

ERGONOMİ ERGONOMICS

e-ISSN 2651-4877 Yıl / Year : 2020 Cilt / Volume : 3 Sayı / Number : 1



ERGONOMİ

e-ISSN: 2651 - 4877

ERGONOMİ

ERGONOMICS

YIL/YEAR : 2020

CİLT /VOLUME : 3

SAYI/NO : 1

BAŞ EDİTÖR / EDITOR IN CHIEF

Prof. Dr. Serpil AYTAÇ

Uludağ Üniversitesi İ.İ.B.F. Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Bölümü
saytac@uludag.edu.tr

EDİTÖR / EDITOR

Dr. Öğr. Üyesi Özlem KAYA

Hitit Üniversitesi Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi Tekstil ve Moda Tasarımı Bölümü
ozlemkaya@hitit.edu.tr

ALAN EDİTÖRLERİ / AREA EDITORS

Prof. Dr. Serpil AYTAÇ

Uludağ Üniversitesi İ.İ.B.F. Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Bölümü-BURSA

saytac@uludag.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

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

Uludağ Üniversitesi İ.İ.B.F. Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Bölümü-BURSA

saytac@uludag.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

Izr. Prof. Nataša VUJICA
HERZOG

Fakulteta za Strojništvo, Faculty of Mechanical Engineering-SLOVENYA

natasa.vujica@um.si

Prof. Dr. Tülin GÜNDÜZ

Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü-BURSA

tg@uludag.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Özlem KAYA

Hitit Üniversitesi Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi Tekstil ve Moda Tasarımı Bölümü-ÇORUM

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. Akın 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@yeniyuzyil.edu.tr
Prof. José Orlando GOMES	Graduate Program in Informatics-IM & NCE & School of Engineering/ Federal University of Rio de Janeiro-BRAZIL	joseorlando@nce.ufrj.br
Prof. Dr. Mustafa KURT	Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü-ANKARA	mkurt@gazi.edu.tr
Prof. Pedro FERREIRA	Oxford University, Presidente of Portuguese Ergonomics Society – APERGO Treasurer of Federation of European Ergonomics Societies – FEES-PORTUGAL-ENGLAND	ferreira.pnp@gmail.com
Assoc. Prof. Katya VANGELOVA	National Center of Public Health and Analyses, WHO Collaborating Center for Occupational Health-BULGARIA	k.vangelova@ncpha.government.bg katia.vangelova@gmail.com
Prof. Dr. Klaus BENGLER	Lehrstuhl für Ergonomie Technische Universität München-GERMANY	bengler@tum.de
Izr. Prof. Nataša VUJICA HERZOG	Fakulteta za Strojništvo Faculty of Mechanical Engineering-SLOVAKIA	natasa.vujica@um.si
Prof. Dr. R. Nesrin DEMİRTAŞ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı-ESKİŞEHİR	ndemirtas@ogu.edu.tr
PhD. Sara ALBOLINO	IEA General Secreter-ITALY	sara.albolino@gmail.com
Prof. Dr. Serap ULUSAM SEÇKİNER	Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü-GAZİANTEP	seckiner@gantep.edu.tr
Prof. Takashi TORIIZUKA	College of Industrial Technology, Nihon University-JAPAN	toriiduka.takashi@nihon-u.ac.jp
Prof. Dr. Velittin KALINKARA	Pamukkale Üniversitesi Denizli Meslek Yüksekokulu-DENİZLİ	vkalinkara@pau.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, 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 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.

Değerli Ergonomi Dergisi Okuyucuları,

Aylar süren yoğun, yorucu, özverili ve fedakarca yapılan çalışmaların bir ürünü olarak, 2018 yılında yayın hayatına başlayan dergimizin 3. yayım yılının ilk sayısını sizlerle buluşturmanın mutluluğu içerisindeyiz.

Başlangıçtan itibaren bu derginin hazırlanmasında emeği ve katkıları olan Editöre, Editör yardımcılara, Yayın ve Bilim Kurulu Üyelerine, dergimize makale gönderen değerli yazarlarımıza, desteklerini esirgemeyen hakemlerimize, ergonomi biliminin gelişimine destek olan herkese teşekkür ediyorum.

Çeşitli ulusal ve uluslararası indeksler tarafından taranan dergimizde, bu sayımız hariç, yayımlanmış toplamda 32 makalemiz bulunmakta olup, bu makalelere çok sayıda atıfta bulunulmuştur. Bu açıdan dergimizin ülkemiz bilim yaşamına önemli katkıda bulunduğunu düşünüyorum.

Ergonomi literatürüne ve bu konuda yapılan çalışmalara katkı yapması ümidiyle bu sayımızı siz değerli okurlarımıza sunuyor, bir sonraki sayımızda tekrar buluşmayı diliyorum.

Ergonomi bilimiyle ilgilenen tüm ergonomi dostlarına selam ve sevgilerimi sunarım.

Prof. Dr. Ahmet Fahri ÖZOK
Ergonomi Derneği Başkanı

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Araştırma Makaleleri / Research Articles

	Sayfa/Page
Lastik Sektöründe OWAS ve Nasa-TLX Yöntemleri Kullanılarak Fiziksel ve Zihinsel İş Yükü Ölçümü Physical and Mental Work Load Measurement in The Tire Industry Using OWAS and Nasa-TLX Methods Burcu ÖZCAN, Enes YEĞİN	1-9
Ticari Araçlarda Tavan Eşya Rafının Ergonomi Kontrolü İçin Parametrik Model Tasarımı Parametric Design For Ergonomics Control of The Roof Shelf in The Commercial Vehicles Nebibe ŞENTÜRK PALA, Salih GÜLER	10-17
Sürdürülebilir Binalara Yeşil Ergonomi Çerçevesinden Bir Bakış: Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Kampüsü An Overview of Sustainable Buildings From The Perspective of Green Ergonomics: Campus of Konya Food and Agriculture University Ayşenur KAÇAR, Yavuz ARAT	18-32
Likid Petrol Gazı Pompacılarının Çalışma Duruşlarının OWAS Yöntemi İle Değerlendirilmesi An Analyze By OWAS Method For The Workers About Their Working Conditions at LPG Filling Station Nurettin YAMANKARADENİZ, Erol KILIK, Gizem AKALP	33-44
Koltuk İmalatındaki Zorlanmaların BAUA Yöntemi İle Değerlendirilmesi Evaluation of Challenges in Sofa Manufacturing By The BAUA Method Onur ÜLKER	45-54

LASTİK SEKTÖRÜNDE OWAS VE NASA-TLX YÖNTEMLERİ KULLANILARAK FİZİKSEL VE ZİHİNSEL İŞ YÜKÜ ÖLÇÜMÜ

Burcu ÖZCAN^{1*}, Enes YEĞİN²

¹ Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, ORCID No: <http://orcid.org/0000-0003-0820-4238>

² Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, ORCID No: <http://orcid.org/0000-0001-7235-3436>

Anahtar Kelimeler	Öz
Çalışma duruşu analiz Ergonomi Otomotiv sektörü OWAS NASA-TLX	<i>Kas iskelet sağlığına ilişkin problemler işyerlerinin dikkate alınması gereken önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. İşle ilgili hatalı duruşlar işçilerin zorlanmasına ve rahatsızlıkların ortaya çıkmasına neden olur. Bu noktada kötü çalışma duruşlarını analiz edebilmek amacı ile Ovako Çalışma Duruş Analiz Sistemi (OWAS) yöntemi kullanılmaktadır. Bu teknik ile vücut pozisyonlarını tanımlanır ve zorluk derecesine göre puanlama yapılır. İyileştirme önerileri ile problemler ortadan kaldırılmaya çalışılır. Bu makalede otomotiv sektörüne lastik üreten bir işletmede yükleme ve boşaltma yapan çalışanların uygun olmayan çalışma duruşu olarak adlandırılan çalışma pozisyonlarının ve buna bağlı olarak zihinsel iş yüklerinin iyileştirilmesi için OWAS ve NASA-TLX yöntemleri kullanılmış olup ergonomik olmayan hareketler tespit edilmiştir. Bu zorlanmaları azaltacak ya da yok edecek aksiyonlar önerilmiş olup uygulamaya konulmuştur.</i>

PHYSICAL AND MENTAL WORK LOAD MEASUREMENT IN THE TIRE INDUSTRY USING OWAS AND NASA-TLX METHODS

Keywords	Abstract
Working posture analysis Ergonomi Automotive industry OWAS NASA-TLX	<i>Musculoskeletal health problems are an important issue that businesses should consider. The work related erroneous postures can cause strain and discomfort of the workers. At this point, Ovako Working Posture Analysing System (OWAS) method is used to analyze erroneous working postures. With this technique, body positions are defined and scoring is made according to difficulty level. Improvement suggestions are tried to eliminate problems. In this article, OWAS and NASA-TLX methods are used to improve the working positions of the employees who make loading and unloading in a company producing tires for the automotive sector, which is called the strange working posture and accordingly mental workloads and non-ergonomic movements are determined. Actions to reduce or eliminate these difficulties have been proposed and put into practice.</i>

Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi : 06.11.2019	Submission Date : 06.11.2019
Kabul Tarihi : 24.02.2020	Accepted Date : 24.02.2020

* Sorumlu yazar e-posta: burcu.ozcan@kocaeli.edu.tr

1. Giriş

Sanayileşme ile birlikte meslek hastalıkları ve iş kazalarında artışlar başlamıştır. Risklerin ve tehlike gruplarının dikkate alınmaması firmanın güvenli çalışmasına engel olmaktadır. Bu tutum işveren ve işçi açısından maddi ya da manevi kayıp anlamına gelmektedir. Bu kayıpların başında kas ve iskelet sistemi yaralanmaları gelmektedir. Bu durumlar için iyileştirme adımları atılmadığı takdirde ilk aşamada ağrı şikâyeti devamında şiddetli ağrı, güçsüzlük ve hareket zorluğu ortaya çıkmaktadır. Burada esas olan bu çalışma pozisyonlarının tekrarlanması, uzun zaman boyunca uygun olmayan duruşlarda çalışılması ve uzun süre titreşime maruz kalınması bu yaralanmaların artmasına neden olur (Ulutaş ve Gündüz, 2017).

Fiziksel risk faktörleri ise tekrarlanma, aşırı güç kullanımı, statik ve hatalı duruş gibi durumlardır. Tekrarlanma, benzer ya da aynı hareketlerin belirli bir sıklıkla gerçekleşmesi kas ve iskelet sağlık problemlerinin önce küçük çapta sonra artarak devamına neden olmaktadır. Uygun olmayan duruşlar ise iş tanımının gereği işçilerin doğal olmayan hareketleri gerekebilir, bu durumlarda kas iskelet sisteminde ani ve aşırı yüklenmeler meydana gelir. Statik duruş gerektiren durumlarda ise uzun süreler boyunca aynı pozisyonda kalma durumunda kan akışında yavaşlama başlar ve kasların kasilma şiddeti artar. Bu belirtilen durumlar ergonomik iyileştirmeler ile önlenabilir (Deste ve Sever, 2019). Çalışma alanındaki iyileştirme çalışmaları hem iş verimini arttırmakta hem de çalışanın sağlığını olumlu yönde etkilemektedir. Ergonomik düzenlemeler ile işçi zorlanmadan işini güvenle ve iş motivasyonu ile yapar hem de bu sayede şirket üretim kapasitesi hem de karlılığı açısından fayda sağlar (Sağiroğlu, vd., 2015). Literatür çalışmaları incelendiğinde ergonomik açıdan risklerin analizi için birçok yöntem vardır. Bu metotlar, çalışırken işçinin hareketlerini gözlemlemek ya da yaptığı işin öğelerini incelemek üzere tasarlanmışlardır. Ergonomik riskler değerlendirilirken işin içeriğine uygun nitelikte yöntemlerin seçilmesi önemlidir (Delice, vd., 2018). Ergonomik riskler açısından lastik ve otomotiv sektörü incelendiğinde kas ve iskelet sistemi hastalıklarına ilişkin çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Rahman vd. 2009 yılında yaptığı çalışmada araç lastiği servisindeki ergonomik risk faktörleri incelenmiştir.

