru	3
Gövde puanı	1	Alt kol puanı	1	B Skoru	2
Bacak puanı	1	Bilek puanı	2	C Skoru	3
Taşınan yük/kuvvet	2	Tutma faktörü	0	Aktivite yoğunluğu	2
				REBA Skoru	5

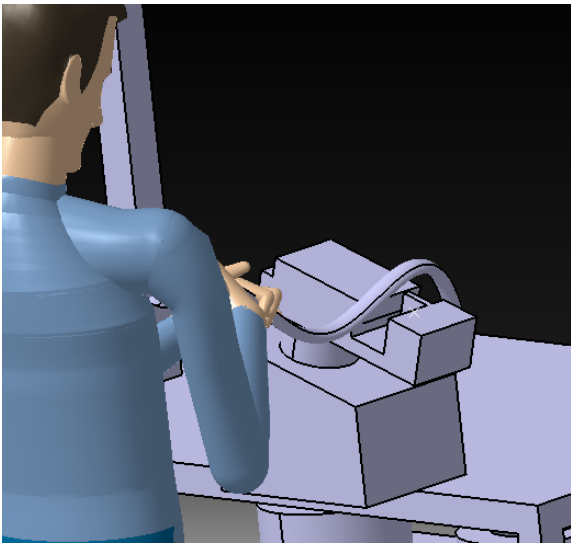
4.2. Vulkanizasyon Bölümü İyileştirilmiş Model

Mevcut durumda çalışan, daha iyi bir tutuş ve çekme kuvveti elde edebilmek için mengene doğru fasla eğilmektedir. Geliştirilen modelde mengenenin yerden yüksekliği ve eğimi çalışan tarafından kendine göre ayarlanabilmektedir. Çalışanın daha iyi bir tutuş elde edebilmek için eğilme gereksinimi bu sayede ortadan kaldırılmıştır. Geliştirilen mengene tasarımı ile çalışanın gövde, bilek, üst kol duruşları ve tutma faktörü iyileştirilmiştir. İncelenen çalışmada mevcut durumda ve önerilen iyileştirilmiş durumda çalışanın vücut duruşları görsel olarak karşılaştırma kolaylığı olması sebebiyle Şekil 10'da ki gibi aynı tezgâhta modellenmiştir. Sağ tarafta bulunan model çalışanın iyileştirilmiş modeli, sol tarafta bulunan model çalışanın mevcut duruş pozisyonuna göre modellenmiş halidir.



Şekil 10. Vulkanizasyon İyileştirilmiş Model

Çalışmada geliştirilen eğimi ve yüksekliği ayarlanabilir mengene tasarımı Şekil 11'de gösterilmiştir.

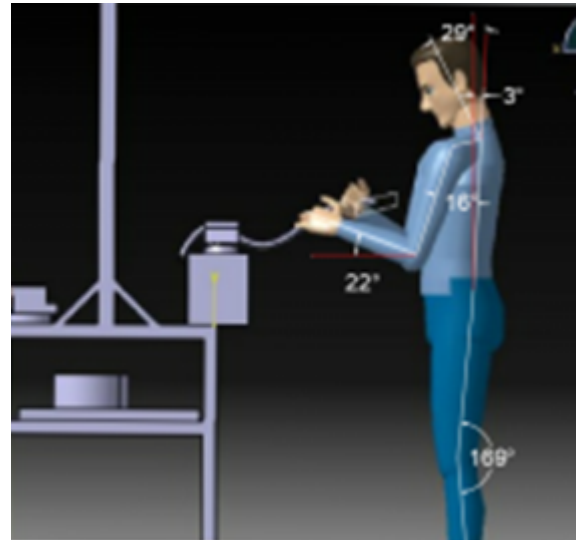


Şekil 11. Vulkanizasyonda Geliştirilen Mengene Tasarımı Modeli

4.2.1 Vulkanizasyon Bölümünde İyileştirilmiş Model REBA Analizi Sonuçları

Maça imalat bölümünde çalışanın dijital modelin vücut açıları Şekil 12'de ve bu modelin REBA Analizi sonuçları Tablo 5'te verilmiştir. Yapılan yeni sistem ile duruş analizi sonucunda çeşitli bölgelere etkiyen kuvvetlerin normal düzeye indiği görülmektedir. Geliştirilmiş modelde REBA skoru 7 olarak bulunmuştur. Önerilen sistemin insan sağlığı açısından uygun olduğu anlaşılmaktadır. Gövde, bacak, boyun, üst kol ve alt kolda zorlanma olmadığı görülmektedir. Mevcut durumda 4 olan gövde puanı geliştirilen model ile 2 puana düşmüştür. Aynı şekilde 3 olan üst kol puanı 1 puana, 3 olan bilek puanı 2 puana, 2 puan olan tutma faktörü 1 puana inmiştir. A grubu puanı (boyun, gövde, bacak ve taşınan yük) 9 puandan 6 puana indirilmiştir.

B grubu (üst kol, alt kol, bilek ve tutma faktörü) 7 puandan 3 puana indirilmiştir. Mevcut durumda 12 olan REBA puanı iyileştirilen model ile 7 puana indirilmiştir. Mevcut durumdaki çalışma pozisyonu ile çalışanın ilerleyen yıllarda kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarına yakalanma riski çok yüksektir. REBA puanının 12 olması bunu göstermektedir. Geliştirilen modelde çalışanın bütün uzuvları kabul edilebilir risk seviyesinde bulunmuştur. Çalışanın sağlığı açısından hiçbir risk taşımadığını ve önerilen durumun başarılı olduğunu göstermiştir.



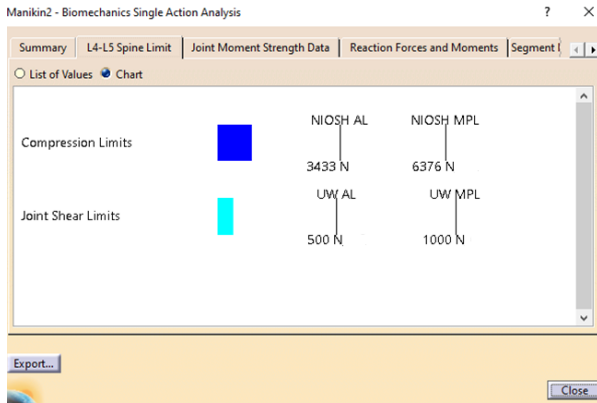
Şekil 12. Vulkanizasyon Bölümünde İyileştirilen Modelin Vücut Açıkları

Mevcut durumda çalışanın L4-L5 diskine gelen basma kuvveti 4113 N olarak CATIA V5 programında Ergonomi Modülü üzerinden tespit edilmiştir. Yüksekliği ve eğimi ayarlanabilir mengene ile çalışanın yeni duruşu modellenmiş ve biyomekanik hareket analizi uygulanmıştır. Bu analiz sonucuna

göre L4-L5 diskine gelen basma kuvveti 942 N olarak bulunmuştur. Ulusal Mesleki Emniyet ve Sağlık Enstitüsü (NIOSH) tarafından 1981 yılında yapılan çalışmayla L4-L5 diskinde oluşan kuvvetin üst sınırı 3433 N'ü aşmamaktadır. Bu iyileştirilen model ile çalışanın L4-L5 diskindeki, yanlış beden duruşundan kaynaklanan basma kuvveti büyük oranda azaltılarak kas ve iskelet sistemi hastalığı oluşturabilecek yanlış pozisyonlar ortadan kaldırılmıştır. Biyomekanik analiz sonuçları Şekil 13'te verilmiştir.

Tablo 5. Vulkanizasyon Bölümünde Çalışanın REBA Analizi

Boyun puanı	2	Üst kol puanı	1	A Skoru	6
Gövde puanı	2	Alt kol puanı	1	B Skoru	3
Bacak puanı	2	Bilek puanı	2	C Skoru	6
Taşınan yük/kuvvet	2	Tutma faktörü	1	Aktivite yoğunluğu	1
				REBA Skoru	7



Şekil 13. Vulkanizasyon İyileştirme Biyomekanik Analizi Sonucu

5. Tartışma ve Sonuç

Tabular formda hazırlanmış postürel değerlendirme araçları ergonomi analizleri yapanlara büyük kolaylıklar sağlamaktadır. RULA ve REBA metotları, risklerin hızlı bir şekilde değerlendirilmesinde belki de en iyi bilinen ve kullanılanlardır (Hedge, 2005). Bu metotlar ile yapılan çalışmalar incelendiğinde bu çalışmadakine benzer yaklaşımlar ve başarılı sonuçlar görülmektedir. Atıcı vd. (2015) bir konveyör hattındaki montaj işinde çalışan çalışanın postürünü REBA ile analiz etmişler ve yeni bir hat

tasarımı önermişlerdir. Erdemir ve Eldem (2020) bir döküm atölyesindeki çalışanın postürünü CATIA'da modellemişler ve REBA analizi ile elde edilen riskli sonucu, yine CATIA'da tasarladıkları ve çalışma yüksekliğini arttıran yeni tasarım ile risksiz seviyeye indirmişlerdir. Kushwaha ve Kane (2016) oturarak çalışan vinç operatörünün işyerini dijital olarak modellemişler ve RULA analizi ile değerlendirip yeni bir tasarım yapmışlardır. Bu tasarım ile oturarak çalışmadaki REBA skorunu 7'den 3'e indirmişlerdir. İmalat sektöründe Boulila vd. (2018) yaptıkları çalışmada, üç farklı iş istasyonunda, çalışanların tehlikeli duruşları ile çalışma ortamlarını CATIA'da modelledikten sonra RULA ve REBA analizi gerçekleştirmişlerdir. Makinaların her operatör için uygun olmadığını tespit etmişler ve makine tablalarının yükseltilmesi ile beraber yönlendirilebilir bir montaj istasyonu önermişlerdir. İmalat sektöründe yapılan başka bir çalışmada, bir tarım ekipmanının montajında çalışan iki operatörün duruşları incelenmiş ve bunlar için RULA ve REBA uygulanmıştır. Her iki operatörün RULA analizi sonuçları kabul edilemez bulunmuş ve bu sonuçlar REBA sonuçları ile örtüşmüştür. Bir operatör için biyomekanik analiz yapılmış fakat sonuç aksiyon alma limitinin altında bulunmuştur. Çalışan sayısını bire indirecek yeni bir montaj süreci önerisi sunulmuştur.

Bu çalışmada izlenen prosedür, literatürdeki genel yaklaşımın haricinde, postürel değerlendirme aracı ile beraber biyomekanik analiz de kullanılarak, zorlanma ihtimali görülen vücut bölümlerinin değerlendirilmesinde şüpheye yer bırakılmamasını sağlamaktadır. Biyomekanik analiz ile uygulanan kuvvetin spesifik büyüklüğü, yönü, hangi uzuv ya da uzuvlar tarafından uygulandığı tanımlanabilmekte ve kritik eklemlerdeki yükler literatürdeki sınır değerleri ile karşılaştırılabilmektedir. Bu şekilde öne çıkan uygunsuz pozisyonadaki vücut bölümlerindeki olası rahatsızlar net bir şekilde görülebilmektedir. REBA gibi ergonomik değerlendirme araçları her ne kadar hızlı analiz sonucu verseler de kapsamlı biyomekanik analiz sonuçları ile desteklenmeleri iyileştirme çabasında doğru sonuçlara ulaşılması ihtimalini artıracaktır. Bu yaklaşımla, tekrarlı manuel işlerin gerçekleştiği montaj hatları ya da belirli bir çevrim hızında üretim yapan imalat hücrelerinde, olası rahatsızlıkların tespiti ve doğru iyileştirme adımlarının atılması daha hızlı gerçekleştirilebilecektir.

Yapılan çalışmada, vulkanizasyon ve maça imalat bölümlerinde çalışanların potansiyel yanlış duruşları tespit edilmiş, yanlış duruşlar üzerinde REBA Analizi yapılmış, çalışanların mevcut duruşları CATIA V5 ile dijital olarak modellenerek, bu modeller üzerinde biyomekanik analiz gerçekleştirilmiştir. Bulunan riskli durumları giderebilmek için CATIA V5 programı ile yeni

çalışma ortamları dizayn edilmiş, iyileştirilen durumların dijital modelleri üzerinde REBA ve biyomekanik analiz yapılmıştır. Maça imalat bölümünde ayarlanabilir masa iyileştirilmesi düşünülmüştür. Çalışanın mengineye fazla eğilmesini ortadan kaldırabilmek ve boyun açısını düzeltebilmek için masa yüksekliğini 86 cm'den 101 cm'ye model üzerinde yükseltilmiştir. Bu sayede çalışanın 9 olan REBA Analiz puanı 5 puana indirilmiştir. Geliştirilen model üzerinde çalışanın hiçbir uzuvu riskli görünmemektedir.