Anket ve yüz yüze görüşme ile vücudun farklı bölgelerinde ortaya çıkan rahatsızlıklara ilişkin tespitler yapılmıştır. Kamera ile iş süreci gözlemlenerek beş farklı görev için ergonomik

tedbirler belirlenmiştir. Bu çalışmada; otomotiv sektörüne lastik üreten bir işletmede tırlara ve konteynerlere lastik yükleyip boşaltan çalışanların uygun olmayan duruşlarının risk analizi yapıp bu duruşlardaki zorlanmaları azaltacak ergonomik tasarımlar ele alınmıştır. Drinkaus ve diğ. (2003) yılında yapmış oldukları çalışmada 244 otomotiv montaj firması RULA ve SI ile değerlendirilmiştir. Her bir aletin ergonomik açıdan incelenerek gamma skoru ile değerlendirilmiştir. Lavender vd. (2006) yılında yapmış olduğu çalışmada Amerika'da faaliyet gösteren yedi otomotiv dağıtım şirketinde 52 görev için iş analizi yapılmış yüksek riskli işler belirlenmiştir.

Bu çalışmanın amacı Malezya otomotiv endüstrilerindeki manuel malzeme taşıma işçileri arasında risk faktörleri ve kas-iskelet rahatsızlığı arasındaki ilişkiyi belirlemektir. Otomotiv endüstrilerinden toplam 211 manüel malzeme elleçleme çalışanı, bireysel, fiziksel ve çevresel faktörler ve kas-iskelet rahatsızlığının yaygınlığı hakkında bir dizi anket doldurdu. Risk faktörleri ve kas-iskelet ilişkisini belirlemek için ki-kare testi ve lojistik regresyon analizi kullanıldı (Widia ve Dawal, 2016).

Yapılan çalışma ile otomotiv sektörüne lastik üreten bir işletmede çalışma duruşları OWAS ve NASA-TLX yöntemleri kullanılmış olup riskler ve iyileştirme önerileri ortaya konmuştur.

2. İş Yükü Ölçüm Yöntemleri

Çalışma duruşlarının analizinde Hızlı tüm vücut değerlendirmesi (REBA), Hızlı üst uzuv değerlendirmesi (RULA), OWAS vb. birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu çalışmada ilk olarak OWAS çalışma duruş analizi ve sonrasında Nasa-TLX zihinsel iş yükü ölçüm yöntemi incelenmiştir.

2.1. OWAS (Ovako Çalışma Duruş Analiz Sistemi)

OWAS, çalışanın kas-iskelet sisteminde yüklenmeye ve zorlanmaya neden olan hareketlerin, duruşların belirlenmesini sağlayan metottur.

OWAS yönteminde hesaplamalar duruş ve yük durumlarına göre yapılır. Tablo 1'de görüldüğü üzere sırt duruşu, kol duruşu, bacak duruşu ve kaldırılan ağırlıklar dikkate alınarak hesaplama yapılmaktadır (Çiçek, vd., 2017).

Tablo 1. OWAS Kodlama Yapısı

	Sırt	Kol	Bacak	Yük/güç kullanımı
	A	B	C	D
1	Düz	İki kol omuz seviyesi altı	Oturma	<10 kg
2	Eğik	Bir kol omuz seviyesi üstü	Dik konum: iki bacak ayakta duruş	10-20 kg
3	Çevrilmiş	İki kol omuz seviyesi üstü	Dik konum: tek bacak ayakta duruş	>20 kg
4	Bükülmüş ve eğilmiş		Dik konum: iki bacak bükülmüş konumda	
5			Dik konum, bir bacak bükülmüş konumda	
6			Diz çökerek duruş	
7			Yürüme konumu	

OWAS tehlike seviyeleri Tablo 1' deki sırt, kol, bacak ve yük/güç kullanımı puanlamalarına göre yapılan hesaplamalar sonrası Tablo 2 kullanılarak belirlenmektedir.

Tablo 2. OWAS Tehlike Kategorisinin Belirlenmesi

Sırt	Kollar	Bacaklar							Kuvvet Kullanım											
		1	2	3	4	5	6	7												
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	2	3
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3
3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3

Tehlike kategorisine göre şirket tarafından alınması gereken aksiyonların önem derecesi Tablo 3'te belirtilmektedir.

Tablo 3. OWAS Yöntemi Kategorisi Sınıflandırması

Kategoriler	Zorlanma / Yüklenme	Düzenleme
C1	Normal	Gerekli değil
C2	az	Yakın zamanda yapılmalıdır
C3	orta	Mümkün olur olmaz yapılmalıdır
C4	çok	Acil düzenleme

2.2. NASA-TLX Zihinsel İş Yükü Ölçüm Yöntemi

NASA-TLX yöntemi tarafından üç yıl süren ve kırktan fazla laboratuvar ortamında yapılmış olan simülasyon denemeleri sonucunda ortaya çıkarılmıştır. Ergonomi alanında yapılan çalışmalar neticesinde, NASA-TLX metodu literatürde var olan diğer zihinsel iş yükü yöntemlerine göre etkin ve güvenilir olduğu ifade edilmiştir. NASA-TLX metodu Tablo 4'te gösterildiği gibi altı alt faktörü kullanarak değerlendirilmektedir. Burada fiziksel aktivitelerin zihinsel iş yükünün belirlenmesi konusunda potansiyel etkisi ortaya çıkarılmaya çalışılmaktadır (Delice, 2016).

NASA-TLX yöntemi bir çok sektörde kullanılmakta olup bu sektörler olarak Sağlık sektörü (Bayabana, vd., 2016; Yaylı ve Çalışkan, 2019; Marano ve Nicolantonio, 2015), inşaat sektörü (Saha, vd., 2017; Kulkarni ve Devalkar, 2017; Dzung, vd., 2018; Eom ve Lee, 2018), tarım sektörü (Kong, vd., 2018; Mishra ve Satapathy, 2019; Possebom, vd., 2018; Kong, vd., 2015) sayılabilir.

Tablo 4'te iş yükü boyutu zihinsel talep (MD), Fiziksel Talep (PD), Zamansal Talep (TD), Performans (PL), Efor/Çaba (EL), Rahatsızlık seviyesi olarak Değerlendirme ölçeği ise Düşük/Yüksek (D/Y) ve iyi/kötü (İ/Y) olarak isimlendirilmiştir.

Tablo 4. NASA-TLX Alt Faktör Tanımları

İş Yükü	Ölçek	Açıklama
MD	D/Y	Zihinsel olarak ne kadar algılama aktivitesine ihtiyaç vardır
		İşin hatayı kabul edebilme durumu nedir İşin zorluğu ve karmaşıklığı nedir
PD	D/Y	Fiziksel olarak ihtiyaç duyduğu enerjinin seviyesi nedir
		İşin yoruculuğu, hızlılığı, özel çaba gerektirmesi ne boyuttadır.
TD	D/Y	Zaman kıtlığının iş üzerindeki etkisi nedir
		İşi gerçekleştirmek için gerekli olan adımların hızlı olması ne kadar zorunludur.

PL	İ/K	İş hedeflerine başarı noktasında ne seviyedeyiz İş tatmini olarak ne konumdayız
EL	D/Y	Zihinsel ve fiziksel olarak çalışma koşullarının ağırlığı nedir
FL	D/Y	İş konusundaki memnuniyetsizlik güvensizlik ve gerilmişlik seviyesi nedir.

3. Yöntem OWAS Ve NASA-TLX Yöntemleri Kullanılarak Lastik Sektöründen Bir Uygulama

Çalışma uzun yıllar Lastik Sektöründe faaliyet gösteren bir firmada gerçekleşmiştir. Lastiklerin yüklenme ve boşaltılma esnasında çalışanın duruşunda uygunsuzlukların mevcut olduğu saptanmıştır. Ambar çalışanları insan kapasitesinin üstünde bir ağırlık kaldırmaya maruz kalmaktadır. Lastik yükleme/boşaltma işlemi bir vardiyada çok sık tekrarlanmaktadır. OWAS yöntemi ile lastik yüklemesi/boşaltımı yapılırken duruş ve çalışma hareketlerinin risk dereceleri belirlenmiştir. Yüklemeler yanları açık bir ortamda yapıldığı için ortam özellikle kış aylarında çalışmaya elverişli değildir. Ağır kamyon lastiklerini (60-120 kg) göz önünde bulundurarak iş kazası riski bulunmaktadır.

Uygulama için çalışanların 3 duruşu analiz edilir.

İlk duruş Şekil 1 de gösterilen lastiğin araçtan boşaltımı için çalışanın ayakta durduğu, her iki kolunu kaldırıp lastiği aldığı ve yana döndüğü harekettir.



Şekil 1. Lastiklerin Araçtan Boşaltılması

Şekil 1'de gösterilen fotoğrafta işçi istif olarak yüklenmiş lastikleri kaldırmaktadır. Bu hareket tablo 5'te analiz edilmiştir. Tabloda sırt, kollar ve bacaklar olmak üzere üç bölge incelenmiştir. Duruşlar ve kod numarası tablo 1'den yararlanarak aşağıdaki gibi belirtilmiştir.

Tablo 5. İlk Duruş İçin Kod Ve Tehlike Seviyeleri

İncelenen bölge	Kod	Duruşlar
Sırt	3	Bükülmüş
Kollar	3	Her iki kol omuz hizasının üstünde
Bacaklar	3	Dik olarak tek bacak üstünde ayakta durma
Yük	3	20 kg üstünde
Tehlike seviyesi	3-3-3-3	
C3	Kategori 3	Orta derecede zorlanma mevcuttur. Mümkün olur olmaz ergonomik düzenleme yapılmalıdır.

İkinci duruş ise; çalışanın eğilip büküldüğü ve lastiği bankellere koyan kişiye doğru lastiği yuvarlama hareketi yapacak şekilde fırlatmasıdır. Bu hareket Şekil 2. de gösterilmiştir.



Şekil 2. İstiften Alınan Lastiğin Fırlatılması

Şekil 2'de gösterilen fotoğraf için tablo 6'da sırt, kollar ve bacaklar olmak üzere üç bölge incelenmiştir.

Tablo 6. İkinci Duruş Kod Ve Tehlike Seviyeleri

İncelenen bölge	Kod	Duruşlar
Sırt	4	Eğilmiş & Bükülmüş
Kollar	1	Her iki kol omuz hizasının altında
Bacaklar	3	Dik olarak tek bacak üstünde ayakta durma
Yük	3	20 kg üstünde
Tehlike seviyesi	4-1-3-3	

C3	Kategori 3	Orta seviyede zorlanma mevcuttur. Mümkün olur olmaz ergonomik düzenleme yapılmalıdır.
-----------	-------------------	---

Üçüncü duruş ise; çalışanın eğildiği büküldüğü ve lastiği yerden alıp bankellere koyma hareketidir. Bu hareket Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Lastiklerin Bankellere Konulması

Şekil 4'de gösterilen fotoğraf için tablo 7'de sırt, kollar ve bacaklar olmak üzere üç bölge incelenmiştir. Duruşlar ve kod numarası Tablo 1'den yararlanarak aşağıdaki gibi belirtilmiştir.

Tablo 7. Üçüncü Duruş Kod Ve Tehlike Seviyeleri

İncelenen bölge	Kod	Duruşlar
Sırt	2	Eğilmiş
Kollar	1	Her iki kol omuz hizasının altında
Bacaklar	2	Dik olarak iki bacak üstünde ayakta durma
Yük	3	20 kg üstünde
Tehlike seviyesi	2-1-2-3	
C3	Kategori 3	Orta seviyede zorlanma mevcuttur. Mümkün olur olmaz ergonomik düzenleme yapılmalıdır.

Tablo 5, 6 ve 7 incelendiğinde özellikle çalışanların ergonomik olmayan çalışma şartlarına sahip olduğu görülmektedir. Bu şekilde çalışmaya devam edilmemesi ve mümkün olan en kısa zamanda düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

İşçilerin fiziksel iş yüklerine ek olarak zihinsel iş yükleri de incelenmiştir. Tablo 8'de iş yükü değerleri görülmektedir. İş gereksinim faktörleri zihinsel talep, fiziksel talep, zamansal talep, performans, çaba/efor ve rahatsızlık seviyesi 10 farklı işçi tarafından 100'lük puan sistemine göre puanlanarak incelenmiştir. Sıfıra yakın değerler düşük zorlanma

derecesini, 100'e değerler yüksek zorlanma derecesini göstermektedir. Değerlendirmelere göre çıkan sonuçlar Tablo 8'deki gibidir.

Tablo 8. İş Yükü Değerleri

Faktör	İşçiler										Ort
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zihinsel	60	35	25	55	45	35	40	45	30	50	42
Fiziksel	95	80	80	95	75	80	70	85	90	80	83
Zamansal	85	85	90	100	95	95	95	90	85	90	91
Performans	80	80	70	90	90	75	80	70	85	60	78
Çaba/Efor	65	85	85	90	60	60	80	70	55	80	73
Rahatsızlık Seviyesi	40	30	35	90	50	50	70	20	40	35	46

İş yükü değerleri incelendiğinde işçilerin özellikle Fiziksel ve Zamansal olarak ciddi zorlanmalara sahip olduğu gözlemlenmektedir. Günlük araç yükleme hedefinin 21 adet olması çalışanları zamanla yarış halinde çalışmaya zorlamaktadır. Bu faktörün etkisi

Tablo 8'de çalışanların özellikle zamansal ve fiziksel iş yükü puanlamalarına olumsuz yansımış olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 9'da örneklemelerin ortalama puanları referans alınarak her iş gereksinim faktörü için ortalama değeri yüksek olan faktör işaretlenmiştir.

Tablo 9. NASA-TLX Ağırlıklandırma Ölçeği

1)	Zihinsel	8)	Fiziksel	X
X	Fiziksel		Çaba/Efor	
2)	Zihinsel	9)	Fiziksel	X
X	Zamansal		Rahatsızlık Seviyesi	
3)	Zihinsel	10)	Zamansal	X
X	Performans		Performans	
4)	Zihinsel	11)	Zamansal	X
X	Çaba/Efor		Çaba/Efor	
5)	Zihinsel	12)	Zamansal	X
X	Rahatsızlık Seviyesi		Rahatsızlık Seviyesi	
6)	Fiziksel	13)	Performans	X
X	Zamansal		Çaba/Efor	
7)	Fiziksel	14)	Performans	X
X	Performans		Rahatsızlık Seviyesi	
		15)	Çaba/Efor	X
			Rahatsızlık Seviyesi	

$$TLX = MD \times W_{MD} + PD \times W_{PD} + TD \times W_{TD} + FL \times W_{FL} + EL \times W_{EL} + PL \times W_{PL}$$

Burada, W_{xx} , her bir iş yükü alt faktörünün ağırlığını göstermektedir. Bu değeri belirlerken Tablo 7’de ilgili iş gereksinim faktörünün ortalama değerinin kaç farklı faktöre göre yüksek olduğu dikkate alınmıştır. Örnek olarak Fiziksel iş faktörü Tablo 7’de Zihinsel, Performans, Çaba/Efor ve Rahatsızlık seviyesi olmak üzere 4 farklı iş faktörüne göre daha yüksek puanlamaya sahiptir. MD, PD, TD, FL, EL ve PL oranlama aşamasında altı faktörün her biri için Tablo 8’de belirlenen oranlama değerleridir.

$$TLX = \frac{42x0+83x4+91x5+78x3+73x2+46x1}{15} = 80,87 \quad (1)$$

Zihinsel iş yükü değeri 80,87 çıkmıştır. 100’lük puan sistemi referans alındığında bu değer çalışanların yüksek derecede zihinsel iş yüküne maruz kaldığını göstermektedir. 50-60 bandına çekilmesi için özellikle zamansal ve fiziksel talep noktalarında düzenleme yapılması gerekmektedir.

3.1. İyileştirme Önerileri

Fiziksel ve zihinsel iş yükleri OWAS ve NASA-TLX yöntemleri uygulanarak ölçülmüştür. Bu ölçümlerden de görüldüğü üzere işçiler hem fiziksel hem de zihinsel iş yüküne maruz kalmaktadır. Bu iş yüklerini azaltmak için aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir.

- Alçalıp yükselebilen konveyör bandı yapılması
- Özellikle kamyon lastikleri ağır olduğu için yükleme/boşaltma için 2 kişinin aynı anda kaldırma indirme hareketi yapması
- Şekillerden görüleceği üzere çalışanlar ergonomik çalışma yöntemi hakkında eğitim alması ve yükleme hareketlerinde ergonomik kurallara dikkat edilmesinin sağlanması
- Ortam soğuk olduğu için ortama ısıtıcı bir kaynak konulması ve açık alanların kapatılması
- Günlük sevkiyat sayısının araç bazında azaltılması önerilir.

İyileştirmeler Sonrası OWAS ve NASA-TLX yöntemlerinin tekrar incelenmiştir. Yapılan öneri ve alınan aksiyonlar sonucu ambar çalışma ortamının son hali aşağıda Şekil 4 ve 5’de belirtildiği gibidir.

Şekil 4’te iyileştirme sonrası konveyör bandı yapılması ile işçinin hafif eğilme hareketi ile lastiği konveyöre doğru iterek bırakma hareketi

gözlemlenmektedir. Burada konveyör ile lastik arasındaki sürtünme etkisiyle lastik konveyör bandı üzerine çıkabilmektedir.



Şekil 4. Lastiğin Konveyör Bandına Bırakılması

Konveyör bandı işçinin lastiği fırlatma ve fazla eğilme gereksinimini ortadan kaldırmıştır. İşçinin fiziksel zorlanmasındaki azalma duruş kodlarıyla Tablo 10’da net bir şekilde gözlenebilmektedir.

Tablo 10. Şekil 4 İçin Kodlar Ve Tehlike Seviyeleri

İncelenen bölge	Kod	Duruşlar
Sırt	2	Eğilmiş
Kollar	1	Her iki kol omuz hizasının altında
Bacaklar	2	Dik olarak iki bacak üstünde ayakta durma
Yük	1	10 kg altında
Tehlike seviyesi	2-1-2-1	
C2	Kategori 2	Az seviyede zorlanma mevcuttur. Yakın zamanda ergonomik düzenleme yapılmalıdır.

Şekil 5’te işçilerin lastikleri konveyör bandından alıp araç içine koyma hareketi gerçekleşmektedir.



Şekil 5. Lastiklerin Araç İçine Konulması

Çalışan sayısının artırılması ile kişi başına düşen yük azaltılmıştır. Buna ek olarak alçalıp yükselebilen konveyör bandı ile yüksekte ya da alçaktan lastik alma gereksinimi ortadan kaldırılmıştır. İş yükü değişimindeki azalma Tablo 11'da belirtilen duruş kodlarıyla da gözlemlenmektedir.

Tablo 11. Şekil 5 İçin Kod Ve Tehlike Seviyeleri

İncelenen bölge	Kod	Duruşlar
Sırt	4	Eğilmiş & Bükülmüş
Kollar	1	Her iki kol omuz hizasının altında
Bacaklar	2	Dik olarak iki bacak üstünde ayakta durma
Yük	1	10 kg altında
Tehlike Seviyesi	4-1-2-1	
C2	Kategori 2	Az seviyede zorlanma mevcuttur. Yakın zamanda ergonomik düzenleme yapılmalıdır.

Zihinsel iş yükünün NASA-TLX ile tekrar incelenmiştir. Alınan aksiyonlar sonrası aynı işçiler iş gereksinim faktörlerini puanlamıştır. Alınan 10 örneklem Tablo 12'de gösterildiği gibidir.

Tablo 12. İş Yükü Değerleri

Faktör	İşçiler										Ort
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zihinsel	45	25	20	30	20	30	5	35	30	15	25,5
Fiziksel	75	55	40	80	75	50	45	55	75	60	61
Zamansal	50	45	60	30	30	55	50	35	50	25	43
Performans	90	85	95	90	90	80	100	80	85	100	89,5
Çaba/Efor	50	45	60	70	40	35	20	35	50	30	43,5
Rahatsızlık Seviyesi	30	30	35	60	15	40	10	20	40	20	30

Tablo 13'te yeni alınan örneklemelerin ortalama puanları referans alınarak her iş gereksinim faktörü için ortalama değeri yüksek olan faktör işaretlenmiştir.

Tablo 13. NASA-TLX Ağırlıklandırma Ölçeği

1)	Zihinsel Talep	8)	Fiziksel Talep	X
	X Fiziksel Talep		Çaba/Efor	
2)	Zihinsel Talep	9)	Fiziksel Talep	X
	X Zamansal Talep		Rahatsızlık Seviyesi	
3)	Zihinsel Talep	10)	Zamansal Talep	
	X Performans		Performans	X
4)	Zihinsel Talep	11)	Zamansal Talep	

	X Çaba/Efor		Çaba/Efor	X
	Zihinsel Talep		Zamansal Talep	X
5)	X Rahatsızlık Seviyesi	12)	Rahatsızlık Seviyesi	
6)	X Fiziksel Talep	13)	Performans	X
	Zamansal Talep		Çaba/Efor	
7)	Fiziksel Talep	14)	Performans	X
	X Performans		Rahatsızlık Seviyesi	
			Çaba/Efor	X
		15)	Rahatsızlık Seviyesi	

$$TLX = MD \times WMD + PD \times WPD + TD \times WTD +$$

$$FL \times WFL + EL \times WEL + PL \times WPL \quad (2)$$

$$TLX = \frac{25,5 \times 0 + 61 \times 4 + 43 \times 2 + 89,5 \times 5 + 43,5 \times 3 + 30 \times 1}{15} = 62,53 \quad (3)$$

4. Sonuçlar

İşletmeler ve çalışanlar açısından çalışma duruşlarının incelenmesi ve çözüm bulunması ergonomi bilimi içerisinde önemli bir yer tutmaktadır (Akay, 2003). Ülkemizde kauçuk ve plastik sektörü ise iş kazaları açısından bakıldığında 13. sırada; Lastik sektörü de "çok tehlikeli" olarak sınıflandırılmaktadır (Özkahraman, 2016). Bu çalışmada lastik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede yapılmıştır. Üretim sahasında yapılan OWAS ve NASA-TLX analizlerinde ergonomik çalışma şartlarının olmadığı tespit edilmiştir. Bu olumsuz çalışma durumuna devam edilmesi halinde bir süre sonra çalışanların sağlık problemlerinin oluşmasına sebep olacağı aşikârdır. Bu nedenle öneriler geliştirilmiş ve ergonomik çalışma şartlarının oluşturulması için gerekli aksiyonlar alınmıştır. Konveyör bandı önerisi her ne kadar yüksek yatırım gerektirse de işçilerin yıpranmasını, sağlık faktörlerini ve zaman kavramını göz önüne aldığımızda uzun sürede geri dönüşü olumlu olan bir yatırımdır. Bandın yükselebilir alçalabilir özelliğiyle omuz hizasının üstünden ya da aşağısından lastik alınması son verilerek eğilme kalkma hareketleri minimuma indirgenmiştir. Lastik taşıma, yuvarlama işlemlerine son verilerek yuvarlanırken yere düşen lastikleri alıp kaldırma gibi bir durum kalmamıştır. Otomatik etiketleme makinesi alınması sonrası manüel etiketleme yapan kişiler yüklemeye ekiplerine dahil edilerek mevcut kadro verimli bir şekilde kullanılmaya çalışılmıştır. Böylece bir aracı yükleyen kişi sayısı 2'den 3'e çıkarılmıştır. Bu sayede kişi başına düşen ağırlık/iş yükünde azalma gerçekleşmiştir. Ortama ısıtıcı eklenmiş ve açık olan araç rampa yanları kapatılmıştır. Alınan tüm aksiyonlar ve iş yükü değerlendirmeleri incelendiğinde ergonomik açıdan büyük bir gelişim olduğunu açıklıkla belirtilebilir. Özellikle konveyör bandı yatırımı ile işçiler hem fiziksel hem zamansal talepleri daha kolay karşılama olanağı bulmuştur. Bu

sayede araç yükleme ve boşaltma hızları da artmıştır. Ek olarak günlük 21 adetlik araç yükleme hedefi 16 adet araca indirilerek işçiler üzerindeki zaman baskısı azaltılmıştır.