Vulkanizasyon bölümünde çalışma tezgâhı üzerinde eğimi ve yüksekliği ayarlanabilir mengine iyileştirilmesi düşünülmüştür. Çalışanın daha iyi bir kavrama elde edebilmek için sol ön tarafına eğilme gereksinimi ortadan kaldırılmıştır. Bu sayede çalışanın 12 puan olan REBA Analizi puanı 7 puana indirilmiştir. Geliştirilen model üzerinde çalışanın hiçbir uzuvu riskli görülmemektedir. CATIA V5 üzerinden yapılan biyomekanik analiz sonucuna göre çalışanın L4-L5 diskine gelen basma kuvveti değeri 4113 N olarak bulunmuştur. Bu da NIOSH tarafından belirlenen 3433 N aksiyon limitin üzerindedir. Geliştirilen tasarım ile basma kuvveti değeri 942 N olarak tespit edilmiştir. Bu değer çalışma için riskli bir durum olmadığını göstermektedir.

Biyomekanik analiz sınırlarının genişletilmesi ve farklı limit değerlerinin uygulanması ile çok daha detaylı sonuçlar elde edilmesi mümkündür. İşyeri tasarımında eklem kinematığının, (momentler, reaksiyon kuvvetleri, isokinetik ve isometrik yükler) düşünülmesi ve sınır değerlerinin hesaba katılması gereklidir (Wu vd., 2021; Wannop vd., 2012).

Gelecek çalışmada, önerilen tasarımların hayata geçirilmesi ile beraber öngörülen analiz sonuçlarının doğruluklarının izlenmesi beklenmektedir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

Akay D., Dağdeviren M., ve Kurt M. (2003). Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 18(3), 73-84.

Antwi-Afari, M. F., Li, H., Edwards, D. J., Pärn, E. A., Seo, J. ve Wong, A. Y. L. (2017). Biomechanical Analysis of Risk Factors for Work-Related Musculoskeletal Disorders During Repetitive Lifting Task in Construction Workers. *Automation in Construction*, 83, 41-47. doi:10.1016/j.autcon.2017.07.007.

Atıcı H., Gönen D., ve Oral A. (2015). Çalışanlarda Zorlanmaya Neden Olan Duruşların Reba Yöntemi ile Ergonomik Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3, 239-244,

Babalık Fatih C. (2016). *Mühendisler İçin Ergonomi - İşbilim*, Dora Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Bursa.

Boulila, A., Ayadi, M. ve Mrabet, K. (2018). Ergonomics Study and Analysis of Work Stations in Tunisian Mechanical Manufacturing. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 28, 166-185. doi:10.1002/hfm.20732

Cabeças J. M. (2006). Occupational Musculoskeletal Disorders in Europe: Enterprise and Work Innovation Studies. *Universidade Nova de Lisboa, IET/CICS.NOVA-Interdisciplinary Centre on Social Sciences, Faculty of Science and Technology*, 2(2), 95-104.

Chaffin, D. B., Andersson, G. B. ve Martin, B. J. (2006). *Occupational Biomechanics*, Wiley, Hoboken, NJ.

Demirel, H. O., Ahmed S. ve Duffy V. G. (2021). Digital Human Modeling: A Review and Reappraisal of Origins, Present, and Expected Future Methods for Representing Humans Computationally. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 1-4. doi:10.1080/10447318.2021.1976507

Eldem, C., Aydoğan, B. ve Şahin, İ. (2017). Kaynak İşlemi Sırasındaki Çalışma Duruşlarının Bilgisayar Destekli Ergonomik Analizi. *Uluslararası Savunma Sanayi Sempozyumu (IDEFIS 2017)*, s.557-566, Kırıkkale.

Eldem, C., Top, N. ve Şahin, H. (2019). Dijital İnsan Modelleri Kullanarak Otomobil Sürücüsü Duruş Pozisyonlarının Ergonomik Değerlendirilmesi Üzerine Bir Çalışma. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(1), 22-31. doi:10.30855/gmbd.2019.01.03

Erdemir, F. ve Eldem, C. (2020). Bir Döküm Atölyesindeki Çalışma Duruşlarının Dijital İnsan Modelleme Tabanlı REBA Yöntemi ile Ergonomik Analizi. *Politeknik Dergisi*, 23(2), 435-443.

Golabchi, A., Han, S. ve Abourizk, S. (2018). A Simulation and Visualization-Based Framework of Labor Efficiency and Safety Analysis for Prevention Through Design and Planning. *Automation in Construction*, 96, 310-323. doi:10.1016/j.autcon.2018.10.001

Gonen, D., Oral, A. ve Yosunlukaya M. (2016). Computer-Aided Ergonomic Analysis for

- Assembly Unit of an Agricultural Device. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 26, 615-626.
doi:10.1002/hfm.20681
- Gökçe, H. ve Gökçe, H. (2013). CATIA V5 ile Bilgisayar Destekli Optimizasyon Süreci. *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 10(1), 49-57.
- Hasdemir, A. G. (2013). Bilgisayar Destekli Ergonomi ve Bir Uygulama Çalışması. Yüksek Lisans Tezi, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Balıkesir.
- Hignett, S. ve McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31, 201-205.
doi:10.1016/S0003-6870(99)00039-3
- Hedge A. (2005). Physical Methods. *In Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*, edited by Stanton, N. A., Hedge, A., Brookhuis, K., Salas, E. ve Hendrick. H. W. Chap. 2, Taylor & Francis, London.
- Koç S., ve Testik Ö., M. (2016). Mobilya Sektöründe Yaşanan Kas-İskelet Sistemi Risklerinin Farklı Değerlendirme Metotları ile İncelenmesi ve Minimizasyonu, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 27(2), 2-27.
- Kumar, M. ve Singh, B. (2018). Ergonomic Analysis of Electric Auto Rickshaw Using Catia. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD)*, 8(3), 209-216.
- Kushwaha, D. K. ve Kane, P. (2016). Ergonomic Assessment and Workstation Design of Shipping Crane Cabin in Steel Industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 52, 29-39.
doi:10.1016/j.ergon.2015.08.003
- Liang, D., Sun, G. Z. ve Wu, S. (2016). The Ergonomics Analysis in the Process of Reversed Loader Cylinder Virtual Assembly Based on CATIA and DELMIA. *MATEC Web of Conferences*, 44, 02020.
doi:10.1051/mateconf/20164402020
- McGill, S. M., Norman, R. W., Yingling, V. R., Wells, R. P., ve Neumann, P. (1998). Shear Happens! Suggested Guidelines for Ergonomists to Reduce the Risk of Low Back Injury from Shear Loading. *Proceedings of the 30th Annual Conference of the Human Factors Association of Canada*, s.157-161, Mississauga, Canada.
- Mert E. A. (2014). Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Çanta İmalat Atölyesinde Uygulanması, *İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi*, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Polasek, P., Bures, M. ve Simon, M. (2015). Comparison of Digital Tools for Ergonomics in Practice. *Procedia Engineering*, 100, 1277-1285.
Doi:10.1016/j.proeng.2015.01.494
- Rahman, M. L. (2014). Study and Analysis of Work Postures of Workers Working in a Ceramic Industry Through Rapid Upper Limb Assessment (RULA). *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, 5(3),14-20.
- Sağiroğlu H., Coşkun M. B., ve Erginel N. (2015). Reba ile Bir Üretim Hattındaki İş İstasyonlarının Ergonomik Risk Analizi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* 3, 339-345.
- Şahin, İ., Eldem, C., Kalyon, S. A. ve Gökçe, H. (2017). Digital Human Modelling and Ergonomic Analysis: Automatic Arm Barrier as an Example. *International Congress on New Trends in Science, Engineering and Technology (ICONTRENDS'17)*, s.176-187, Barcelona, Spain.
- Top, N. (2019). Operasyonel Ofis Mobilyası Tasarımının RULA Yöntemi ile Ergonomik Analizi ve Yeniden Tasarımı. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(3), 290-299.
doi:10.30855/gmbd.2019.03.10
- Top, N. Başak, H. ve Şahin, İ. (2021). Biyomimetik Tabanlı Fonksiyonel Yürüteç Tasarımı ve Dijital İnsan Modelleme ile Ergonomik Analizi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(2), 618-634.
- Ulutaş, İ. B. ve Gündüz, T. (2017). Otomotiv Kablo İmalatında Ergonomik Risk Analizi. *Uludağ University Journal of the Faculty of Engineering*, 22(2), 107-120. doi: 10.17482/uumfd.336440
- Waters, T. R., Putz-Anderson, V., Garg, A. ve Fine, L. J. (1993). Revised NIOSH Equation for the Design and Evaluation of Manual Lifting Tasks. *Ergonomics*, 36(7), 749-776.
- Wannop J. W., Worobets J. T. ve Stefanyshyn D. J. (2012). Normalization of Ground Reaction Forces, Joint Moments, and Free Moments in Human Locomotion. *Journal of Applied Biomechanics*, 28(6):665-76.
doi:10.1123/jab.28.6.665
- Wu, W., Saul, K. R., ve Huang, H. (2021). Using Reinforcement Learning to Estimate Human Joint Moments From Electromyography or Joint Kinematics: An Alternative Solution to

Musculoskeletal-Based Biomechanics. *Journal of Biomechanical Engineering*, 143(4), 044502.
doi:10.1115/1.4049333

EKLER

Ek-1. REBA Yöntemi

Ek-1.a. A Tablosu

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

Ek-1.b. B Tablosu

Tablo B		Alt kol					
Üst kol puanı	Bilek	1			2		
		1	2	3	1	2	3
1	1	1	2	2	1	2	3
2	2	1	2	3	2	3	4
3	3	3	4	5	4	5	5
4	4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	8	7	8	8
6	7	8	8	8	8	9	9

Ek-1.c. C Tablosu

Puan A (Tablo A'dan alınan puan +kuvvet/ yükleme puanı)	Tablo C											
	Puan B, (tablo B'deki değer + tutuş skoru)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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

MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE GÖRÜLEN ERGONOMİK RİSK FAKTÖRLERİ

Melike YAĞCI^{1*}, Osman YILDIZLAR², Murat YILDIRIM³

¹ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Güneysu Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu
ORCID No: <https://orcid.org/0000-0001-7250-1750>

² Avrasya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü
ORCID No: <https://orcid.org/0000-0002-5485-8702>

³ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Güneysu Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu
ORCID No: <https://orcid.org/0000-0003-3530-6862>

Anahtar Kelimeler

Madencilik sektörü
Ergonomik risk
Kas iskelet sistemi
rahatsızlıkları
İş sağlığı ve güvenliği

Öz

Madencilik sektörü çok tehlikeli sınıfta yer almakla beraber en kısa sürede en fazla üretimi ve kar elde etmeyi hedef alır. Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları (KİSR) başta olmak üzere işyerlerindeki sağlık ve güvenlik sorunlarını en aza indirip üretkenlik ve doyum dâhil olmak üzere insan performansını en üst düzeye çıkarmak üzere yapılan girişimler ergonomi alanının konusudur. Madencilikte ergonomik risklerin getirdiği iş günü, işgücü kaybı gibi sonuçlar, bu konuda yapılan araştırma ve incelemelere ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Bu derleme çalışmada; madencilikteki ergonomik risklerin özellikle Kas İskelet Sistemi (KİS) riskleri bağlamında ele alınması amaçlanmıştır. 'Google Scholar' elektronik veri tabanı ile 2002- 2021 yılları arasındaki ulusal ve uluslararası makale, konferans bildirileri ve kitap bölümleri incelenmiştir. Madencilikte ergonomi ve KİSR'ye yönelik yapılmış çalışmalar mantıksal bütünlük halinde ele alınmıştır. Bu kapsamda madencilikte görülen ergonomik risk faktörleri; fiziksel, kişisel, psikososyal, organizasyonel (örgütsel) ve çevresel boyutta başlıklar halinde sunulmuştur. Çalışmalar maden türüne ve belirtilen ergonomik risk türüne göre sınıflandırılmış olup; risk türlerine göre karşılaşılan özellikli durumlar irdelenmiştir.

ERGONOMIC RISK FACTORS IN THE MINING INDUSTRY

Keywords

Mining industry
Ergonomic risk
Musculoskeletal
disorders
Occupational health
and safety

Abstract

Although the mining industry is in the very dangerous class, it aims to achieve the highest production and profit in the shortest time. The initiatives taken to minimize health and safety problems in the workplace, especially about Musculoskeletal Disorders (MSD) and to maximize human performance including productivity and satisfaction are the subject of ergonomics. Results such as loss of workday and workforce brought by ergonomic risks in mining show that there is need for researches and investigations on this subject. In this compilation study; it is aimed to address ergonomic risks in mining, especially in the context of musculoskeletal system risks. With the "Google Scholar" electronic database, national and international articles and conference proceedings between 2002 and 2021 were examined. Studies on ergonomics and MSD in mining are handled in a logical integrity. In this context ergonomic risk factors seen in mining; physical, personal, psychosocial, organizational and environmental dimensions. The studies are classified according to the mine type and the ergonomic risk type; special situations encountered according to risk types are examined.

Derleme Makale

Başvuru Tarihi : 08.02.2022

Kabul Tarihi : 20.03.2022

Review Article

Submission Date : 08.02.2022

Accepted Date : 20.03.2022

* Sorumlu yazar e-posta: melike.yagci@erdogan.edu.tr

1. Giriş

Madencilik, çok sayıda endüstrinin temel kaynağı olan mineral ve metallerin elde edilmesi sonucu üretime verdiği destek ve istihdam oranı ile ekonomik dengeleri etkileyen dev bir sektördür. Madencilik istatistikleri, 2018 yılında dünya madencilik üretiminin 17,7 milyar metrik ton olduğunu ve toplam üretim miktarının %58,3'lük oranının Asya Kitası'nda yapıldığını göstermektedir ("World Mining Data," 2020).