Tüm bu aksiyonların sonucunda daha ergonomik iş şartları sağlanmış olsa da çalışanların zorlanmaları kategori 2 seviyesinde devam etmektedir. Ergonomik açıdan çalışma şartlarının tamamen sağlanabilmesi için yüklemelerin otomatik ya da uzaktan kumandalı bir robotik kol ile yapılması gerekmektedir. Bu aksiyonun uzun vadeli yatırım planları içerisinde yer alması için şirkete öneride bulunulmuştur.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

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

Bayabana, S. J., Mendozaa, K. I., Pentecostesa, M., & Tangsoca, J. (2016). An Ergonomic Assessment of A Philippine Hospital Patient Room. In Proceedings of the DLSU Research Congress, Manila, Philippines.

Çiçek, E., Kazanç, N., ve Kahya, E. (2017). Bir Mobilya İşletmesinin Montaj Hattında Ergonomik Risk Analizi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6, 67-82.

Delice, E. K. (2016). Acil Servis Hekimlerinin Nasa-Rtlx Yöntemi İle Zihinsel İş Yüklerinin Değerlendirilmesi: Bir Uygulama Çalışması. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 30(3), 645-652.

Delice, E. K., İlknur, A. Y. I. K., Abidinoğlu, Ö. N., Çiftçi, N. N., ve Sezer, Y. (2018). Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemleri Ve AHP Yöntemi İle Çalışma duruşlarının Analizi: Ağır ve Tehlikeli İşler İçin Bir Uygulama. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6, 112-124.

Deste, M., ve Sever, S. (2019). İmalat İşletmelerinde Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemleri Üzerine Bibliyometrik Bir Analiz. *Ekev Akademi Dergisi*, ICOAEF Özel Sayısı, 209-224.

Drinkaus, P., Sesek, R., Bloswick, D., Bernard, T., Walton, B., Joseph, B., & Counts, J. H. (2003). Comparison of Ergonomic Risk Assessment Outputs from Rapid Upper Limb Assessment and the Strain Index for tasks in automotive assembly plants. *Work*, 21(2), 165-172.

Dzeng, R. J., Chiang, Y. P., Watanabe, K., & Hsueh, H. H. (2018). Marker less Based Detection of Repetitive Awkward Postures for Construction Workers. *International Academic Research Conference*, s. 75, Vienna.

Eom, R. I., & Lee, Y. (2018). Analysis of Working Posture for Construction Workers Using OWAS Method. *Fashion & Textile Research Journal*, 20(6), 704-712.

Kong, Y. K., Lee, S. J., Lee, K. S., Kim, G. R., & Kim, D. M. (2015). Development of An Ergonomics Checklist for Investigation of Work-Related Whole-Body Disorders in Farming-AWBA: Agricultural Whole-Body Assessment. *Journal of Agricultural Safety and Health*, 21(4), 207-215.

Kong, Y. K., Lee, S. Y., Lee, K. S., & Kim, D. M. (2018). Comparisons of Ergonomic Evaluation Tools (ALLA, RULA, REBA and OWAS) for Farm Work. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 24(2), 218-223.

Kulkarni, V. S., & Devalkar, R. V. (2017). Ergonomic Analysis of Postures of Building Construction Workers Using RII & PATH Method. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 6(1),1053-1060.

Lavender, S. A., Oleske, D. M., Andersson, G. B., & Kwasny, M. M. (2006). Low-back Disorder Risk in Automotive Parts Distribution. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36(9), 755-760.

Marano, A., & Di Nicolantonio, M. (2015). Ergonomic Design in eHealthcare: A Study Case of eHealth Technology System. *Procedia Manufacturing*, 3, 272-279.

Mishra, D., & Satapathy, S. (2019). An Integrated MCDM and Ergonomic Approach for Agricultural Sectors of Odisha in India: A Critical Analysis for Farming Sustainability. In *Advanced Multi-*

Criteria Decision Making for Addressing Complex Sustainability Issues IGI Global, 181-221.

Özkahraman, B. C. (2016). Lastik Sektöründe Faaliyet Gösteren İşletmelerde İSG Risklerinin Tespiti ve Çözüm Önerileri, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, *Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü*, Ankara.

Possebom, G., Santos Alonço, A. S., Bellocchio, S. D. C., Lopes, T. G., Carpes, D. P., Becker, R. S., & Ruiz Zart, B. C. C. (2018). Comparison of Methods for Postural Assessment in The Operation of Agricultural Machinery. *J Agric Sci*. <https://doi.org/10.5539/jas.v10n9p252>.

Rahman, A., Nasrull, M., Abdul Aziz, F., & Mohd Yusuff, R. (2009). Investigation of Ergonomic Risk Factors in A Car Tyre Service Centre, *National Symposium on Advancements in Ergonomics and Safety*, s.137, Perlis, Malaysia.

Sağiroğlu, H., Coşkun, M. B., ve Erginel, N. (2015). Reba İle Bir Üretim Hattındaki İş İstasyonlarının Ergonomik Risk Analizi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 339-345.

Saha, P., Basu, B., & D. Sen, D. (2017). Ergonomic Evaluation of Physiological Stress of Building Construction Workers Associated With Manual Material Handling Tasks. *Progress in Health Sciences*, 7(1), 54-62.

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.

Widia, M., & Dawal, S. Z. M. (2016). The Relation of Risk Factors and Musculoskeletal Discomfort Among Manual Material Handling Workers in Malaysian Automotive Industries. *Malaysian Journal of Public Health Medicine*, (1), 124-133.

Yaylı, D., & Çalışkan, E. (2019). Comparison of Ergonomic Risk Analysis Methods for Working Postures of Forest Nursery Workers. *European Journal of Forest Engineering*, 5(1), 18-24.

TİCARİ ARAÇLARDA TAVAN EŞYA RAFININ ERGONOMİ KONTROLÜ İÇİN PARAMETRİK MODEL TASARIMI

Nebibe ŞENTÜRK PALA^{1*}, Salih GÜLER²

¹ TOFAŞ Türk Otomotiv Fabrikası A.Ş., ORCID No: <http://orcid.org/0000-0001-7506-8470>

² TOFAŞ Türk Otomotiv Fabrikası A.Ş., ORCID No: <http://orcid.org/>

Anahtar Kelimeler	Öz
<i>Parametrik tasarım</i> <i>Bilgi tabanlı mühendislik</i> <i>Araç içi yolcu yerleşimi</i> <i>CAD yeniden kullanma</i> <i>bilirliği</i> <i>Otomotiv</i> <i>Mühendisleri Derneği</i>	<i>Otomobil geliştirme sürecinde, sürücü ve yolcuların araç içindeki objelere erişme kolaylığı ve rahatlığı için en uygun ürün tasarımı elde edilebilmesi hedeflenmektedir. Bu çalışma ile bilgisayar destekli tasarım (CAD) programında insan antropometrik değerlerine göre ticari otomobillerde kullanılan tavan eşya rafının ergonomi kontrolü için parametrik tasarım tekniğine dayalı bir kontrol metodu geliştirilmiştir. Otomobil iç yaşam alanına ait tasarım geliştirme sürecinde, SAE J826 (SAE J4002) dokümanından yararlanılarak araç içi yolcu yerleşiminde ergonomik açıdan ulaşılabilirlik, oturabilirlik ve görülebilirlik gibi ergonomi parametreleri tanımlanmıştır. Sürücü veya yolcular için hedeflenen ergonomi değerleri elde edilene kadar tasarım ve geliştirme sürecine devam edilmiştir. Geleneksel kontrol yöntemlerine kıyasla bu geliştirilen yeni metot ile ergonomi kontrol sonuçlarındaki hataların azalmasıyla sürecin güvenilirliğinin arttığı ve analiz sürecinin standartlaştırarak kontrollere hız kazandırıldığı gözlemlenmiştir. Bu makalede, geliştirilen yeni şablon ile sürücü araç içindeki tavan eşya rafına ulaşılabilirlik durumunun incelenmesi ve yorumlanması anlatılmaktadır.</i>

PARAMETRIC DESIGN FOR ERGONOMICS CONTROL OF THE ROOF SHELF IN THE COMMERCIAL VEHICLES

Keywords	Abstract
<i>Parametric design</i> <i>Knowledge</i> <i>based engineering (KBE)</i> <i>Vehicle occupant packaging</i> <i>(VOP)</i> <i>CAD reusability</i> <i>Society</i> <i>automotive engineers (SAE)</i>	<i>In the automobile development process, it is aimed to obtain the most suitable product design for the ease and comfort of the driver and passengers to access the objects inside the vehicle. With this study, a control method based on a parametric design technique has been developed for the ergonomics control of the ceiling rack used in commercial cars according to human anthropometric values in the computer-aided design (CAD) program. Ergonomic parameters such as ergonomic accessibility, seating, and visibility in the passenger compartment of the vehicle have been defined by using the document SAE J826 (SAE J4002) in the design development process of the automobile interior living space. The design and development process continued until the ergonomics values targeted for the driver or passengers were achieved. Compared to traditional control methods, it has been observed that with the new method developed, the errors in ergonomics control results decrease and the reliability of the process increases, and the controls are accelerated by standardizing the analysis process. In this article, with the new template developed, the examination and interpretation of the accessibility status of the roof rack inside the driver-vehicle is explained.</i>

Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi : 11.11.2019	Submission Date : 11.11.2019
Kabul Tarihi : 08.04.2020	Accepted Date : 08.04.2020

* Sorumlu yazar e-posta: nebibe.pala@tofas.com.tr

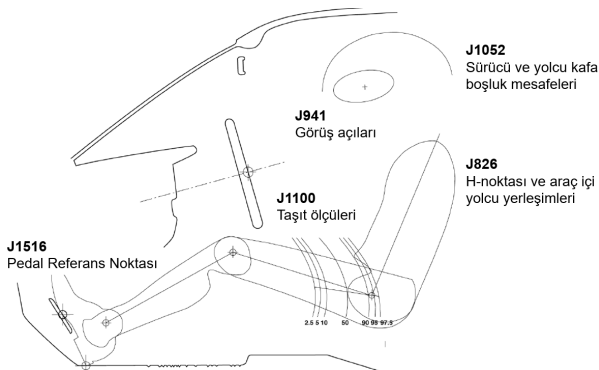
1. Giriş

Otomotiv sektörü, ana sanayiden tedarikçi firmasına kadar küresel piyasa şartlarına göre yoğun bir rekabet içerisinde. Bu rekabet ortamında yeni bir otomobilin pazara girebilmesi ve pazarda kalabilmesi için mevcutta uygulanan proje süreçlerinin kapsamlarının iyileştirilmesi ve sürelerinin kısaltılması çok önem kazanmıştır.

Bir otomobil projesi, kurgu sürecinden seri üretim sürecine kadar, pazar gereksinimleri tanımlanıp, ön tasarım aşaması ile başlayarak, ayrıntılı tasarım aşamasına ve dijital modellere kadar uzanan uzun ve karmaşık bir tasarım etkinliği ile ilişkilidir (Yannick, 2013). Otomobil tasarım sürecinde, tasarlanan dijital modellerin proje hedef değerlerine göre seri üretim sürecine kadar doğrulanması ve çıkabilecek hataların çözümlenmesi gerekmektedir.

Otomobil üzerinde bulunan parçaların tasarım sürecinde, parçaların en önemli tasarım parametrelerinden birisi olan kabin içi yolcu konforuna ait ergonomi hedef değerlerinin belirlenmesiyle başlanmaktadır. Tasarımcı bu belirlenen ergonomi hedef değerlerini sağlayacak tasarımı elde etmek üzerine bilgisayar destekli tasarım (CAD) programlarında, araç üzerinde montajı yapılabilecek düzeyde olana kadar yani kabul edilebilir modellemeleri yapana kadar devam etmektedir.

Otomotiv şirketinin tasarım veri tabanında araç ve parça tasarlamak ve değerlendirmek için birçok kurum içi prosedür ve rehber olmasına rağmen, Otomotiv Mühendisleri Derneği (SAE) tarafından önerilen uygulamalar birçok genel tasarım prosedürünün temelini oluşturmaktadır. Bu uygulamaların arasında şekilde gösterildiği gibi önemli bir ilişki vardır (Tablo 1, Şekil 1) (Matthew, 1999).



Şekil 1. SAE Araç İç Tasarımı İçin Kullanılan Uygulamalar

Tablo 1. SAE Araç İç Yolcu Konforu İçin Kullanılan Uygulamalar

Kod	Konu
J182	Araç koordinat sistemi
J287	Sürücü erişim mesafeleri
J826	H-noktası ve araç içi yolcu yerleşimleri
J941	Sürücü görüş açıları
J1052	Sürücü ve yolcu kafa boşluk mesafeleri
J1100	Araç boyutları
J1516	Pedal referans noktaları

Her türlü araç ve gereç kullanıcılarının (yaş ve cinsiyetlerine göre değişiklik gösteren) boyut farklılıklarını gözetenerek (insan-çevre için arakesit) tasarımları yapmak için Antropometri biliminden yararlanılır. Yunanca antropos (insan) ve metikos (ölçü) sözcüklerinden oluşan Antropometri, insan vücut ölçülerinin belirlenmesi ve uygulanması ile uğraşan bir bilim dalıdır. Mühendislik Antropometri ise ergonominin en önemli konularındandır ki insan ölçülerini mühendislik açısından değerlendirerek inceler (Kahraman, 2013).

Antropometrik verilerin ilk konsept aşamasında kullanılması, daha sonra yapılması pahalı olan boyut ve şekil değişikliklerini en aza indirmektedir. Antropometri bilgisini etkin bir şekilde kullanmak için, insan vücudu ile giyilen veya kullanılan eşyalar arasındaki ilişkiler hakkında bilgi sahibi olmak önemlidir (Robinette, 2012).

Antropometrik veriler coğrafi konumlarına göre insanlar boyutlarıyla çeşitli yüzdeler dilimlere (Parsentil) ayrılarak kayıt altına alınmıştır (Şekil 2). (Güler, 2016). Antropometri verilerine göre ürün tasarımı şekillenmektedir.



Şekil 2. %5, %50 ve %95 Parsentil Değerlere Göre İnsan Figürleri

Geleneksel kontrol yöntemlerinde proje sürecinde otomobile ait parça tasarımları ve bu tasarımlara ait doğrulama süreci kişilerin yorumlama ve tasarım kabiliyetlerine göre tamamlanabilmektedir. Tamamlanan bir parça tasarımı çevre parça tasarımlarıyla haberleşmediği için oluşabilecek hatalar öngörülemez. Bu hatalar tasarım ve doğrulama sürecinde, projenin planlama aşamasında ön görülmemiş zaman kayıpları yaşatabilir ve böyle bir durumda ise projenin bitiş tarihinde gecikmeler yaşanabilir.

Geri dönüşlerin sıkça yaşandığı söz konusu süreç bu yüzden projenin boyutuna bağlı olarak 4-5 ay gibi uzun bir zaman dilimini kapsamaktadır (Utanır, vd., 2000).

Geleneksel kontrol yöntemlerinde aksine bilgi tabanlı mühendislik (KBE) metodu, bilgisayar destekli tasarım programında (CAD) bilgiyi depolayabilen, istenildiğinde depolanan alana ulaşarak bilgiyi kullanabilen, depolanan bilginin değişimi durumunda güncellenmesine izin veren ve bu metot ile oluşturulan modellerin kendi arasında haberleşmesine olanak sağlayan parametrik bir tasarımdır yöntemidir (Şekil 3).



Şekil 3. KBE Sistemi Akış Diyagramı

Tasarım sürecinde süre kayıplarının engellenebilmesi ve mevcut duruma göre kısa sürede tamamlanabilmesi için kişilerden bağımsız olarak kullanılacak, modellerin birbiriyle haberleşebileceği parametrik tasarımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Parametrik modelleme "değişim ve yeniden kullanım için gereken zamanı ve çabayı" azaltmaktadır (Aish ve Woodbury, 2005).

Parametrik tasarım, bir bütünü oluşturan elemanların sahip oldukları özelliklere, parametrik tasarım değişkenleri olarak belirlenen değerlere, ihtiyaçlar doğrultusunda yeni değerlerin aktarılması işlemi olarak tanımlanabilir. Parametrik tasarım ile önceden oluşturulan modellerin yeniden boyutlandırılması ve değiştirilmeleri daha kolaydır (Karabıyık, 2011).

Bilgi tabanlı mühendislik (KBE) yaklaşımıyla, ürün geliştirme sürecini zaman ve maliyetini düşürmek amacıyla ürün ve süreç mühendisliği bilgisini yakalamak ve sistematik olarak yeniden kullanmak için KBE sistemleri adı verilen özel yazılım araçlarının kullanımına dayanan bir teknolojidir (Rocca, 2012).

Bilgisayar destekli tasarım ve mühendislik uygulamalarında kullanılan metotlar; parametrik tasarım ve bilgi tabanlı mühendislik içermektedir. Bilgisayar destekli tasarım yapan yazılımların çoğu geometrik modellerde parametrik tasarım yapmaya olanak sağlamaktadır (Andrews, 1999).

Endüstriyel açıdan bakıldığında, özellikle parametrik tasarım ile şu anda geometrik modeller ve montajlar oluşturmak için endüstriyel standart olan bir teknolojidir ve birçok mühendislik alanında yaygın olarak kullanılmaktadır (Camba ve Contero, 2016).

2. Mevcut Yöntem

Yeni bir ticari otomobil projesinde kabin için sürücü ve yolcuların konforunu, hedeflenen ergonomi değerleri içerisinde tutabilmek için önemli olan 62 adet kritik parçanın ergonomi analizleri yapılmaktadır. Bu kontroller kurgu sürecinden nihai ürünü elde edene kadar tekrarlanmaktadır. Proje süresince kontrolü yapılan parçalardan biri tavan bölgesinde sabitlenen tavan eşya rafıdır. Bu parça kullanıcıya mevcut araç bagajı haricinde kullanabileceği ek bir saklama alanı yaratmaktadır.

Tavan eşya rafı için sanal ortam da ergonomi doğrulaması yapılabilmesi için bilgisayar destekli tasarım programında (CAD) iki veya üç boyutlu Jack adı verilen ölçüm mankenlerinin oluşturulması gerekmektedir. Bu mankenler, gövde ve bacak arasında dönme merkezinde bulunan H noktası olarak tanımlanan sürücü veya yolcuların kabin içinde oturma pozisyonlarını (X, Y ve Z koordinatları) tanımlamaktadır. Sürücü için projeye özel ergonomi değerleri temin edilerek, bilgisayar destekli tasarım programında (CAD) oluşturulmaları veya pozisyonlanmaları ve analizlerinin tamamlanması tavan eşya rafı kontrolü için yaklaşık 18 saatte gerçekleştirilebilmektedir.

Literatürde var olan çalışmalar incelendiğinde parametrik tasarım ve yeniden kullanılabilir tasarım ile ilgili tez, makale ve kitap olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada, ticari araçlarda bulunan tavan eşya rafı için ergonomi doğrulaması sırasında daha kolay ve daha hızlı doğrulama yapabilecek bir sistem geliştirilmiştir.

3. Geliştirilen Yöntem

Sanal ortamda bilgisayar destekli tasarım (CAD) programı olan TCAE/UG ortamında çalışan şablon parametrik tasarım metoduna (KBE) dayanmaktadır. Bu sistemde girdi olarak Fiat Doblo projesi ergonomi hedef değerleri ile Fiat firmasının geçmiş tecrübelerinden elde edilen bilgi birikimi harmanlanmakta ve çıktı olarak tavan eşya rafının tasarım geliştirme sürecinde ve ergonomi kontrol sürecinde kullanılabilecek bir yöntem geliştirilmiştir. Bu çalışma ile farklı ergonomi beklentileri olan tasarımlara ait kontrol süreçleri kolaylıkla tamamlanabilmektedir. Aynı parametrik modeller, farklı bir projenin ergonomi hedef değerlerine göre değiştirilerek tekrardan kullanılabilir. Bu süreçte bu şablonun çıktısının girdi olarak kullanıldığı diğer şablonlar ise eş zamanlı olarak güncellenebilecektir.

Parametrik tasarım sürecine başlamadan önce sürecin akışı için bir kurgu bir yol haritası oluşturulması önemlidir. Böylelikle sonuca kolayca ulaşılabilmesi sağlanmış olur. Yol haritası beş ana aşamadan oluşur (Yannick, 2013).

- Standardizasyon.
- Metodoloji.
- Genel modelleme.
- Uzman kuralları.
- Otomasyon

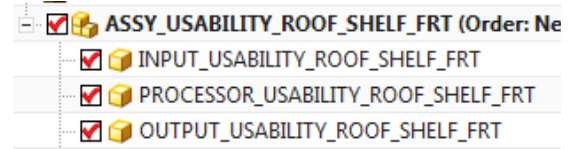
3.1. Standartlaştırma

Bir veya birden fazla parametrik şablonun kendi aralarında sorunsuz olarak iletişim kurarak güncellenebilmesi için sistematik bir yapıya ihtiyacı vardır. Tavan eşya rafına ait parametrik şablon tasarım sürecine başlamadan önce TCAE/UG ortamında parametrik şablon için montaj yapısı oluşturulmalıdır. Parametrik tasarım yapısı girdi, hazırlık ve çıktı şablon modellerinden oluşmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. Parametrik Tasarım Montaj Yapısı

Kod	Açıklama
Girdi	Araç koordinat sistemi
Hazırlık	Sürücü erişim mesafeleri
Çıktı	H-noktası ve araç içi yolcu yerleşimleri

Bu yapının doğru oluşturulması çok karmaşık parametrik tasarımlarda dahi doğru sonuçların elde edilebilmesi için oldukça önemlidir. Oluşturulacak ve birbirleriyle haberleşecek tüm şablonlar şekildedeki montaj yapısına göre isimlendirilerek oluşturulmalıdır (Şekil 4).

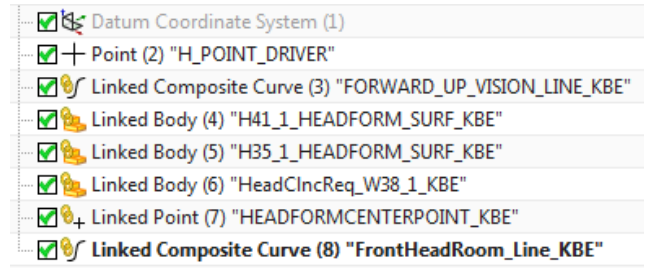


Şekil 4. UG programındaki Parametrik Tasarım Montaj Yapısı

Geliştirilen sistem ve uygulama örneği TCAE/UG tasarım programı ortamında Ticari araç modeli Fiat Doblo modeli için uyarlanmıştır. Aynı parametrik model, farklı ergonomi hedefleri olan projelerde bulunan diğer tavan eşya rafı ergonomi kontrollerinde de kullanılabilir.

3.2. Girdi (Input)

Parametrik tasarım yapısında bu bölüm, oluşturulacak şablonun haberleşmesi istenilen şablonların çıktı modelinden link alındığı, referans modellerin tanımlanabildiği ve şablona özel olan hedef değerlerin girilebildiği bir modeldir (Şekil 5).



Şekil 5. Girdi Modeli Ürün Ağacı Yapısı

Parametrik model girdileri, sürücü H noktası, sürücü kafa boşluk değerleri ve sürücü görüş alanı değerleri ve proje ergonomi performans hedeflerinden oluşmaktadır (Şekil 6).