Madencilik, tarih boyunca sağlık ve güvenlik riskleriyle hayati tehditleri bünyesinde barındıran bir sektör olmuştur (Yıldız ve Sandal, 2020). Madencilikle ilgili hayati riskler dışında en önemli sorunlardan birisi madencilerde ergonomik risklere maruziyetle birlikte görülen KİSR'lerdir (McPhee, 2004).

Amerika Birleşik Devletleri İşgücü İstatistikleri Bürosu'nun 2013 raporunda, dünya çapında tüm madencilik sektöründe KİSR insidans oranı, 10.000 tam zamanlı çalışan başına 42,5 olarak bildirilmiştir (Weston vd., 2016).

Madencilikte ergonomik riskler kapsamında; yaş, iş tecrübesi, Vücut Kitle İndeksi (VKİ), yeraltı çalışma koşulları (aydınlatma, termal konfor, gürültü, çamurlu ıslak alanlar, vb.), stres, vardiyalı çalışma, iş rotasyonları, işi zamanında yetiştirme kaygısı ve göçük korkusu, elle ağır ve biçimsiz nesnelere taşımak, bozuk yol şartlarında sarsılmak, sendelemek, düşmek, fazla çaba ve güç sarf etmek, dar ve çamurlu alanlara uyum sağlamaya çalışmak, titreşim, düzgün olmayan duruşta çalışmak, makinelerin kullanımı esnasında hareketsiz kalmak, madene özel araçlara binmek ve inmek esnasında yaşanan sıkıntılar, tekrarlı hareketler, güçlü kavrama, basınç noktaları oluşturan temas gerilimi şeklinde sıralamak mümkündür (Amponsah-Tawiah vd., 2014; Bhattacharjee vd., 2013; MCPhee, 2004; Wiehagen ve Turin, 2004; Xu vd., 2012; You vd., 2014).

Bu derleme çalışmasında; madencilikteki ergonomik risklerin, özellikle KİS riskleri bağlamında ele alınması amaçlanmıştır. Ergonomik riskler; fiziksel, kişisel, organizasyonel, psikososyal, çevresel faktörler olarak başlıklar halinde verilmiştir. Okuyucuya hızlı, görsel ve anlaşılır bilgi aktarımı için veri sunumunda şekil ve tablolardan yararlanılmıştır.

Araştırmada güncel olması amacı ile 2002-2021 yılları arasında yapılmış çalışmalar, konferans bildirimleri, kitap bölümleri incelenmiş olup bu amaçla 'Google Scholar' elektronik veri tabanı kullanılmıştır. Türkçe ve İngilizce olarak 'madencilik sektörü, ergonomi, ergonomik risk faktörleri, kas iskelet sistemi rahatsızlıkları, iş sağlığı ve güvenliği' anahtar kelimeleri kullanılarak tarama yapılmıştır.

Çalışmanın planı şu şekildedir; makalenin giriş bölümünü takip eden ikinci bölümde madencilikte görülen ergonomik risklere yönelik yapılmış literatür araştırmasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde madencilikte ergonomi ve ergonomik risklerin açıklamaları yapılmıştır. Dördüncü bölümde araştırmadan elde edilmiş bulgular ve beşinci bölümde tartışma yer almaktadır. Çalışmanın sonunda ise madencilikte ergonomi ile ilgili gelecekte yapılacak olan araştırmalar hakkında çeşitli yorum ve öneriler sunulmuştur.

2. Bilimsel Yazın Taraması

Madencilik sektöründe meydana gelen KİSR sağlık yönüyle olduğu kadar ekonomik olarak da büyük bir problemdir (Moore vd., 2008).

Amerikan İş Güvenliği ve Sağlık İdaresi, 1990'dan itibaren birçok sektörde ergonomik riskler, ergonomik risk analizleri ve girişimlerin yer aldığı çalışmalar yayımlamaya başlamıştır. Bu süreçte en ağır çalışma koşullarına sahip sektörlerden olan madencilikte, ergonomi ile ilgili çalışmalara rastlanmamıştır. 'Amerikan Maden Güvenliği ve Sağlık İdaresi (MSHA; Mine Safety and Health Administration)', maden işletmelerinde KİSR'nin araştırılması için 1998 yılında Amerikan Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü (NIOSH; National Institute for Occupational Safety and Health)'ne resmi bir talepte bulunmuştur. Resmi görüşmeler sonrası KİSR'ye sebep olabilecek riskleri detaylandırmak için farklı maden türlerinde ergonomi uygulamalarına yönelik proje başlatılmıştır. Proje kapsamında yapılan bir çalışmada, NIOSH'den gelen resmi talep doğrultusunda maden sektöründe maruz kalınan ergonomik riskler ve etkilenen KİS bölgeleri maden üretim türüne göre ayrıştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda yeraltı kömür, yerüstü bakır, yerüstü fosfat ve yeraltı kireçtaşı şeklinde dört farklı maden sahasında ergonomik değerlendirme ve analiz yapılmıştır. Maden işlerinin dinamik olmasından dolayı madencileri tek bir görevde değerlendirmek mümkün olmamaktadır. Bu sebeple ergonomik risklerin belirlenmesinde bir şablon oluşturulmuştur. Bu şablon; bilgilerin toplanmasında ölçek ve kayıt incelemelerini, işçi ve yöneticilerle görüşme raporlarını, iş analizleri sonrasında KİSR'ye risk oluşturan durumları ve çözüm önerilerini içermektedir. Tüm görevler risk durumlarına göre sınıflandırılmıştır. Bu riskler; uzun süre kötü duruş ile çalışma, elle ağır/tekrarlı yük kaldırma, zorlayıcı kavrama, temas travmaları, sendeleme/sarsılma, el-kol titreşimi, yüksek tekrarlayıcı hareketler, diğer (sıcak, gürültü, termal konfor şartları, kötü çevre) şeklinde sayılabilir. Dört maden türünde de KİSR'ye sebep olabilecek en etkili risklerin kötü duruş ve elle yük taşıma olduğu bildirilmiştir. Çalışmanın sonunda ergonomik risklere bağlı maddi kaybı önleme ve işçi

güvenliğinin sağlanması için madencilerde, ergonomik farkındalık oluşturma ve yapılan işteki riskleri tanıtmaya, ergonomik prensiplere uyararak çalışma için eğitim ve yaklaşımlar, iş rotasyonları, güvenlik kültürü oluşturma, ergonomik ekipman geliştirme şeklinde proaktif çözüm önerileri sunulmuştur (Wiehagen ve Turin, 2004).

Maden sektöründeki ergonomik risk faktörlerini tanımlamak, risk analizi yapmak, KİSR'yi ortaya koymak ve maden sektöründe ergonomi programı (eğitim, iş çevresi tasarımı, yeni ekipman alımı, prosedür değişiklikleri vb.) yürütülmesine yönelik dersler çıkarmak amacı ile NIOSH'nin 1998'de aldığı proje kararı doğrultusunda pilot seçilen bir yerüstü kömür madeni işletmesinde (Jim Bridger Mine) çalışma başlatılmıştır. Çalışma yaklaşık 3 yıllık süreyi kapsamıştır. Veriler 2001 yılı ve 2004 yıllarında toplanmış olup elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yürütülen çalışmanın sonunda madencilikte ergonomik farkındalık oluşturulmuş, sağlık ekibinde fizyoterapi uygulamalarına yer verilmiş, KİSR'de %17 oranında azalma ile psikososyal iyilik hali elde edilmiş, madencilikte yapılabilecek ergonomik girişimlerle ilgili önemli adımlar atılmıştır. En çok maruz kalınan risk faktörleri için tekrarlı hareketler, elle ağır yük kaldırma, kuvvetli kavrama olduğu daha az oranda kötü duruş, titreşim ve sarsılma olduğu bildirilmiştir (Torma-Krajewski vd., 2007).

NIOSH'nin desteklediği kapsamlı proje çalışmaları sonrasında madencilikte ergonomi ile ilgili çalışmalar yapılmaya başlansa da günümüzde halen madencilik işlerinde ergonomiye gereken önemin verilmediğini yansıtan çalışmalar mevcuttur. Öyle ki; yapılan bir çalışmada 2004-2020 yılları arasında ergonomi alanında yapılmış araştırmalar incelenmiş ve sektörlere göre sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma sonucunda ergonomi ile ilgili en az maden sektöründe araştırma yapıldığı bildirilmiştir (Aksüt vd., 2020).

Hindistan'da bir yeraltı kömür madeninde çalışma şartları ve kişiye ait özelliklerin KİSR'ye etkisi değerlendirilmiştir. Çalışma sonrasında KİSR ile ilişkili risk faktörleri olarak yaş, kötü çevresel şartlar, olumsuz çalışma koşulları ve insan davranış faktörleri olarak bildirilmiştir. Ergonomik önlemler alınırken bu hususların dikkate alınması gerekliliği vurgulanmıştır. (Ghosh vd., 2004).

Yeraltı kömür madeninde yapılan bir çalışmada teknolojik gelişmeye bağlı olarak kümülatif hastalıklardaki yaygınlık durumu ve maliyet etkisi incelenmiştir. Bu sebeple 20 yıllık süre (1983-1984 ile 2003-2004) içerisinde elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. MSHA'dan 1983-1984 verileri alınmış ve 2003-2004 yılındaki verilerle eşleştirilmiştir. Yalnızca yeraltı kömür madeni üretim faaliyetlerine ait kümülatif rahatsızlıklarla

ilgili veriler alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre teknolojik gelişmelerden sonra KİSR'de azalma olmasına rağmen (%37'den %33'e) KİSR'ye bağlı işe gidilmeyen gün sayısında bu süreç zarfında artış olduğu bulunmuştur. Bu sonucu etkileyen çeşitli sebeplerin olabileceği üzerinde durulmuş ve etkenlerin artan yaş, çalışma süresi ve tıbbi tedavilerdeki değişiklikler olabileceği bildirilmiştir. Aynı zamanda bel-sırt-boyun kaynaklı rahatsızlıklarda azalma olduğu da elde edilen bulgulardandır. Bu sonuca NIOSH'nin maden sektöründe ergonomi konusu üzerindeki çalışmalarını doğrultusunda geliştirdiği yardımcı ekipmanların etkisinin olabileceği bildirilmiştir. Buna rağmen gelişen teknoloji ile dar alanlara girilerek yapılan işlerdeki artış ile diz rahatsızlıklarında yükselme tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda vurgulanan en önemli hususlardan biri ise karşılaştırmada kullanılan algoritmaya bağlı kalındığında asıl olanın mekanizasyonla beraber yeraltına inen işçi sayısında da azalma olduğudur. Gerçekte olan ise KİSR'de çok da azalma olmadığı yönündedir. Maden sektöründe KİSR sonucu oluşan maliyetin sektöre büyük bir yük getirdiği bu sebeple ergonomi uygulamaları ile KİSR'nin temel sebeplerinin sistematik olarak tanımlanması ve girişimlerin hayata geçirilmesinin elzem olduğu bildirilmiştir (Moore vd., 2008).

Madencilikte günlük yapılan işlerin her aşamasında birçok risk faktörü ile karşı karşıya kalınır. Madencilikte ergonomi konusunun sistematik bir şekilde incelendiği bir çalışmada fiziksel ve psikososyal faktörlerin birleşik etkisinin KİSR ile olan ilişkisi üzerinde durulmuştur. Uzamış vardiya saatleri, ağır iş yükü, rotasyonların azlığı, stres, Tüm Vücut Titreşimi (TVT), kabin tasarımı, uzun süre sabit oturma, elle yük kaldırma-taşıma gibi risk faktörlerinin KİSR'ye sebep olduğu bildirilmiştir. Araştırmanın sonunda katılımcı ergonomik yaklaşımlar ile risk yönetiminin hayata geçirilmesi gerekliliği vurgulanmıştır (McPhee, 2004).

Madencilik endüstrisinde KİSR ve ergonomik risklerle ilgili yeraltı-yerüstü kömür, yerüstü taş ve taş işleme madencilğinde yürütülen çalışma kapsamında 2009- 2013 yılları arasında MSHA'dan alınan veriler doğrultusunda en fazla maruz kalınan ergonomik risk türleri sınıflandırılmıştır. KİSR ile ilişkili kişisel risk faktörlerinin yaş ve tecrübe olduğu bulunmuştur. İlerleyen yaş ile diz ve omuz bölgelerinde ağrının arttığı, KİSR'nin en fazla 5 yıldan az ile 20 yıldan fazla çalışanlarda görüldüğü saptanmıştır. KİS riskleri ile ilişkili olarak; malzeme taşıma, bakım ve onarım görevlerinde aşırı efor sarf etme, tekrarlamalı işler, yürüme veya koşma, makinaya binme veya makineden inme, kullanılan bir nesnenin işçiye düşmesi veya çarpması bildirilmiştir. Çalışmanın sonunda ekipman çeşitliliği, doğru aletlerin kullanılması, düzenli hijyen, çalışma çevresinin düzenli hale getirilmesi

gibi proaktif yaklaşımlarla KİSR'nin önüne geçilebileceği vurgulanmıştır (Weston vd., 2016).