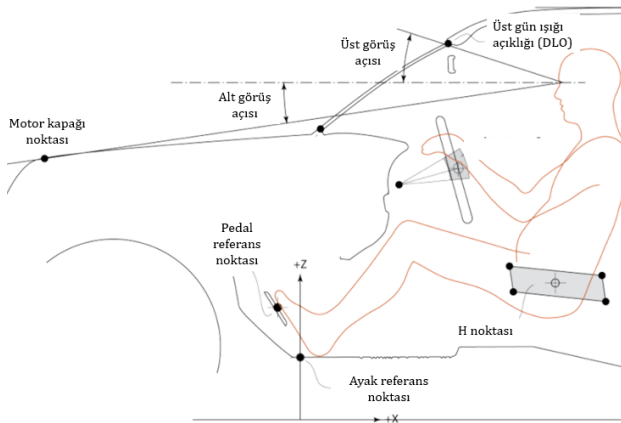


Şekil 6. Girdi Modeli Ekran Görüntüsü

3.3. Hazırlık / Kurgu (Processor)

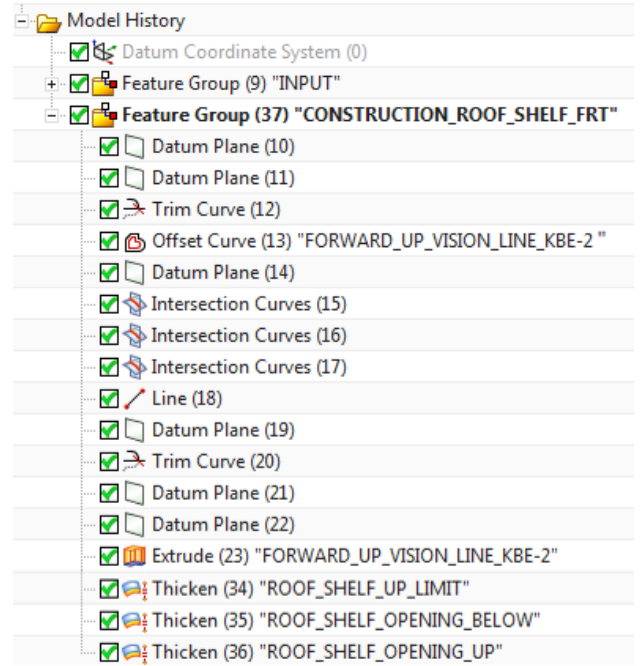
Parametrik modelin kurgusunun yapıldığı ve kontrol sürecinde kullanılacak şablon tasarımının oluşturulduğu modeldir.

Sürücü görüş alanının belirlenmesi için kullanılan referans noktalar vardır. Bunlar yukarı ve aşağı görüş kısıtlamaları üç nokta ile ifade edilir. Üst gün ışığı açıklığı (DLO), alt gün ışığı açıklığı ve motor kapağı noktasıdır (Şekil 7) (Matthew, 2006).



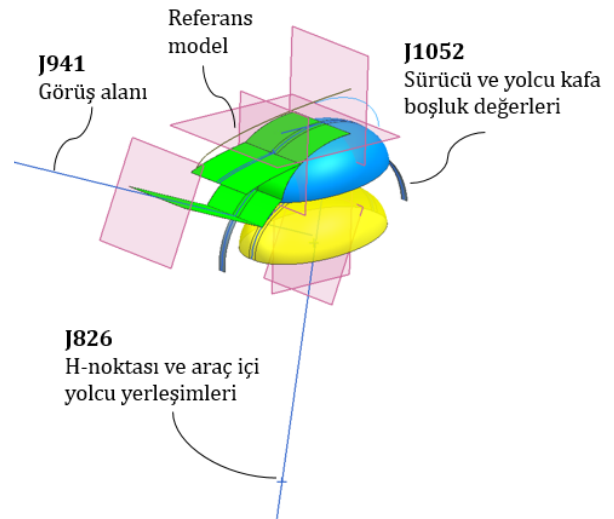
Şekil 7. Sürücü Görüş Alanının Belirlenmesi İçin Kullanılan Referans Noktaları

Girdi parametrik modelinden, sürücü H noktası, sürücü kafa boşluk değerleri ve sürücü görüş alanı değerlerine ait üst gün ışığı açıklığı (DLO) açısı değeri ile proje ergonomi performans hedef değerleri hazırlık modelinden link alınmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Hazırlık / Kurgu Modeli Ürün Ağacı Yapısı

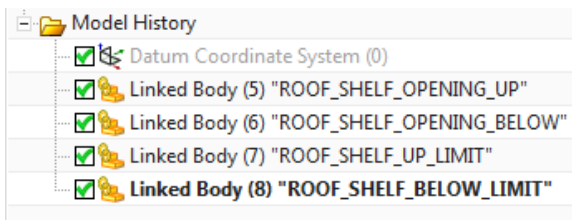
Tavan eşya rafının montajının yapılacağı tavan bölgesine ait bir referans model kesiti parametrik model içine eklenir. Referans kesit modelleri ve girdi modelinden alınan linkler doğrultusunda tavan eşya rafı için ergonomi hedefleri sınırları içinde kalan bir matematik model oluşturulmuştur (Şekil 9).



Şekil 9. Hazırlık / Kurgu Modeli Ekran Görüntüsü

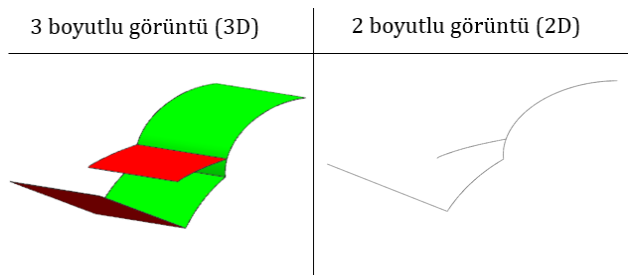
3.4. Çıktı (Output)

Çıktı modeli ergonomi analizinde kullanılacak şablonun elde edildiği modeldir. Bu model içine hazırlık modelinden kabin içinde araç sürücüsünün oturma pozisyonunu yansıtabilecek kafa boşluk değerleri, görüş alanı değerleri ve proje hedef değerlerine ilgili linkler alınır. Bu model ticari araç projesinde tavan eşya rafının ergonomi analizi yapacak kişi için kullanılabilir referans bir şablondur. Şablon proje hedef değerlerinin değişmesiyle kendini güncelleyebilmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. Çıktı Modeli Ürün Ağacı Yapısı

Geleneksel kontrol yönteminde parametrik modelde mevcut olan tüm veriler manuel olarak UG programı içine girişinin yapılması gerekmektedir. Geliştirilen yöntemde ergonomi hedef değerleri parametrik model içine girilmesiyle sistem kendini otomatik olarak güncelleyebilmektedir ve oluşan şablon yardımıyla kontrol tamamlanabilmektedir (Şekil 11).



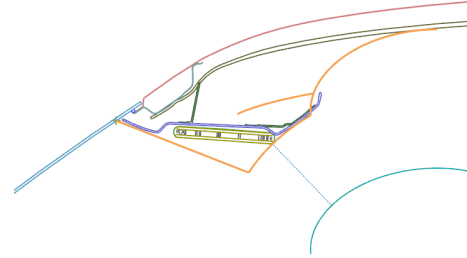
Şekil 11. Çıktı Modeli Şablon Ekran Görüntüsü

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, bilgisayar destekli tasarım (CAD) programında ticari araçlarda kullanılan tavan eşya rafı için bilgi tabanlı mühendislik (KBE) yaklaşımıyla ergonomi kontrolünde kullanılabilir bir parametrik şablon geliştirilmiştir. Şablon aracılığıyla ergonomi doğrulama süreci kontrolü yapan farklı kişilerin çıktılarını standart hale getirilerek, yorumlamadan kaynaklı hatalar engellenmiştir.

Kontrolü yapan kişi veya kişiler proje hedef değerlerini girdi modeline girişini yaparak veya mevcut olan değerleri yenileriyle güncelleyerek

şablonu oluşturabilecektir (Şekil 12). Güncelleme sürecinde hazırlık modelinde herhangi bir değişiklik yapılmasına ihtiyaç duyulmamaktadır. Geliştirilen parametrik şablon ile çıktı modelinin otomatik olarak güncellenmesi sağlanmaktadır.



Şekil 12. Çıktı Modelinde Tavan Eşya Rafı ve Şablon Ekran Görüntüsü

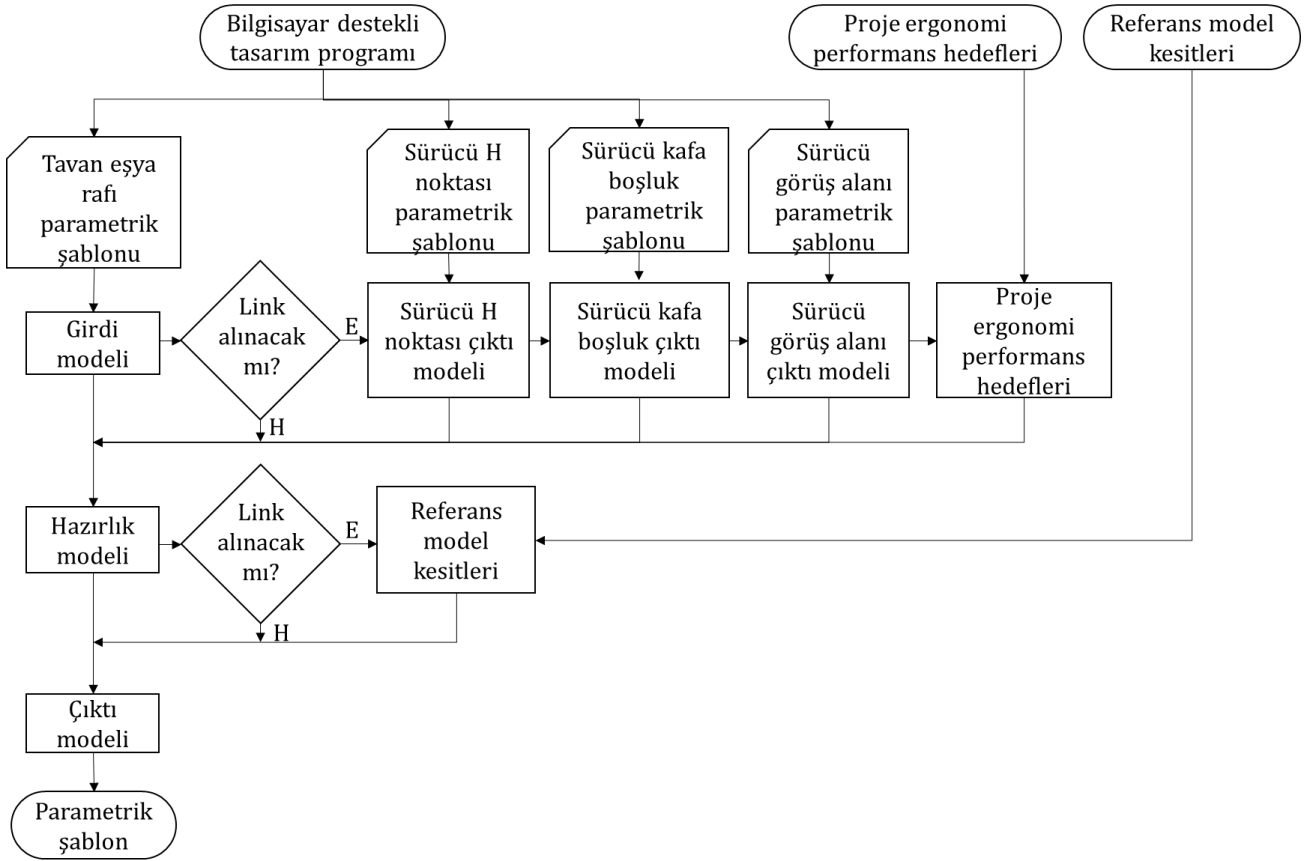
Çalışma sonucunda geleneksel yöntemler kullanıldığı takdirde 18 saat süren kontrol için kontrol model tasarımı ve ardından sanal ortamda doğrulaması yapılmaktadır. Yeni geliştirilen parametrik model ile kontrol model tasarımı 0.5 saate düşürülmüştür. Tüm kontrol sürecinin tamamlanması ise 2 saattir. Geliştirilen şablon sayesinde elde edilen verim %88'dir.