Bir açık ocak kömür madeni işletmesinde yürütülen bir çalışmada açık ocak, tamir-bakım, stok sahası ve ofis bölümlerinde ergonomik riskler anket yöntemiyle araştırılmıştır. Araştırma 254 çalışan ile yürütülmüş olup ergonomik risklere en fazla tamir-bakım çalışanlarının elle kaldırma işlerini yaparken maruz kaldığı tespit edilmiştir. Diğer riskler ise uygun olmayan duruş ile çalışma, sabit oturma ve ayakta kalarak yapılan işler, tek başına çalışma, ekipmanı kavrama şekli ve çalışma çevresi düzensizliği şeklinde sıralanmıştır. Kaldırma, itme-çekme, tekrarlı işler, uzağa erişmeye çalışma hareketleri sayılan diğer fiziksel risk faktörlerindedir. Çalışanların KİSR şikayetlerine yönelik yorumları ise ağrı, yorulma ve sıkıntı duyma şeklindedir. Çalışmanın sonunda maden sektöründe var olan birimlerin her birine ayrı ayrı ergonomik değerlendirme ve iyileştirme programlarının yapılması, çalışanlara yönelik düzenli ergonomi eğitimlerinin verilmesi veya iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri kapsamında ergonomi ile ilgili bölümüm daha çok üzerinde durulması önerisinde bulunulmuştur (Boğa, 2014).

Madencilik endüstrisinde ağır yük araçlarının kullanımı, TVT yönünde detaylı incelemelere ve proaktif girişimlere ihtiyaç olduğunu göstermektedir (McPhee, 2004).

Hindistan'da açık ocak demir cevheri madeninde TVT ile kişisel ve organizasyonel ergonomik risk faktörlerinin ilişkisi araştırılmıştır. Araştırmaya katılan 39 arazi operatörünün %70'inin yüksek düzeyde TVT'ye maruz kaldığı (ISO 2631-1 belirlediği sınır değerlere göre) ve çoklu doğrusal regresyon modelleri ile yapılan analizde TVT'nin; operatörün yaşı, makinanın modeli, arazinin sertliği, basınç dayanıklılığı ve yoğunluğu ile güçlü şekilde; VKİ ile önemli seviyede ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Organizasyonel anlamda bu araçları kullanan operatörlerin TVT ile ilgili farkındalık eğitimlerine, iş rotasyonlarına, koltuk tasarımı, süspansiyon sistemi ve kabin tasarımının antropometrik ölçülerle uygun hale getirilmesi şeklinde mühendislik girişimlerine ve sağlıkla ilgili olarak fiziksel aktiviteye yönlendirme, kilo kontrolü gibi iyileştirmelere yer verilmesi önerilmiştir (Chaudhary vd., 2019).

İran'da bir kurşun madeninde yapılan çalışmada 40 madencinin yaptıkları iş esnasında maruz kaldıkları ergonomik riskler analiz edilmiştir. Değerlendirme sonrası tespit edilen risklerin; uzun süre ayakta kalma, yük aracı kullanımına bağlı olarak TVT ve kötü duruş olduğu bildirilmiştir. Çalışmanın sonunda ayrıntılı ergonomik risk değerlendirmesinin aralıklı olarak yapılması ve eğitimlerin düzenli verilmesi ile

mühendislik girişimleri ile iyileştirmelere yer verilmesi önerilmiştir (Jahangiri vd., 2015).

Madene özel delici ekipmanlarla yapılan işlerden kaynaklı el-kol titreşimi, madencilerde ciddi sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Güney Afrika'da altın madencilerinde el-kol titreşim sendromunun incelendiği bir çalışmada, kaya delici matkap kullanan madencilerde el-kol titreşimi maruziyet oranı %15; kullanmayanlarda ise %5 seviyelerinde bulunmuş ve aradaki farkın istatistiksel açıdan anlamlı olduğu bildirilmiştir. Çalışmanın sonunda kaya matkaplarını kullanırken el-kol titreşim maruziyetinin azaltılmasına ilişkin kontrol tedbirlerinin artırılmasına yönelik çalışmaların başlayacağı bildirilmiştir (Nyantumbu vd., 2007).

Maden sektöründe el-kol titreşim maruziyetinin ölçümü ve değerlendirilmesi için yapılan bir diğer çalışmada ise elle yönetilerek kullanılan aletlerin, matkap ve martopikör gibi delici sınıfta yer alan araçların, yüksek devirle dönen taşlama/kesme makineleri ile spiral kesme makinelerinin, yüksek titreşimle dakikalar içinde el-kol titreşimi maruziyet sınır değerine ulaştığı gösterilmiştir (Erdem vd., 2016).

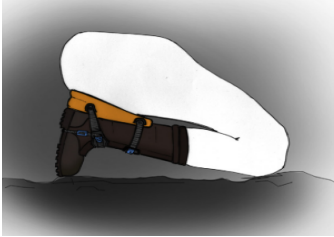
Madencilikte mekanizasyonun artışı ile madencilerde fiziksel yüklenmenin azalacağı öngörülmektedir. Ancak gerçekte olan işçilerin mekanize araçları yönetmenin ötesinde araçların bağlantı kablolarının sarılıp toplanması, ekipmanların kurulumu ve aracın bakımı, onarımı, tamiri, temizliği gibi birçok riskli işlemi yapmalarıdır (Mandal, 2014; Moore vd., 2008).

Yeraltı madende yapılan bir çalışmada, ele alınan görevlerin kas iskelet risk analizi biyomekanik modelleme ile yapılmıştır. Elle taşıma yapan yeraltı maden işçilerinde KİSR ile ilgili zedelenmeleri en aza indirmek amacıyla yapılan analizler sonucunda çok sayıda vücut duruşu ile ilgili risk kaydedilmiştir. Bu çalışmadan yola çıkılarak araştırmacılar, madencilikte meydana gelebilecek KİSR için alınabilecek önlemleri üç boyutta özetlemişlerdir:

1. KİSR'nin nasıl oluştuğu ve ergonomik risklerle ilgili farkındalığı artıracak eğitimlerin verilmesi ve diğer planlamalar,
2. Vardiya öncesi germe-esneme egzersiz programına yer verilmesi,
3. Alet-edevat düzeninin sağlanması ve vardiya programının gözden geçirilmesi (Hossny vd., 2015)

Dört farklı düşük damar kalınlığına sahip yeraltı kömür madeninde (madenlerin çalışma yükseklikleri: 91,4 cm; 109,2 cm; 121,9 cm ve 137,2 cm) yapılan bir çalışmada, 64 madencinin sıklıkla yaptıkları görevler ile bu görevlerde alınan duruş pozisyonları kendi kendini raporlama yöntemi ile

tespit edilmiştir. Kömür madencilerinin 18 farklı görev yaptıkları ve görevlerde dar dikey alanlarda en çok dizlerin üstüne çökme ve çömelme şeklinde iki farklı duruş tespit edilmiştir. Çömelme şeklinde çalışma iyi bir kas kuvveti gerektirdiği için en çok dizlerden çökme ile topuklar üzerine oturma şeklinde çalışma duruşunun tercih edildiği bildirilmiştir. Topuklar üzerinde maksimum diz fleksiyon açısı ile yapılan işlerde kıkırdak harabiyetine bağlı osteoartrit gibi KİSR gelişme riskinin yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu sebeple sınırlı çevre şartlarının el verdiği oranda rotasyonel stratejilerle çalışma duruşunun modifiye edilmesi ya da dizlerdeki yüklenmeyi azaltacak yardımcı ekipman kullanılması önerilmiştir. Şekil 1'de gösterilen NIOSH'nin ortaklığı ile geliştirilen ayak bileğine giyilen endüstriyel vücut ağırlığı destek ekipmanının kullanılması ile dizdeki fleksiyon açısının azaltılacağı ve topuklara binen vücut ağırlığının dağıtılacağı bildirilmiştir. Çalışmanın sonunda, dar kısıtlı alanlarda çalışan madenciler için ergonomik yazılım programları ile uygun duruş stratejilerinin biyomekanik modellemesinin geliştirilmesi, koruyucu ekipman kullanımı ve kıkırdak dokunun beslenmesinin sağlanması gibi sebeplerle sıklıkla pozisyon değişimi ile mola verilmesi önerilmiştir (Moore vd., 2012).



Şekil 1. Vücut Ağırlığı Destek Ekipmanı (Moore vd., 2012)

Ergonomik riskler açısından bir diğer önemli konu kişisel risk faktörleridir. KİSR'de; yaş, çalışma süresi ve fiziksel uygunluk gibi kişisel özelliklerin iş yeri düzeni ve fiziksel riskler kadar etkili olduğu bilinmektedir (Chaudhary vd., 2019; Tekin vd., 2009).

Hindistan'da yeraltı kömür madeninde yapılan bir çalışmada, sosyoteknik ve kişisel faktörlerin birbiri ile ilişkili olduğu ve madencilerin iş kazası yaşama ve yaralanma durumuna etkisi olabileceği saptanmıştır. İş doyumunun ve güvenli davranış alışkanlıklarının iş kazası ile önemli seviyede negatif yönde ilişkili olduğu bulunmuştur. Güvenli çevrenin ise tehlikeler ile negatif, sosyal destek ile pozitif yönde bir ilişkisi olduğu saptanmıştır. Güvenli çalışma çevresi oluştuğunda iş stresinin önemli seviyede azaldığı elde edilen sonuçlardandır (Paul ve Maiti, 2008).

Fiziksel uygunluk kriterlerindeki azalma KİSR için bilinen risk faktörlerindedir. Fiziksel uygunluğun önemli belirleyicilerinden olan esneklik ve kassal

endurans parametreleri KİSR ile yakından ilişkilidir (Selici vd., 2018; Stewart, M. vd., 2003).

Madencilerde kişisel risk faktörlerinin irdelendiği bir çalışmada; madencilerden oluşan ve iyi bir kondisyona sahip olması beklenen maden kurtarma ekibinin fiziksel uygunluk kriterleri genel popülasyonla kıyaslanmıştır. Fiziksel uygunluk parametrelerinden olan kardiyovasküler ve kassal uygunluk değerlerinin madencilerde, genel popülasyona göre daha düşük olduğu bulunmuş olup çalışmanın sonunda düzenli egzersiz eğitiminin gerekliliği üzerinde durulmuştur (Stewart, I. B. vd., 2008).

Zonguldak kömür madeninde yeraltı maden işçilerinde yapılan bir çalışmada bel ağrısı morbiditesi ile fiziksel uygunluk kriterleri arasında negatif yönde korelasyon bulunmuştur. Aynı çalışmanın sonunda; maden sektöründe bel ağrısına bağlı yetersizliğin çeşitli egzersiz ve fizyoterapi uygulamaları ile kontrol altına alınması yönünde iş sağlığı ve güvenliği biriminin geliştirilmesi gerekliliği vurgulanmıştır (Selici vd., 2018).

Fiziksel uygunluk parametrelerinden vücut kompozisyonunun önemli göstergelerinden biri olan VKİ ile KİSR arasında ilişki olduğu bilinmektedir (Hardison ve Roll, 2017).

Avusturalya'da iş sağlığı ve güvenliği perspektifinden yaklaşılacak sağlıklı yaşam programları kapsamında kilo yönetimi sürecinde iki maden şirketinde çalışan işçilerden seçilen 897 katılımcı incelenmiştir. Katılımcıların %68'inin fazla kilolu ve obezite sınırında olduğu bulunmuştur. İş sağlığı ve güvenliği profesyonellerince yürütülen kilo yönetimi ve davranış değişikliği programı kapsamında obezite ile ilişkili kronik hastalıklar geliştirme ihtimalinde ve aşırı vücut ağırlığı ile ilişkili yaralanma riskinde azalma beklendiği bildirilmiştir. Ayrıca, yoğun fiziksel performans gerektiren maden işleri için yeterli uygunlukta bir işgücünün sağlanabileceği belirtilmiştir (Street ve Thomas, 2017).

Kömür madencilerinde bel ağrısının incelendiği bir çalışmada, iş gücü ve iş günü kaybıyla madencilerde bel ağrısının önemli bir sağlık problemi olduğu bildirilmiştir. Madencilerin işe alınmadan önce sağlık kontrolleri kapsamında bel ile ilgili tetkiklere yer verilmesine, aralıklı kontrollerin yapılmasına, madencilerde bel ağrısına sebep olan faktörler ile risk düzeylerinin belirlenmesine ve her seviyeden çalışanın eğitilmesine ihtiyaç olduğu bildirilmiştir (Sarıkaya, 2002).