Proje sürecinde manuel olarak yapılan ergonomi kontrolleri sırasında harcanan süreyi azaltmada ve kontroller sırasında insan kaynaklı hataların azalmasından geliştirilen sistemin etkin bir şekilde kullanılabildiği saptanmıştır. Geliştirilen sistemin akış şeması Şekil 13'de görülmektedir.

Bu çalışmada, geliştirilen sistem ile ergonomi alanında bilgi tabanlı mühendislik (KBE) yaklaşımıyla 62 adet parametrik şablon oluşturulmuştur ve tüm şablonlar birbiriyle haberleşebilmektedir. Geliştirilen sistem Fiat Doblo modeli referans alınarak tamamlanmıştır. Parametrik hale getirilmiş olan bu şablon, yeni yapılacak olan ticari araç projelerinde veya mevcut model üzerinde yapılacak değişiklikler için de kullanılabilir.

Semboller

BDT	Bilgisayar Destekli Tasarım
CAD	Computer Aided Design
KBE	Knowledge Base Engineering
DLO	Upper Daylight Opening
TCAE	Team Center Automotive Engineering
UG	Unigraphics
2D	2 boyutlu görüntü
3D	3 boyutlu görüntü
SAE	Society Automotive Engineers



Şekil 13. Parametrik Model Tasarımı Akış Diyagramı

Teşekkür

Bu çalışma, 3160665 proje kodlu "Bilgi Tabanlı Mühendislik Yaklaşımıyla Modüler Araç Tasarım" adlı proje kapsamında TÜBİTAK desteği ile gerçekleştirilmiştir. Yazarlar TÜBİTAK'a ve Tofaş Ar-Ge merkezine teşekkür etmektedirler.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

Aish, R. & Woodbury, R. (2005). Multi-level Interaction in Parametric Design

Andrews, P. T. J, Shahin, T. M. M. & Svi Loganathan, S. (1999). Design Reuse in A Cad Enviroment – Four case studies
Doi: 10.1016/S0360-8352(99)00033-9

Bilgi Tabanlı Mühendislik Yaklaşımıyla Modüler Araç Tasarımı, TEYDEB Proje Kodu: 3160665

Camba, J. D. Contero, M. (2016). Parametric CAD modeling: An Analysis of Strategies For Design Reusability Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
Doi: 10.1016/j.cad.2016001.003

Güler, S. (2016). Bilgi Tabanlı Mühendislik ve Ergonomik Otomobil Tasarımında Uygulaması. MBA Tezi, İstanbul Bilgi Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
Doi: 10.1016/j.cad.2016001.003

Kahraman, M. F. (2013). Türkiye`de Antropometrik Verilere Göre Ofiste Ergonomik İşyeri Tasarımı. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.

Karabıyık, Ö. (2011). Sac-Metal Kesme Kalıplarının Parametrik Tasarımına Yönelik Bir Yaklaşım.

Ergonomi 3(1), 10 - 17, 2020

SDU International Technologic Science, Vol.3, No. 2, February 2011

Matthew, P. R. & Ron, W. R. (1999). New Concept in Vehicle Interior Design Using Aspect, SAE Technical Paper Series.

Matthew, B. P. & Matthew, P. R. (2006). Optimizing Vehicle Occupant Packaging, SAE Technical Paper Series (SAE J826),5,6.

Robinette, K. M. (2012). Anthropometry for Product Design.

Doi: 10.1002/9781118131350.ch11

Rocca, G. (2012). Knowledge Based Engineering: Between AI and CAD. Review of A Language Based Technology to Support Engineering Design.

Doi: 10.1016/j.aei.2012.02.002

Utandır, İ., Öztürk, Ö. ve Doruk, E. (2015). Araç Gövdesi Mimari Kesitlerinin Parametrik Tasarımı. *Journal of Polytechnic*.

Doi: 10.2339/2016.19.3 269-274

Yannick, B. (2013). A Roadmap For Parametric CAD Efficiency in The Automotive Industry. *Computer-Aided Design, Tata Technologies Europe, France, 1,5*.

Doi: 10.1016/j.cad.2013.05.006

SÜRDÜRÜLEBİLİR BİNALARA YEŞİL ERGONOMİ ÇERÇEVESİNDEN BİR BAKIŞ: KONYA GIDA VE TARIM ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜ

Yavuz ARAT^{1*}, Ayşenur KAÇAR²

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

² Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
ORCID No: <http://orcid.org/0000-0003-2738-8001>

Anahtar Kelimeler	Öz
Yeşil ergonomi Yeşil bina Sürdürülebilirlik Ergo-ekoloji	<i>Doğal kaynakların bilinçsizce tüketimi, hızlı kentleşme, su ve havanın kirletilmesi, yeşil alanların azalması gibi olumsuz gelişmeler; canlıların yaşam alanı ve sağlığı için birçok tehdit oluşturmaya başlamıştır. İnsanlar, oluşan bu tehditlere çözüm yolu bulmak amacıyla kaynakların verimli bir şekilde kullanımı ve doğa tahribatının azaltılması hususunda arayış içesine girmiştir. Bu arayışın bir sonucu olarak “sürdürülebilirlik” kavramı ortaya çıkmıştır. Sürdürülebilirlik kavramı, ortaya atıldıktan sonra yapı ölçeğinde de sürdürülebilirlik tanımı yapılmış, çeşitli ölçütler getirilmiştir. Bu ölçütler doğrultusunda çevre faktörü daha çok dikkate alınarak, ergonomi bilimi içerisinde de önem kazanması sağlanmıştır. Ergonominin çevresel boyutu üzerine yapılan tartışmalar, yeşil ergonomi kavramını ortaya çıkarmıştır. Bu kapsamda çalışmada; sürdürülebilirlik, yeşil ergonomi ve yeşil bina kavramları üzerinde durularak ergonomi ile ilişkisi sorgulanmış, örnek alan üzerinden yorumlanarak anlaşılmıştır. Örnek alan olarak Konya’da bulunan “sürdürülebilirlik” ilkesiyle Yazgan Tasarım Mimarlık tarafından tasarlanan “Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Kampüsü” seçilmiştir. Kampüs, öncelikle LEED (Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik) ana başlıkları altında, EcoBuild danışmanlık şirketi tarafından hazırlanan puan tablosu doğrultusunda incelenmiştir. Buradan çıkan sonuçlar dâhilinde kullanıcı refahı ve sağlığı için önem taşıyan “yeşil ergonomi” açısından bir bakış sunulmuştur.</i>

AN OVERVIEW OF SUSTAINABLE BUILDINGS FROM THE PERSPECTIVE OF GREEN ERGONOMICS: CAMPUS OF KONYA FOOD AND AGRICULTURE UNIVERSITY

Keywords	Abstract
Green ergonomics Green building Sustainability Ergo-Ecology	<i>Negative developments such as the reckless depletion of natural resources, high-speed urbanization, water and air pollution and degradation of green fields posed several threats to the living space and health of life-forms. For the purpose of finding solutions to these threats, human beings embarked on a quest to ensure the efficient use of resources and to prevent the destruction of nature. In conjunction with this quest, the concept of ‘sustainability’ entered into the picture. After the introduction of the concept of sustainability, sustainability was defined also within the scope of construction and various criteria were put forward for the building construction. In light of these criteria, environment factor was more frequently taken into consideration and was entitled to occupy a more crucial place in the field of ergonomics. Discussions on the environmental aspect of ergonomics called attention to the concept of green ergonomics. In this respect, the study underlined the concepts of sustainability, green ergonomics and green building, questioned their relationships with ergonomics, and interpreted and explained their meanings through an exemplary location. To set as the example, ‘Campus of Konya Food and Agriculture University’ which was located in Konya province of Turkey and designed by Yazgan Design & Architecture Co. Ltd. with the principle of ‘sustainability’ was selected. Campus was first analyzed within the framework of main topics of LEED through the score table prepared by EcoBuild. On the basis of results obtained from this analysis, the study presented an overview from the perspective of ‘green ergonomics’, significant to the user’s well-being and health.</i>

Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi : 28.11.2019	Submission Date : 28.11.2019
Kabul Tarihi : 15.03.2020	Accepted Date : 15.03.2020

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

1. Giriş

İnsan faaliyetleri sonucu gelişen her türlü olgunun doğa üzerinde de bir etkisi olmaktadır. İnsan nüfusunun hızlı bir biçimde artması ve teknolojinin gelişimi, doğal kaynakları hızlı bir biçimde tüketmemize yol açmıştır. Yeni yerleşime açılan arazilerle birlikte doğa üzerindeki tahribat artmıştır. Bununla birlikte kullanılan sağlığa zararlı maddeler su ve havanın kirlenmesinde etkili olmuştur. Her geçen gün artan tahribat ve kaynakların zarar görmesi ekolojik dengeyi sarsmıştır. Bu konu üzerine çözümler aranırken sürdürülebilirlik kavramı ortaya çıkmış ve insanlar bu yönde faaliyetler göstermeye başlamıştır (Uluer, 2017).

Sürdürülebilirlik kavramı ile var olan kaynakların dengeli bir biçimde kullanımı ve gelecek kuşaklara aktarılması hedeflenmiştir (Saka, 2011). Binalar da çevresel, ekonomik ve sosyal etkileriyle sürdürülebilirliğin bir parçası olarak görülmüştür. İnsanlar artık binalarda oldukça fazla zaman harcamaktadır ve tüketilen enerji miktarı göz önüne alındığında önemli bir bileşen olmaktadır (Thatcher ve Milner, 2014).

Sürdürülebilir bina konusunda yapılan çalışmalar "yeşil bina" kavramını ortaya çıkarmıştır. Yeşil binaların üretimi ile doğal kaynakların verimli bir şekilde kullanımı ve canlıların refahını sağlamak amaçlanmıştır. Yeşil bina kavramı, sürdürülebilir bina kavramı ile benzer olmasına rağmen bir binanın yeşil bina olabilmesi için sağlaması gereken kriterler bulunmaktadır. Yeşil binalar üzerine geliştirilen sertifika sistemleri ile bu kriterler belirlenmekte yeşil binaların derecelendirmesi yapılmaktadır (Yanar, 2015).

Ergonomi biliminde de doğal ortamları korumak ve yenilenmesini sağlamak için ergonomi bilgisinin nasıl kullanılacağı, doğal sistemlerden nasıl yararlanılacağı konusunda öneriler geliştirilmiştir. Bu doğrultuda "yeşil ergonomi" kavramı ortaya çıkmıştır. Yeşil ergonomi kavramı iç mekân kalitesine de farklı bir şekilde bakmamızı sağlamıştır (Thatcher ve Milner, 2014).

Çalışma kapsamında sürdürülebilirlik, yeşil bina ve yeşil ergonomi kavramları Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi özelinde incelenmiştir. LEED sertifikası kazanma doğrultusunda önemli adımların atıldığı ve danışmanlığını EcoBuild'in yaptığı Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi'nin bu sürecinin, ekonomik nedenlerle durdurulduğu yetkili kişilerle yapılan görüşmeler sonucunda öğrenilmiştir. Buna rağmen sertifikalandırma sürecinde sağlanması gereken ana başlık kriterlerini büyük oranda sağlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı; Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi'nin sağladığı yeşil bina kriterlerine, yeşil ergonomi çerçevesinden de bir bakış sunmaktır.

LEED'in tamamlanmış projelere sertifika veriyor olması yapım süreci devam eden kampüsün ileride LEED Gold sertifikaya sahip olabileceği mümkün gözükmektedir. Bu durumda kampüsün yeşil ergonomi kriterleri eşliğinde de analizinin yapılması çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

Çalışma sürecinde; yerli ve yabancı kaynaklardan geniş bir literatür taraması yapılmıştır. Alan çalışması kısmını oluşturan Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi'nin yerinde fotoğraf çekimleri yapılmış ve yetkili kişilerden sürece dair bilgi alınmıştır. LEED kriterleri altında değerlendirmenin yapılabilmesi için EcoBuild firması ile irtibata geçilmiş ve puan tablosu elde edilmiştir. Elde edilen tüm verilerden sonra gerekli kavramsal çerçeve oluşturulmuştur. Alan çalışması kısmında ise KGTÜ; öncelikle LEED ana başlıkları altında, puan tablosu doğrultusunda incelenmiştir. Buradan çıkan sonuçlar dahilinde kullanıcı refahı ve sağlığı açısından önem taşıyan "yeşil ergonomi" açısından bir bakış sunulmuştur.