Maden işçilerinde bel ağrısı sıklığının araştırıldığı ve ofis çalışanları ile karşılaştırıldığı bir çalışmada; bel ve sırt kas enduransı '*Biering Sorensen*' testi (Biering-Sørensen, 1984) ile değerlendirilmiştir. Madenciler, ağrısı olan ve olmayanlar şeklinde

karşılaştırıldığında bel ağrısı olan çalışanlarda bel ve sırt kas enduransının daha düşük olduğu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Madencilerde bel ağrısına bağlı izin kullanma oranının ofis çalışanlarından 9,5 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir. Ayrıca madencilerin yaşı ve çalışma süresi az olanlarda bel ağrısının daha az olduğu bildirilmiştir. Çalışmanın sonunda, sağlığın bozulmasının yanında işgücü, işgünü kaybına sebep olması nedeniyle mesleki/kişisel risk faktörlerine yönelik eğitime, bel okulu gibi programlara madencilerde KİSR ile mücadelede ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır (Tekin, 2006).

Bir yeraltı bakır madeni işletmesinde madencilerde görülen KİSR sıklığının ve KİSR'nin biyopsikosozyal açıdan etkisinin araştırıldığı çalışmada ergonomik risk analizi ile fiziksel riskler ele alınmış, egzersiz uygulamaları ve ergonomi eğitimi sonrası değişim incelenmiştir. Çalışmanın sonunda maden ocaklarında iş sağlığı ve güvenliği biriminde düzenli ergonomi eğitimlerine, örgütsel düzenlemelere ve egzersiz uygulamalarına yer verilmesi gerekliliği vurgulanmıştır (Yağcı, 2021).

Hindistan'da yeraltı kömür madeninde yandan boşaltmalı yükleyici makine operatörleri, aşırı yoğun çalışma ve termal konfor risklerine maruziyet açısından değerlendirilmiştir. Kalp atım hızı ile ergonomik riskler, yürütülen işler esnasında ölçülmüştür. Yapılan işler yüksek ve çok yüksek risk kategorisinde değerlendirilmiş olup; madencilerin önemli seviyede çalışma duruşu ve termal konfor risk faktörlerine maruz kaldığı tespit edilmiş ve ergonomik müdahalelerin gerekliliği bildirilmiştir (Sharma vd., 2016).

Pakistan'da bir yeraltı kömür madeninde KİSR oluşumuna psikososyal risklerin etkisi 252 madenci üzerinde araştırılmıştır. En çok dirsek, bel ve diz bölgelerinde hastalıkların olduğu; KİSR oluşumunda en önemli psikososyal risklerin ise iş taleplerinin yüksek olması ve kontrol olduğu bulunmuştur. Monotonluktan uzaklaşma ile işyerine aitlik duygusunun KİSR'nin oranını azalttığı bulunmuştur. Çalışmanın sonunda iş sağlığı ve güvenliği ekibi özellikle de maden yönetimi için madencilerde KİSR ile mücadelede psikososyal açıdan alınacak önlemler sunulmuştur (Jiskani vd., 2020).

Yeraltı maden işçilerinin tükenmişlik durumunun incelendiği bir çalışmada; sosyo-demografik özellikler, çalışma ortamı özellikleri, iş sağlığı ve güvenliği, tükenmişlik ve iş tatmini ölçeklerinden oluşturulmuş anket formu ile 121 birey değerlendirilmiştir. Fazla vardiya ile çalışanlar ile iş tecrübesi daha az olanlarda ve işini istemeyerek yapanlarda duyarsızlaşma ve tükenmişlik durumunun daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Tükenmişliğin kontrol altına alınmasında organizasyonel boyutta iş tatmininin artırılmasına

yönelik girişimlere yer verilmesi gerekliliğine değinilmiştir. Bu hususla ilişkili olarak vardiya çalışma koşullarının iyileştirilmesinin etkili olacağı ayrıca maden sektöründe iş doyumunun gelecekteki çalışmalara konu edilmesi gerekliliği bildirilmiştir (Günaydın ve Şüküroğlu, 2021).

Çin'de yapılan bir çalışmada KİSR üzerinde psikososyal faktörlerin ne derece etkili olduğu farklı meslek grupları üzerinde incelenmiştir. Bu amaçla madenciler ve farklı meslek grupları değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmanın sonunda madencilerin KİSR oranının daha yüksek olduğu (%78), yüksek iş beklentisinin boyun ve üst ekstremitte ağrısı ile; iş memnuniyetsizliğinin ise bel ağrısı ile ilişkili olduğu saptanmıştır (Yue vd., 2014).

Avusturalya'da kömür madencilerinde yapılan bir çalışmada KİS'e ait ağrı ile stres bozukluğu arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırma kapsamında yapılan iş türü, yaş, çalışma süresi, VKİ, egzersiz yapma, uyku kalitesi, fiziksel ve bilişsel yorgunluk sorgulanmıştır. Katılımcılardan %80,5'inde en az bir bölgede kas iskelet ağrısı saptanmış ve bu ağrıların yüksek oranda psikososyal risklerle ilişkilendirilebileceği ortaya konmuştur. Stres bozukluğu ile ağrıyan kas iskelet bölgesi sayısının ve operatör olarak çalışmanın ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Stres arttıkça işe devamsızlık ve bel ağrısının artış gösterdiği, algılanan uyku kalitesinin; ağrı ve stres ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Çalışmanın sonunda işyerinde uyku düzeni ve egzersiz yapma için imkan sunulmasına yönelik önerilerde bulunulmuştur (Carlisle ve Parker, 2014).

Yeraltı kömür madeninde yapılan bir çalışmada, maden sektöründe örgütsel boyutta yapılacak incelemelere yüksek düzeyde ihtiyaç olduğu bildirilmiştir. Çeşitli endüstrilerde (hava ve demiryolu ulaşımı, nükleer sanayi, petrol işletmeleri, madencilik, vb.) yakın zamanda yapılan birçok olay analizi, büyük kazaları tetikleyen koşulların oluşumunda organizasyonel faktörlerin kilit rol oynadığını göstermiştir. Madencilik sektöründeki günlük operasyonlar, iş sağlığı ve güvenliği açısından halen önemli bir risk kaynağıdır. Çalışmanın sonunda madencilik sektöründe güvenlik ikliminin geliştirilmesine yönelik yapılacak faaliyetlerin, organizasyonel kültürün oluşmasında yüksek seviyede etkili olacağı vurgulanmıştır (Komljenovic vd., 2017).

Hindistan'da yapılan bir çalışmada, madencilikte mekanizasyona geçilmesi ile ağır iş yükünde azalmanın beklenen düzeyde olmadığı; ergonomik risklere maruziyet ile KİSR'nin yüksek düzeylerde görüldüğü bildirilmiştir. Araç özelliklerine bağlı titreşim, gürültü ve aydınlanma gibi sorunların risk teşkil ettiği üzerinde durulmuş olup; her maden ocağının farklı özellikte olmasının, kullanılan araç

çeşitliliğinin ve kişisel farklılıkların katılımcı ergonomi eğitimlerine ve farkındalık programlarına ihtiyaç oluşturduğu bildirilmiştir (Mandal, 2014).

3. Madencilikte Ergonomi ve Ergonomik Riskler

Madenciler önemli ölçülerde ergonomik risklere maruz kalmaktadırlar. İşe bağlı KİSR, maden çalışanlarının sağlığı için tehdit olduğu gibi; sektör için de iş gücü, iş günü kayıpları ve artan sağlık harcamalarına sebep olarak ciddi bir mali yük oluşturmaktadır. Maden işçileri, dinamik seyreden çalışma şartlarında biyopsikososyal açıdan bütüncül olarak etkilenmektedir (Sen vd., 2020).

Madencilik işlerinde en kısa sürede en fazla üretim ve kar elde etmek temel hedeflerdendir. Bu amaç doğrultusunda günümüz madenciliğinde galeri açma, kesici-yükleyici mekanizasyonu gibi işlerde insan odaklı üretim biçiminden mekanizasyon ve otomasyona dayalı üretime geçiş olmuştur (Bilir, 2016; Yıldız ve Sandal, 2020).

Bu bölüm kapsamında ergonomik riskler; fiziksel, kişisel, organizasyonel, psikososyal ve çevresel riskler ana başlıkları altında alt başlıklara da yer verilerek sunulmuştur.

3.1. Fiziksel Riskler

Fiziksel ergonomik riskler; işin şiddeti, sıklığı ve süresine bağlı olarak yerine getirilmesi esnasında insanın anatomik, fizyolojik, antropometrik ve biyomekanik özellikleri ile ilgilidir (Koningsveld, 2019; Otto ve Battaia, 2017).

Aşağıda fiziksel risk faktörleri ile ilgili açıklamalara yer verilmiştir:

3.1.1. Titreşim

Maden sektöründe maruz kalınan fiziksel risk faktörlerinin başında titreşim (TVT, el-kol titreşimi) gelmektedir. Madencilikte ağır ekipman araçları kullanan operatörler engebeli, çamurlu, girinti ve çıkıntılı çok olduğu ve patlatma sonrası zemin değişikliklerinin hızlıca yaşanabileceği ortamda sürüş gerçekleştirirler (Wolfgang ve Burgess-Limerick, 2014).

Madencilikte TVT ile ilgili kontrol tedbirleri kapsamında şunlar önerilmiştir (Kumar, 2004; McPhee, 2004):

- Düzenli titreşim ölçümleri,
- Operatör eğitimi,
- Hız sınırına uymak,
- Hızlı bir iletişim ile yol sorunlarının düzeltilmesi,
- Etkili ve düzenli yol bakım çalışmalarının yapılması,
- Düzenli araç bakımı,
- Görev çeşitliliği,
- Düzenli aralıklarla koltuktan kalkıp hareket etmek,

- Sık ve kısa molalar vermek.

Madencilik sektöründe maruz kalınan diğer titreşim türü ise el-kol titreşimidir. Delme-patlatma çalışmalarında kullanılan bazı iş araçlarının kullanımı el-kol titreşim maruziyetine sebep olabilmektedir. Ayrıca kat arası çökertme işleminde basınçlı hava yardımı ile patlayıcı yerleştirme aracı olarak kullanılan basınçlı makinaların avuç içinde tutulmasının, yüksek el-kol titreşimine sebep olduğu bilinmektedir (Demir vd., 2016).

3.1.2. Sabit Duruş

Uzun süre sabit duruşta çalışma sonucunda kas ve eklem çevresinde artan gerilim ve dolaşım bozuklukları sonucu ağrı ve yaralanma riskinde artış olabileceği bilinmektedir (Da Costa ve Vieira, 2010; Moore vd., 2012).

Madencilikte uzun süre oturarak ya da ayakta hareketsiz kalarak çalışma mekanizasyonla daha da artmıştır. Yeraltı madencilikte bir işle meşgul olunması, işi bitirmeden mola verilmemesi yönünde eğilim vardır. Sık verilen molalar ve görev değişiklikleri ergonomik önlemlerdendir (Moore vd., 2008).

3.1.3. Elle Taşıma İşleri

Maden işlerinde elle taşıma işleri, fiziksel risklerin başında gelmektedir (Boğa, 2014). Elle taşıma işlerine bağlı gelişen KİSR; yükü kaldırma, yükü taşıma, itme-çekme ve sık tekrarlı hareketler şeklinde risklerden kaynaklanmaktadır (Hossny vd., 2015).

Kömür madeninde kullanılan ekipman, alet, teçhizat ağırdır ve biçim açısından kavraması kolay değildir (Mandal, 2014). Mekanize madencilikte ise yeraltı maden çalışmalarında tahkimat için püskürtülen betona ait çimento çuvaları, patlatma için kullanılan kimyasal malzemeler çoğu zaman çuvalarla yeraltı ortamında elle taşınmaktadır. İlgili alana çakma ve delme işlemlerinde kullanılan kazı ve tahkimat elemanları (kaya saplamaları, yüzey plakaları, vb.) elle hazırlanıp sisteme ilave edilmektedir (Yağcı, 2021).

3.1.4. Düzgün olmayan duruş:

Duruş, vücudun her bir kısmının kendisine yakın segmente ve vücutun bütününe oranla en ideal pozisyonudur. Doğru duruş, yerçekimine karşı en az enerji ile dengede kalmayı ve dengenin korunmasını sağlar (Otman ve Köse, 2008). Omurga kaynaklı ağrıların çoğunlukla sık eğilme, rotasyonla birlikte öne eğilme ve bu şekilde iş yapma esnasında artış gösterdiği bilinmektedir (Tekin, 2006). Madencilerde dar alanlarda yapılan işlerde dizler üzerine çökme, topuklar üzerine oturarak çalışma (Moore vd., 2012), yükseğe uzanarak çalışma (Mandal, 2014) kötü duruşa örnektir.

3.2. Kişisel Riskler

Ergonomik riskler açısından bir diğer önemli konu yatkınlık ve bireysel özelliklerdir. Kişisel risk faktörleri olarak yaş, cinsiyet, ırk, fiziksel uygunluk düzeyi, antropometrik faktörler, sigara içme, alışkanlıklar, psikolojik yapı, sosyoekonomik düzey, duruşla ilgili etkenler, omurga hareketliliği, kas kuvveti, geçirilen KİSR öyküsü gibi bir takım risk etkenleri sıralanabilir (Da Costa ve Vieira, 2010).

3.2.1. Yaş

Maden türleri, işçilerin yaş ortalamaları açısından değişiklik gösterir. Madenin jeolojik yapısı, madenin yaşı, talep edilen iş gücü gibi etkenler madencilerin yaş ortalamasında belirleyicidir (Tekin, 2006; Weston vd., 2016). Birçok maden işçisinin, 45 yaştan sonra kendilerinden yeni ve zorlu bir iş istendiğinde fiziksel ve bilişsel olarak yetersiz performans sergiledikleri gözlenmiştir (McPhee, 2004).

3.2.2. İş Tecrübesi

Kişisel risk faktörlerinden bir diğeri ise iş tecrübesidir. Madencilik sektöründe çalışılan süre ile KİSR'de artış olduğu bildirilmiştir. Madenciler ile ofis çalışanlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada; çalışma süresi madencilerde anlamlı şekilde yüksek çıkmış ve çalışma süresinin bel ağrısı sıklığında artışa sebep olduğu bulunmuştur. Çalışma süresindeki artışla bel bölgesine binen yükün progresif seyir gösterdiği ve dinlenme süresinin kısaldığı bildirilmiştir (Tekin, 2006).

3.2.3. Fiziksel Uygunluk

Fiziksel uygunluk; herhangi bir zorlanma olmaksızın günlük yaşam aktivitelerini yerine getirebilme yeteneği, ani gelişen olaylar karşısında açığa çıkan enerji, optimum performans, dayanıklılık ve güç olarak açıklanabilir (Deuster ve Silverman, 2013). Nötral duruşun sağlanması, yaralanmaların önlenmesi ve etkin iş performansının elde edilmesi noktasında fiziksel uygunluk parametreleri etkilidir (Choi ve Woletz, 2010). VKİ, kas kuvveti, endurans, esneklik gibi fiziksel uygunlukla ilgili kriterler KİSR'de rol oynamaktadır. Yapılan bir çalışmada madencilerde bel ağrısı ile egzersiz alışkanlığının ilişkisine bakılmış ve literatürle uyumlu olarak egzersiz alışkanlığı olan madencilerde bel ağrısının anlamlı seviyede düşük olduğu bulunmuştur (Tekin, 2006).

3.3. Psikososyal Riskler

Ergonomik risk faktörlerinin bir diğer belirleyicisi de stres, tükenmişlik, KİSR gibi sonuçlara sebep olabilen psikososyal risklerdir (Jiskani vd., 2020). İşyerlerinde kısa ve sık aralıklarla verilen molaların, çalışanlarda iyilik halini ve iş memnuniyetini yükselttiği bildirilmiştir. İş doyumu yüksek olan bir çalışanın fiziksel ve bilişsel sağlığının da iyi olması beklenmektedir (Ravindran, 2019). Maden işyerleri

doğası gereği birçok psikososyal riski bir arada bulundurur. Göçük altında kalma korkusu, toplu ölümlerin yaşandığı kazalar, işi zamanında yetiştirememenin oluşturduğu endişe, gün ışığından uzak kalma, sıcak, soğuk, gürültü, vardiya, molaların az ya da yetersiz olması, uzamış çalışma saatlerinin oluşturduğu stres bunlardan birkaçıdır (Bilir, 2016; McPhee, 2004).

İşyerinde devam eden ergonomik problemlerin iş stresini ve doyumsuzluğu tetikleyeceği ve işgücü verimini düşüreceği bildirilmiş olup iyileştirmeye yönelik şu öneriler yapılmıştır (Ravindran, 2019):

- Molalarda etkili aktivite imkanları,
- Kullanılan makine ve ekipmanın çevresel düzeni,
- Düzenli gürültü kontrolü,
- Ergonomik prensiplere yönelik çalışma duruşları, elle taşıma gibi konularda bilinçlendirme,
- Düzenli egzersiz yapılması.

3.4. Örgütsel Riskler

Örgütsel ergonomide çalışanların tahammül sınırları ile işin yürütüm şartları arasında optimum uyum olması aranır. Sürdürülebilir üretim ve istikrarlı işgücü için katılımcı yaklaşımların olduğu; izin, mola, çalışma saatleri, vardiya düzeni, ücret gibi konularda iş birliği ve doğru iletişim ile çözüm odaklı düzenlemeler ele alınmalıdır (Yıldız ve Sandal, 2020).

Madencilikte organizasyonel risk faktörleri şu şekilde sıralanabilir (McPhee, 2004; Sen vd., 2020; Wiehagen ve Turin, 2004):

- Uzamış görev süresi,
- Yetersiz molalar,
- Yüksek iş beklentisi ve kontrol,
- İş rotasyonu yetersizliği,
- Vardiya sistemi,
- Kullanılan alet, makine, araç ve araç kabini özelliklerinde işçiye uyum sorunları,
- Yetersiz denetim,
- Yetersiz çalışan desteği,
- Yetersiz Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) ve ergonomik ekipman.

3.5. Çevresel Riskler:

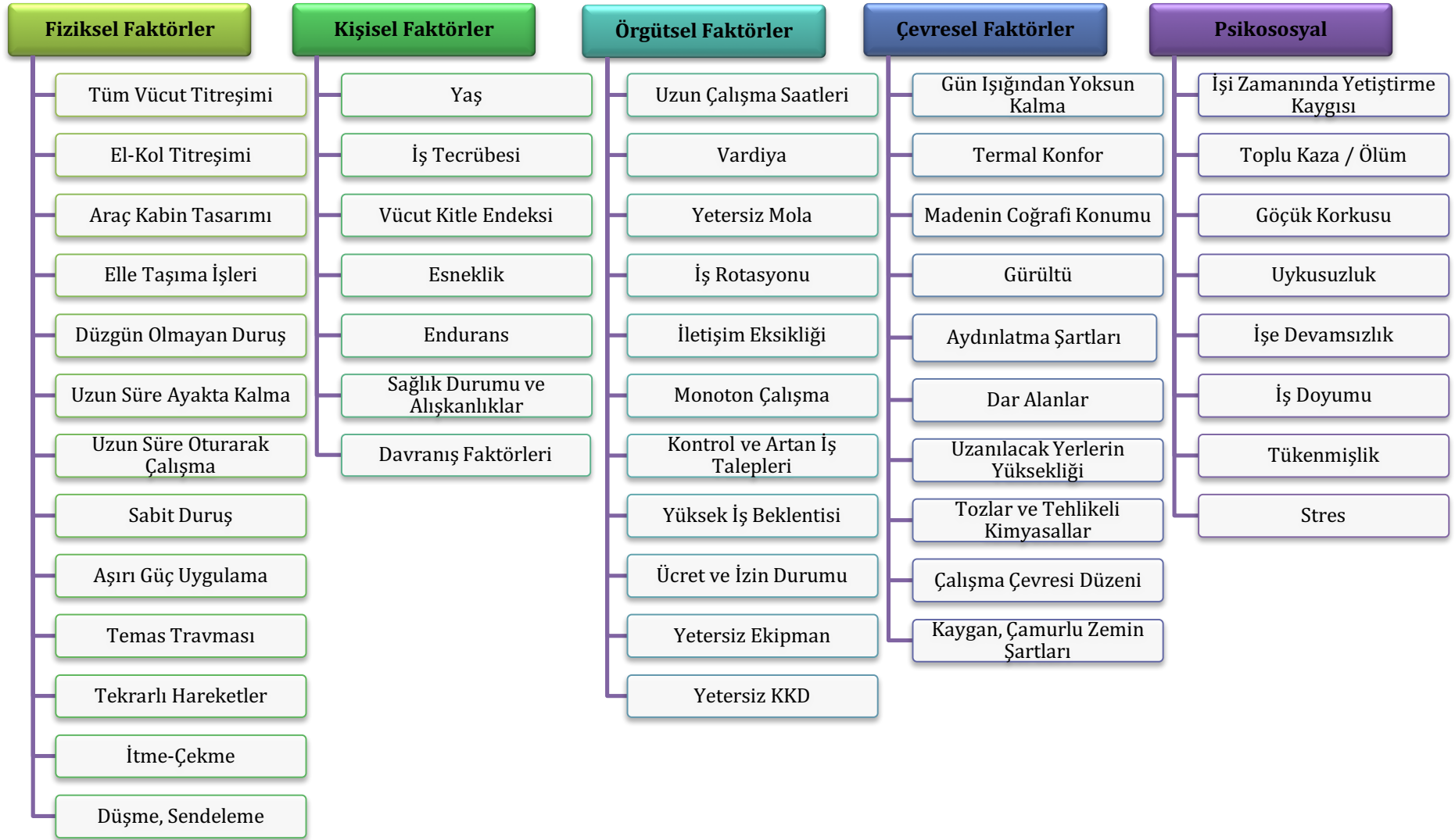
Madencilik sektörü sahip olduğu dinamik yapısıyla her an değişebilen tehlike ve risklerle karşı karşıyadır (Keskin vd., 2020). Madencilik sektörünün işleyişi gereği delme-patlatma ve tahkimat için yürütülen işlerin beraberinde getirdiği bozuk-kaygan zemin şartları, kapalı-dar alanlar, sıcak-soğuk ortamlar, gürültü, basınç, nem, yetersiz aydınlatma ve havalandırma, toz ve tehlikeli gazlar çevresel riskler kapsamında sayılabilmektedir (Bilir, 2016; Yıldız ve Sandal, 2020). Çalışma şartlarını ergonomik açıdan düzenlemek, alet ve teçhizatı

çalışanın kullanımına uygun hale getirmek, sürekli planlama, kontrol ve önlem almayı gerektirmektedir.

Yapılan bir çalışmada yeraltı madenin getirdiği artan sıcaklık ve nem gibi faktörlerin, tansiyon ve solunum hızı gibi fizyolojik değerleri etkilediği bildirilmiştir (You vd., 2014). Yeraltında çalışan makinaların oluşturduğu gürültü, maruziyet sınır değerleri aralığında olsa da stres, anksiyete, tansiyon problemleri gibi sağlık problemlerine yol açabilmekte ve üretim verimini düşürebilmektedir (McBride, 2004).

Maden içinde güvenilir yaşam alanlarının oluşturulması, çevresel düzenlemelerin sürekliliği ve güvenli davranış alışkanlıkları edindirmek için yapılan ergonomi girişim programları, yapay zeka sistemleri, enerji koruyucu yaklaşımlar madencilikte çevresel riskler için önerilen proaktif yaklaşımlardandır (You vd., 2014).

Madencilik sektöründe karşılaşılan ergonomik risk faktörlerinin toplu olarak sınıflandırılmasının gösterimi Şekil 2’de verilmiştir:



Şekil 2. Madencilikte Risk Faktörlerinin Sınıflandırılması

Tablo 1’de madencilikte ergonomi alanında yapılmış çalışmalarda yazarların ele aldığı ergonomik riskler, öneri ve önlemler verilmiştir:

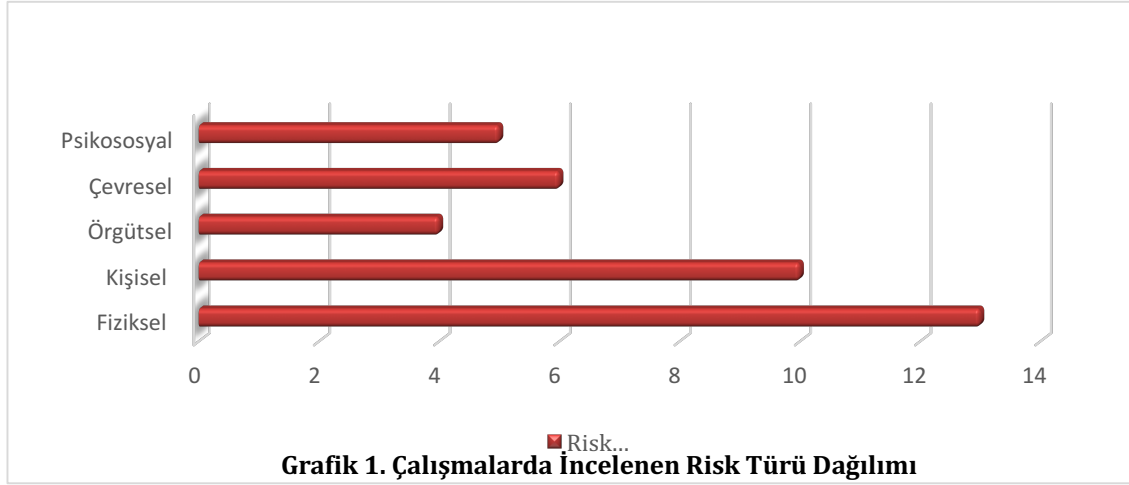
Tablo1. Çalışmaların Yapıldığı Maden Türleri ve Ele Alınan Ergonomik Riskler

Yazar Adı	Maden Türü	Ergonomik Riskler	Önlem / Öneri
(Yağcı, 2021)	Yeraltı bakır	Fiziksel, kişisel, psikososyal	<ul style="list-style-type: none"> Ergonomik risk analizi Düzenli ergonomi eğitimi Örgütsel düzenlemeler Düzenli egzersiz
(Günaydın ve Şüküroğlu, 2021)	Yeraltı maden	Psikososyal, örgütsel	<ul style="list-style-type: none"> Vardiya koşullarının iyileştirilmesi İş doyumunun artırılması
(Jiskani vd., 2020)	Yeraltı kömür	Yüksek iş talepleri ve yetersiz kontrol, psikososyal	<ul style="list-style-type: none"> Örgütsel ve psikososyal önlemler
(Chaudhary vd., 2019)	Yerüstü demir	TVT, yaş, VKİ, araç ve zemin şartları, örgütsel	<ul style="list-style-type: none"> TVT farkındalık eğitimleri Mühendislik girişimleri Fiziksel aktivite ve kilo kontrolü
(Selici vd., 2018)	Yeraltı kömür	Bel çevresi esneklik ve endurans düşüklüğü	<ul style="list-style-type: none"> Düzenli egzersiz ve fizyoterapi uygulamaları
(Street ve Thomas, 2017)	Maden sektörü	VKİ	<ul style="list-style-type: none"> Kilo yönetimi ve davranış değişikliği programı
(Komljenovic vd., 2017)	Yeraltı kömür	Örgütsel	<ul style="list-style-type: none"> Güvenlik ikliminin geliştirilmesi
(Erdem vd., 2016)	Maden Sektörü	El-kol titreşimi	<ul style="list-style-type: none"> El-kol titreşim maruziyetinin ölçümü
(Weston vd., 2016)	Yeraltı ve yerüstü kömür, yerüstü taş, taş işleme	Elle ağır yük taşıma, aşırı efor, tekrarlı işler, nesnenin düşmesi-çarpması, yaş, çalışma süresi	<ul style="list-style-type: none"> Ekipman çeşitliliği Düzenli hijyen Çalışma çevresi düzeni Ergonomik farkındalık
(Sharma vd., 2016)	Yeraltı kömür	Aşırı fiziksel zorlama, çevresel, termal konfor	<ul style="list-style-type: none"> Ergonomik girişimler
(Jahangiri vd., 2015)	Kurşun	Uzun süre ayakta kalmak, TVT, kötü duruş	<ul style="list-style-type: none"> Aralıklı risk değerlendirmesi Düzenli ergonomi eğitimleri Mühendislik girişimleri
(Hossny vd., 2015)	Yeraltı maden	Elle yük kaldırma ve taşıma	<ul style="list-style-type: none"> Biyomekanik modelleme Ergonomi farkındalık eğitimi Vardiya öncesi egzersiz Çalışma çevresi düzeni
(Boğa, 2014)	Yerüstü kömür	Elle yük kaldırma, kötü duruş, sabit oturma, ayakta kalarak çalışma, sosyal destek azlığı, zorlu kavrama, çalışma ortam şartları, uzağa erişmeye çalışma	<ul style="list-style-type: none"> Ergonomik değerlendirme Ergonomi eğitimleri Ergonomik iyileştirme
(You vd., 2014)	Yeraltı maden	Çevresel riskler	<ul style="list-style-type: none"> Yaşam alanları Çevresel düzenleme Güvenli davranış edindirme için girişimler Yapay zeka sistemlerini kullanma Enerji koruma sistemleri

Tablo1. Çalışmaların Yapıldığı Maden Türleri ve Ele Alınan Ergonomik Riskler (Devamı)

Yazar Adı	Maden Türü	Ergonomik Riskler	• Önlem / Öneri
(Yue vd., 2014)	Yeraltı-yerüstü kömür	Psikososyal	• Çalışanlar arası iletişim eksikliğinin giderilmesi.
(Carlisle ve Parker, 2014)	Kömür madeni	Fiziksel, kişisel, psikososyal	• Uyku ve egzersiz programlarının uygulanması
(Mandal, 2014)	Yeraltı maden	Mekanize araçları kullanma, düzgün olmayan duruş, gürültü, titreşim, aydınlatma	• Katılımcı ergonomi eğitimi • Farkındalık oluşturma
(Moore vd., 2012)	Yeraltı düşük damar kalınlıklı kömür madeni	Kötü duruşla çalışma, dizüstü çökme ve çömelme	• Yardımcı ekipman kullanımı • Biyomekanik model geliştirme • Farkındalık eğitimi
(Moore vd., 2008)	Yeraltı kömür	Kötü duruş, tekrarlı hareketler, sendeleme-düşme, titreşim	• Ergonomik risk analizi • Ergonomi eğitimi • Yardımcı ekipman kullanımı
(Paul ve Maiti, 2008)	Yeraltı kömür	Sosyoteknik, kişisel	• Güvenli çalışma çevresi oluşturma • Farkındalık sağlama
(Stewart, I. B. vd., 2008)	Maden sektörü	Fiziksel kondisyon yetersizliği	• Düzenli egzersiz eğitimi
(Torma-Krajewski vd., 2007)	Yerüstü Kömür	Tekrarlı hareketler, elle ağır yük kaldırma, kuvvetli kavrama, kötü duruş, titreşim, sarsılma	• Ergonomik risk analizi • Ergonomi eğitimi • Fizyoterapi uygulamaları
(Nyantumbu vd., 2007)	Altın	El-kol titreşimi	• Titreşim ölçümlerinin düzenli yapılması • Kontrol tedbirlerinin uygulanması
(Tekin, 2006)	Kömür madeni	Yaş, çalışma süresi, bel ve sırt endurans düşüklüğü	• Bel okulu • Mesleki, kişisel farkındalık eğitimi
(Wiehagen ve Turin, 2004)	Yeraltı Kömür	Uzun süre kötü duruş, TVT, temas gerilimi, sendeleme/düşme, tekrarlı hareketler	• Ergonomik farkındalık, • Ergonomi eğitimi, • Güvenlik kültürü oluşturma, • Ergonomik ekipman kullanma • İş rotasyonları
	Yeraltı Kireçtaşı	Uzun süre kötü duruş, elle ağır yük kaldırma, sendeleme/düşme, tekrarlı hareketler, zorlu yürüme, kötü termal konfor, toz	
	Yerüstü Bakır	Uzun süre kötü duruş, elle ağır yük kaldırma, kuvvetli kavrama, el-kol titreşimi, tekrarlı hareketler, sıcaklık	
	Yerüstü Fosfat	Uzun süre kötü duruş, elle ağır yük kaldırma, kuvvetli kavrama, sendeleme/düşme, el-kol titreşimi, tekrarlı hareketler, gürültü	
(Ghosh vd., 2004)	Yeraltı kömür	Yaş, olumsuz çalışma koşulları, kötü çevre şartları, davranış faktörleri	• Ergonomi eğitimi
(McPhee, 2004)	Maden sektörü	TVT, kabin dizaynı, elle yük kaldırma-taşıma, ağır iş yükü, psikososyal	• Risk yönetimi • Katılımcı ergonomik çözümler
(Sarıkaya, 2002)	Kömür madeni	Ağır çalışma şartları	• Sağlık kontrollerinde bel tetkiklerine yer verilmesi. • Ergonomik risk analizi • Bel okulu ve farkındalık eğitimi

Grafik 1'de taranan araştırmalarda incelenen ergonomik risk türlerine göre dağılım sunulmuştur:



4. Bulgular

Yapılan araştırmaya göre madencilikte ergonomik risklerle yönelik aşağıdaki çıkarımlara ulaşılmıştır:

- Araştırmada maden sektöründe görölen ergonomik riskler fiziksel, kişisel, örgütsel, çevresel ve psikososyal olmak üzere altı ana sınıfta incelenmiştir.
- Sınıflandırma, madenin çeşidi ve üretim tipi için ayrı ayrı belirtildiği gibi her ikisi için de belirtilmiştir.
- Kömür ocaklarında yapılan çalışmaların daha fazla olduğu görölmüştür.
- Madencilikte ergonomik risklere maruziyet sonucunda KİSR başta olmak üzere ağrı, stres, yorgunluk, uyku kalitesinde bozukluk gibi fiziksel ve bilişsel sağlık problemleri görölmektedir.
- Maden sektöründe fiziksel ergonomik risklere daha fazla maruz kalındığı; en çok da titreşim ve elle yük taşıma ile ilgili risklerin yaşandığı söylenebilir.
- Mekanizasyonla birlikte araca ait parçaların elle taşınması, itme-çekme ile aracın kurulumu, sabit duruş, sürekli oturma ile işi yürütme, ayakta uzun süre kalarak çalışma, TVT gibi ergonomik risklere daha fazla maruz kalınmaktadır.
- Madenin vazgeçilmez elemanlarından olan yük araçlarına ait kabin tasarımı, süspansiyon özellikleri, operatörün antropometrik ölçümleri, bel başta olmak üzere KİSR için ergonomik risk oluşturmaktadır.

- Dar alanlarda uygun olmayan vücut duruşuyla çalışma önemli fiziksel risk faktörlerindedir.
- Maden sektöründe karşılaşılan psikososyal risklerden işi zamanında yetiştirebilme kaygısının fazlaca yaşandığı ve stresin en önemli psikososyal risk olduğu söylenebilir.
- Madencilerde yaşanan psikososyal risklerin ağrı, tansiyon değişikliği gibi fizyolojik yansımaları olduğunu ve işe devamsızlık için zemin oluşturduğu söylenebilir.
- Kişisel risk faktörlerinden yaş ve tecrübenin maden ocağının konumlandığı coğrafi yapı ile ilişkili olduğu ve kişisel risk faktörlerinin o bölgenin kültürü ile ilişkili olduğu-söylenebilir.
- Yaş ve işi tecrübesi arttıka KİSR'de artış olduğu söylenebilir.
- Madencilerin VKİ'lerinin fazla olduğu, kilo ve ağır işi yükünün madencilerde KİSR için önemli bir ergonomik risk oluşturduğu söylenebilir.
- Madencilerde fiziksel uygunluk kriterlerinin düşük seviyelerde olduğu, KİSR ve işi kazaları için önleyici yaklaşımlarla müdahale gerektirdiği görölmüştür.
- Madencilik sektöründe çevresel risklerden çalışma alanının düzensizliği, uzanılacak yerlerin yüksekliği, kaygan-çamurlu zemin, dar alanlar fazlaca görölmektedir.

- Sıcaklık, nem, gürültü gibi çevresel risk faktörleri beraberinde önemli bilişsel ve fiziksel sağlık problemlerini getirmektedir.
- Vardiyalı çalışma, iş rotasyonu, tek işle meşgul olma, yetersiz mola ya da molasız çalışma maden sektörünün başta gelen örgütsel riskleridir.
- Maden sektöründe yönetimin yüksek iş beklentisi ve kontrol; yoğun yaşanan örgütsel risklerdendir.
- Ekipmanın kişiye uygun olmaması, yetersiz ekipman ve KKD çeşitliliğinde azlık diğer örgütsel risklerdendir.
- Yapılan incelemede madencilik sektöründe daha çok fiziksel risk faktörlerinin incelendiği görülmüştür. Daha sonra kişisel faktörler araştırma konusu edilmiştir.
- Sırasıyla; örgütsel, psikososyal ve çevresel ergonomik risklerin daha az incelendiği görülmüştür.
- Madencilikte ergonomik riskler konusu diğer sektörlerle göre daha az araştırılmıştır.
- Madencilikte ergonomik risklerle yapılan ulusal çalışmaların oldukça yetersiz olduğu görülmüştür.
- İncelenen çalışmaların sonunda madencilik sektöründe ergonomi eğitime ve ergonomik girişimlere acil ihtiyaç olduğu görülmüştür.
- Madencilikte ergonomik risklerle ilgili yapılan sınıflandırma araştırmacının çalışmasına göre artabilir ya da azalabilir.

5. Tartışma ve Sonuç

Maden sektörü, özellikle de yeraltı madenciliği diğer sektörlerden oldukça farklı tehlikeleri bir arada barındırır. Madenciler, sürekli değişen bir çalışma ortamıyla mücadele etmek zorundadırlar (Yıldız ve Sandal, 2020).

Madencilik işlerindeki dinamik çalışma sürecinde meydana gelebilecek iş kazası ve meslek hastalıklarının önlenmesinde ivedilikle yapılacak işyeri ortam gözetimleri ve kontrol tedbirlerinin uygulanması önemlidir (Keskin vd., 2020).

Maden sektöründe ergonomi konusunda yapılan çalışmaların az olmasının (Aksüt vd., 2020) yanında çoğunun birbirinin tekrarı niteliğinde olduğu ve ağır çalışma şartlarının konu edildiği bildirilmiştir (McPhee, 2004).

Maden endüstrisinde sağlık ve güvenliği etkileyerek hata yapma olasılığında artışa ve KİSR gibi sonuçlara

sebeplenecek ergonomik riskler; uzamış vardiya saatleri, fiziksel ve bilişsel yorgunluk, yeraltı çalışmalarında iş monotonluğu ile sabit duruş ve yüksek konsantrasyon ile operasyon yönetme, gürültü, yönetimin taleplerindeki algılanan artış, denetim hataları, sürekli ağır fiziksel yüklenme, azalmış iş rotasyonları, sedanter çalışma duruşu, titreşim ve artan yaş şeklinde sayılabilir. Yöneticiler tarafından ergonomik risklere çözüm üretilmediği takdirde maden sektöründe sağlık ve ekonomik açıdan daha büyük problemlerin yaşanacağı bildirilmiştir (Boğa, 2014; Sen vd., 2020).

Ergonomik risklerden kaynaklı maden sektöründe artan işgücü ve işgünü kaybının ötesinde madencilerin biyopsikososyal iyilik halinin sağlanmasında ergonomik yaklaşımlara acil ihtiyaç olduğu bildirilmiştir (Mandal, 2014; Sen vd., 2020; Yağcı, 2021).

Kaza teorilerinden yola çıkıldığında iş sağlığı ve güvenliği yönetimi kapsamında günümüzde ergonomi, sosyoteknik yaklaşımlar ve güvenlik kültürü oluşturma söz konusudur (Yıldız ve Sandal, 2020).

Risklerin bertaraf edilmesi yönünde atılacak ilk adım, işyerinde var olan ya da tehdit oluşturan tehlikelerin açık bir şekilde ortaya konulmasıdır (Yıldız ve Sandal, 2020).

Risk analizinde ilk aşama olan tehlikelerin tanımlanması noktasında bu çalışmada yapılan maden sektöründe ergonomik risklerin sınıflandırması, tehlikelerin tespitine sistematik bir yaklaşım sağlayacak olup farklı sektörler için de birbirinden farklı risklerin belirlenmesinde literatüre katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak; çok tehlikeli sınıfta yer alan madencilik sektöründe sağlık, güvenlik ve iş verimi sürekliliğinin sağlanması noktasında ergonomik değerlendirme ve girişimlere gereken önemin verilmesi ve gelecekteki araştırmalara konu edilmesi gerekmektedir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

- Aksüt, G., Tamer, E. & Tüfekçi, M. (2020). Ergonomik Risk Faktörlerinin Sınıflandırılması Bir Literatür Taraması. *Ergonomi*, 3(3), 169-192.
- Amponsah-Tawiah, K., Leka, S., Jain, A., Hollis, D. & Cox, T. (2014). The Impact of Physical and Psychosocial Risks on Employee Well-being and Quality of Life: The Case of the Mining Industry in Ghana. *Safety Science*, 65, 28-35.
- Bhattacharjee, A., Kunar, B. M., Baumann, M. & Chau, N. (2013). The Role of Occupational Activities and Work Environment in Occupational Injury and Interplay of Personal Factors in Various Age Groups Among Indian and French Coalminers. *International journal of occupational medicine and environmental health*, 26(6), 910-929.
- Biering-Sørensen, F. (1984). Physical Measurements as Risk Indicators for Low-Back Trouble Over a One-Year Period. *Spine*, 9(2), 106-119.
- Bilir, N. (2016). *İş Sağlığı ve Güvenliği*. Güneş Tıp Kitabevi, Ankara.
- Boğa, B. (2014). Açık Ocak Yöntemi ile Çalışılan Bir Madende Ergonomik Risklerin Anket Yoluyla Değerlendirilmesi. Uzmalık Tezi, *Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği*, Ankara.
- Carlisle, K. N. & Parker, A. W. (2014). Psychological Distress and Pain Reporting in Australian Coal Miners. *Safety and health at work*, 5(4), 203-209.
- Chaudhary, D. K., Bhattacharjee, A., Patra, A. K., Upadhyay, R. & Chau, N. (2019). Associations Between Whole-Body Vibration Exposure and Occupational and Personal Factors in Drill Operators in Indian Iron Ore Mines. *Mining, Metallurgy & Exploration*, 36(3), 495-511.
- Choi, S. D. & Woletz, T. (2010). Do Stretching Programs Prevent Work-Related Musculoskeletal Disorders. *Journal of safety, health and environmental research*, 6(3), 1-19.
- Da Costa, B. R. & Vieira, E. R. (2010). Risk factors for Work-Related Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review of Recent Longitudinal Studies. *American journal of industrial medicine*, 53(3), 285-323.
- Demir, G., Yılmaz, M. & Şen, M. (2016). Eti Bakır A.Ş Küre Yeraltı İşletmesi'nde Gerçekleştirilen Patlatma Uygulamalarının İncelenmesi. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 55(2), 53-62.
- Deuster, P. A. & Silverman, M. N. (2013). Physical Fitness: a Pathway to Health and Resilience. *US Army Medical Department Journal*.
- Erdem, B., Doğan, T., Duran, Z. & Özgen, Z. (2016). Maden İşyerlerinde Kullanılan Bazı İş Araçlarından Kaynaklanan El-Kol Titreşim Maruziyetinin Ölçümü ve Değerlendirilmesi. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 55(2), 23-44.
- Ghosh, A. K., Bhattacharjee, A. & Chau, N. (2004). Relationships of Working Conditions and Individual Characteristics to Occupational Injuries: A Case-Control Study in Coal Miners. *Journal of occupational health*, 46(6), 470-480.
- Günaydın, M. & Şüküroğlu, E. E. (2021). Yeraltı Maden Çalışanlarının Tükenmişlik Düzeylerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Çalışmalarına Etkisi. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 13(2), 179-209.
- Hardison, M. E. & Roll, S. C. (2017). Factors Associated with Success in An Occupational Rehabilitation Program for Work-Related Musculoskeletal Disorders. *American Journal of Occupational Therapy*, 71(1), 1-8.
- Hossny, M., Nahavandi, D., Nahavandi, S., Haydari, V. & Harding, S. (2015). *Musculoskeletal Analysis of Mining Activities*. Paper presented at the 2015 IEEE International Symposium on Systems Engineering.
- Jahangiri, M., Moussavi Najarkola, S. A., Gholami, T., Mohammadpour, H., Jahangiri, A., Hesam, G. & Jalali, M. (2015). Ergonomics Intervention to Reduce Work-Related Musculoskeletal Disorders in A Lead Mine. *Health Scope*, 4(4).
- Jiskani, I. M., Silva, J. M. N. D., Chalgri, S. R., Behrani, P., Lu, X. & Manda, E. (2020). Mine Health and Safety: Influence of Psychosocial Factors on Musculoskeletal Disorders Among Miners in Pakistan. *International Journal of Mining and Mineral Engineering*, 11(2), 152-167.
- Keskin, M. Ö., Doğan, O. & Ersoy, S. (2020). Metalik Bir Yeraltı Maden İşletmesi, Cevher Çıkarma, Üretim ve Nakliyat Aşamalarında

- Risk Değerlendirmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 9(2), 84-98.
- Komljenovic, D., Loisel, G. & Kumral, M. (2017). Organization: A New Focus on Mine Safety Improvement in A Complex Operational and Business Environment. *International Journal of Mining Science and Technology*, 27(4), 617-625.
- Koningsveld, E. (2019). History of the International Ergonomics Association 1985-2018. In: IEA Press.
- umar, S. (2004). Vibration in Operating Heavy Haul Trucks in Overburden Mining. *Applied Ergonomics*, 35(6), 509-520.
- Mandal, B., B. (2014). *Implementation of DGMS Guidelines for Ergonomics Risk Assessment of Mining Operations*. Paper presented at the National Workshop on Applied Ergonomics for Mining. National Institute of Miners.
- McBride, D. I. (2004). Noise-Induced Hearing Loss and Hearing Conservation in Mining. *Occupational medicine*, 54(5), 290-296.
- McPhee, B. (2004). Ergonomics in Mining. *Occupational medicine*, 54(5), 297-303.
- Moore, S., Bauer, E. & Steiner, L. (2008). Prevalence and Cost of Cumulative Injuries Over Two Decades of Technological Advances: A Look at Underground Coal Mining in The US. *Min Eng*, 60(1), 46-50.
- Moore, S., Pollard, J. & Nelson, M. (2012). Task-Specific Postures in Low-Seam Underground Coal Mining. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 42(2), 241-248.
- Nyantumbu, B., Barber, C. M., Ross, M., Curran, A. D., Fishwick, D., Dias, B., . . . Phillips, J. I. (2007). Hand-Arm Vibration Syndrome in South African Gold Miners. *Occupational medicine*, 57(1), 25-29.
- Otman, S. & Köse, N. (2008). Antropometrik Ölçümler: Tedavi Hareketlerinde Temel Değerlendirme Prensipleri. *Yücel Ofset Yayınları, Ankara*.
- Otto, A. & Battaia, O. (2017). Reducing Physical Ergonomic Risks at Assembly Lines by Line Balancing and Job Rotation: A Survey. *Computers & Industrial Engineering*, 111, 467-480.
- Paul, P. & Maiti, J. (2008). The Synergic Role of Sociotechnical and Personal Characteristics on Work Injuries in Mines. *Ergonomics*, 51(5), 737-767.
- Ravindran, D. (2019). Ergonomic impact on employees' work performance. *Advance and Innovative Research*, 6(1), 231-237.
- Sarıkaya, S. (2002). *Kömür Madeni Çalışanlarında Bel Ağrısı*. Retrieved from Zonguldak:
- Selici, K., Özdemir, Ö. Ç., Kunduracılar, Z., Kayınova, A. & Köktürk, F. (2018). Zonguldak Yeraltı Maden İşçilerinde Fiziksel Uygunluk ile Bel Ağrısı Özü ve Ayakta Durma Dengesi İlişkisi. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation*, 5(3), 173-180.
- Sen, A., Sanjog, J. & Karmakar, S. (2020). A Comprehensive Review of Work-Related Musculoskeletal Disorders in the Mining Sector and Scope for Ergonomics Design Interventions. *IIEE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors*, 8(3), 113-131.
- Sharma, G. D., Dey, S. & Dey, N. (2016). Rationalising Postural Demand of Side Discharge Loading Machine Operators with Respect to Musculoskeletal Pain and Discomfort in Underground Coal Mines in India. *International Journal of Human Factors and Ergonomics*, 4(1), 60-72.
- Stewart, I. B., McDonald, M. D., Hunt, A. P. & Parker, T. W. (2008). Physical Capacity of Rescue Personnel in the Mining Industry. *Journal of occupational medicine and toxicology*, 3(1), 1-6.
- Stewart, M., Latimer, J. & Jamieson, M. (2003). Back Extensor Muscle Endurance Test Scores in Coal Miners in Australia. *Journal of occupational rehabilitation*, 13(2), 79-89.
- Street, T. D. & Thomas, D. L. (2017). Beating Obesity: Factors Associated with Interest in Workplace Weight Management Assistance in the Mining Industry. *Safety and health at work*, 8(1), 89-93.
- Tekin, Y. (2006). Madencilerde Bel Ağrısı Sıklığının Değerlendirilmesi ve Ofis Çalışanları İle Karşılaştırılması. Uzmanlık Tezi, *Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak*.
- Tekin, Y., Ortancil, O., Ankaralı, H., Basaran, A., Sarıkaya, S. & Ozdolap, S. (2009). Biering-

Sorensen Test Scores in Coal Miners. *Joint Bone Spine*, 76(3), 281-285.

Torma-Krajewski, J., Steiner, L., Lewis, P., Gust, P. & Johnson, K. (2007). Implementation of An Ergonomics Process at A US Surface Coal Mine. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37(2), 157-167.

Weston, E., Nasarwanji, M. F. & Pollard, J. P. (2016). Identification of Work-Related Musculoskeletal Disorders in Mining. *Journal of safety, health and environmental research*, 12(1), 274-283.

Wiehagen, W. J. & Turin, F. C. (2004). *Ergonomic Assessment of Musculoskeletal Risk Factors at Four Mine Sites; Underground Coal, Surface Copper, Surface Phosphate, and Underground Limestone*. Pittsburgh, PA : U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, Pittsburgh Research Laboratory.

Wolfgang, R. & Burgess-Limerick, R. (2014). Whole-Body Vibration Exposure of Haul Truck Drivers at A Surface Coal Mine. *Applied Ergonomics*, 45(6), 1700-1704.

World Mining Data. (2020) Erişim adresi: <https://www.world-mining-data.info/wmd/downloads/PDF/WMD2020.pdf>. Erişim Tarihi: 15 Ekim 2021.

Xu, G., Pang, D., Liu, F., Pei, D., Wang, S. & Li, L. (2012). Prevalence of Low Back Pain and Associated Occupational Factors Among Chinese Coal Miners. *BMC public health*, 12(1), 1-6.

Yağcı, M. (2021). Yeraltı Maden İşletmelerinde Mesleki Kas İskelet Sistemi Hastalıklarının Görölme Sıklığı ve İş Performansına Etkisi. Doktora Tezi, *Avrasya Üniversitesi*, Trabzon.

Yıldız, A. N. & Sandal, A. (2020). *İş Sağlığı ve Güvenliği Meslek Hastalıkları*, Hacettepe Üniversitesi.

You, B., Wu, C., Li, J. & Liao, H. (2014). Physiological Responses of People in Working Faces of Deep Underground Mines. *International Journal of Mining Science and Technology*, 24(5), 683-688.

Yue, P., Xu, G., Li, L. & Wang, S. (2014). Prevalence of Musculoskeletal Symptoms in Relation to Psychosocial Factors. *Occupational medicine*, 64(3), 211-216.