2. Bilimsel Yazın Taraması

Yapılan çalışma içerisinde kavramsal çerçevenin iyi bir şekilde oluşturulabilmesi ve konunun anlaşılabilmesi için bu konu hakkında daha önce yapılan çalışmalar incelenmiştir. Özel bir ergonomi konusu olan yeşil ergonomi ve ilgili disiplinler olan sürdürülebilirlik, ergo-ekoloji kavramları tanımı ve özellikleri ile birlikte aktarılmıştır. Bu bağlamda yararlanılan çalışmalar şu şekildedir:

Haslam ve Waterson (2013), "Ergonomics and Sustainability" adlı çalışmasında ergonomi ve sürdürülebilirlik kavramı arasındaki bağlantının nasıl oluştuğunu bu konuda yapılmış çalışmalara da yer vererek aktarmıştır. Makalede kavramsal çerçeve oluşturulurken öncelikle bu iki kavramın bağlantısını açıklamak ve bağlantının gelişim sürecine değinmek için bu çalışmadan yararlanılmıştır.

Thatcher (2013), "Green Ergonomics: Definition and Scope" çalışmasında yeşil ergonominin tanımını yapmıştır. Bu konuda yapılan sonraki çalışmalar için bir zemin oluşturmuştur.

Garcia-Acosta ve vd., (2013) "Design principles for green ergonomics" çalışmasında yeşil ergonominin tanımı üzerine katkı sağlanmış ve yeşil ergonominin başlıca prensiplerini aktarmıştır. Yeşil ergonominin yanı sıra ergo-ekoloji kavramından da bahsederek iki kavramın ayrımını ortaya koymuştur. Ayrıca yeşil ergonominin sağlanması için doğa ve insan arasındaki çift yönlü ilişkiyi de modellemiştir.

Literatürde birbirine yakın görünen yeşil ergonomi ve ergo-ekoloji kavramlarının ayırımına kavramsal çerçeve kısmında yer verilerek vurgulanmıştır.

Morales vd. (2013), "Synergies between ergoecology and green ergonomics: a contribution towards a sustainability agenda for HFE" çalışmasında ergo-ekoloji, sürdürülebilirlik kavramları üzerinde de durarak yeşil ergonominin çalışma alanı ve ilkelerini anlatmıştır.

Thatcher ve Milner (2014), "Green Ergonomics and Green Buildings" çalışmasında yeşil ergonomi ve yeşil bina kavramları üzerinde durmuştur. Seçilen yeşil bina örnekleri üzerinde GreenStar Sertifikası - iç hava kalitesi- kriterleri dikkate alınarak yeşil ergonomi açısından değerlendirilmiş ve binaların karşılaştırması yapılmıştır. Bu çalışma, makale sürecinde izlenecek yöntem açısından ilham verici olmuştur.

Turhan vd. (2015) "Yeşil Ergonomiye Genel Bakış" çalışması, yerel literatürde ilk kez yeşil ergonomi kavramına değinmiştir. Daha önce yapılan çalışmalar üzerinden tanımlara yer vererek gelişim sürecine değinmiştir. Yerel literatür anlamında yol gösterici olmuş ve çalışma sürecinde yararlanılmıştır.

Uluer (2017) "Yeşil Bina Sertifika Ölçütlerinin Yeşil Ergonomi Açısından Değerlendirilmesi", yerel literatürde yeşil ergonomi kavramına değinilen ilk tez çalışmasıdır. Yeşil bina ölçütlerine yönelik ABD, Almanya, İngiltere, Avusturya gibi pek çok ülkede geliştirilmiş sertifika sistemleri yer alırken ülkemizde henüz bir sertifika sistemi üretilmemiştir. Yapılan tez çalışması ile BREAM, LEED sertifika sistemleri ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca çalışmaları sürdürülen sertifikasyon sistemi ele alınarak bir değerlendirme tablosu oluşturulmuş, ileride yapılacak çalışmalar için bir emsal olması öngörülmüştür.

3. Kavramsal Çerçeve

Kavramsal çerçeve altında yer alan başlıklar ile makalenin daha iyi anlatılabilmesi için gerekli bazı kavramlar üzerinde durulmuştur. Özel bir ergonomi konusu olan yeşil ergonomi; ortaya çıkış sürecinde etkili ve bağlantılı disiplinler olan sürdürülebilirlik, ergo-ekoloji kavramları tanım ve özellikleri ile birlikte aktarılmıştır. Yeşil ergonominin çalışma alanları ve ilkelerine de yer verilerek tanımı genişletilmiştir. Sonrasında ise yeşil bina kavramı ve yeşil bina sertifika sistemlerine değinilmiştir. Çalışma sürecinde yararlanılan LEED Sertifika sistemi ayrı bir başlık halinde anlatılmıştır.

3.1. Sürdürülebilir Kalkınma

Sürdürülebilirlik var olan birikimlerin dengeli bir şekilde gelecek kuşaklara aktarılması demektir.

Yaşam standartlarında bir değişim yaşanmadan düşünce tarzında değişimin gerekliliğini ortaya koyan sürdürülebilirlik; toplumlara tüketim toplumu olmaktan uzaklaştırıp evrensel sorunlara dayanışma içerisinde ekonomik çözümler getirmeyi amaçlamaktadır (Özmehmet, 2005).

Sürdürülebilirlik kavramından ilk kez 1980'li yıllarda Bruntland Raporunda "var olan kaynaklarımızı gelecek nesillere yetecek biçimde kullanma" şeklinde bahsedilmiştir (Koç ve Garip, 2008'den aktaran Saka, 2011). Mimari anlamda sürdürülebilirlik ise yenilenebilir kaynak kullanımı, enerji etkin teknolojiler, ekolojik malzemeler ve tüm bunların yeniden kullanımı ilkesinin yapım sürecinin her aşamasında düşünülmesi demektir (Kanan, 2010). Sürdürülebilir kalkınmanın oluşması için önemli üç temel bileşen:

- Sosyal sermaye
- Ekonomik sermaye
- Çevresel sermaye bulunmaktadır (World bank 2015'ten aktaran Turhan, vd., 2015)

Sürdürülebilir gelişmenin oluşması için sosyal, ekonomik ve çevresel sermayenin birlikte yer alması gerekmektedir (Nelson, 2008'den aktaran Şimşek, 2012). Bu üç kalkınma unsuru da birbirini destekleyen ayaklar şeklinde düşünülmektedir. Her bileşene ait ihtiyaçların karşılanması ile bu dengenin devamı sağlanabilmektedir (Turhan, vd., 2015).

3.2. Ergonomi ve Sürdürülebilirlik

İnsan ve doğa etkileşiminin sonucu ile ortaya çıkan sürdürülebilirlik ile ergonomi arasında doğal bir sinerji bulunmaktadır. Sürdürülebilirlik, kaynakların verimli kullanımıyla birlikte gezegenin ve doğal kaynakların korunması konusundaki endişelerin ötesinde bir kavramdır. Ergonomiyle bu açıdan doğal bir benzerlik göstermektedir (Haslam ve Waterson, 2013).

Ergonomi, doğası gereği sürdürülebilir sonuçlar elde etmekle ilgili olmasına rağmen yakın zamana kadar sürdürülebilirlik kavramı ile doğrudan bir bağlantı oluşturmuyordu. 1994 yılında Uluslararası Ergonomi Derneğinin (IEA) Toronto'da gerçekleşen 12. Uluslararası Kongresinde Moray, ilk kez küresel sorunların ergonomisine değinmiştir (Haslam ve Waterson, 2013).

Neville Moray (27 Mayıs 1935-15 Aralık 2017) Surrey Üniversitesi Psikoloji Bölümünde İngiliz/Kanadalı akademisyen ve profesördür (URL-1). Moray'ın 1990'lı yılların ortalarında küresel

ergonomiye dikkat çekmesinden itibaren temel ergonomi dergilerinde bu konu hakkında küçük bir yer verilmiştir. Ergonomi ve sürdürülebilirlik arasında net bir bağlantı ise 21. yüzyılın ilk on yılı sonuna kadar kurulmuştur (Haslam ve Waterson, 2013).

2008'de Uluslararası Ergonomi Derneği (IEA), ergonomi ve insan faktörleri ve sürdürülebilirlik alanlarında uluslararası bir uzman ağı oluşturmayı amaçlayan "İnsan Faktörü ve Sürdürülebilir Kalkınma Teknik Komitesi" kurulmasını onaylamıştır. 2012 yılında, Brezilya'da düzenlenen kongre, sürdürülebilir bir gelecek tasarlanmasının öncülüğünü yapmıştır (Haslam ve Waterson, 2013).

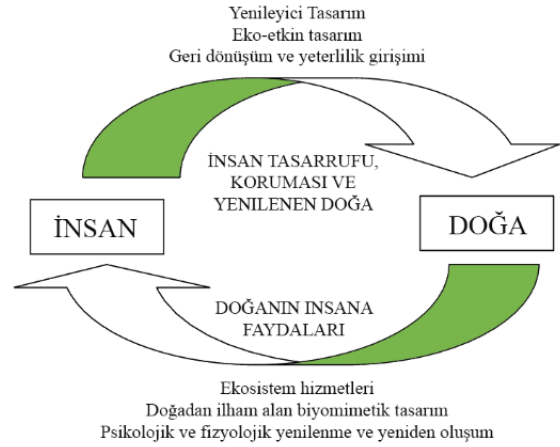
Yaşanan bu gelişmeler, ergonomi ve sürdürülebilirlik düşüncelerini bir araya getiren özel bir konunun başlamasına yol açmıştır. Tüm bu gelişmeler ve araştırmalara rağmen ergonomi ile sürdürülebilirliğin ilişkisi dolaylı olarak görülmektedir. Halen sürdürülebilirliğin ele alınmasında önemli ergonomi yönleri vardır. Gelecekte sürdürülebilirlik ve ergonomi uygulamaları daha geniş bir gündemde yer alması öngörülmektedir (Haslam ve Waterson, 2013).

3.3. Ergo-ekoloji ve Yeşil Ergonomi

Yaşanılan çok sayıda çevreyle ilgili kriz ve ekonomik felaketler, ergonominin uzun dönemde yaşamımıza nasıl katkı sağlayabileceği konusunu da beraberinde getirmiştir. Ergonomi, bu alan üzerine dikkati sürdürülebilirlik ve insan faktörü üzerine çekmiştir. Yakın bir tarihte ergo-ekoloji kavramı, yapay ve doğal çevre arasındaki ilişkinin daha çok anlaşılması için çok yönlü bir disiplin olarak ortaya çıkmıştır. Bu dönemde yeşil ergonomi de insan ve doğal sistemler arasındaki birlikteliği keşfetmek için önerilmiştir (Garcia, vd., 2013).

Yeşil ergonomi, ergo-ekoloji disiplinin bir alt başlığı olarak sürdürülebilir gelişme ve insan faktörünün bir parçasıdır. Amacı, doğal sistemler ve insan sistemleri arasındaki çift yönlü ilişkilerin anlaşılmasıyla insan ve doğal sistemin refahını sağlamaktır (Thatcher, 2013).

Doğal sistemler, sağlık ve refahı sağlayan çeşitli ekolojik hizmetler sunarken; insanlar, doğal ortamların korunmasını ve yenilenmesine katkı sağlamaktadır. Yeşil ergonomi, doğal sistemlerin korunması ve yenilenmesinde aktif olarak ilişkinin doğa tarafında rol oynamaktadır (Şekil 1). Aynı zamanda doğal sistemlerin önemini vurgulayarak bir denge isterken insanları ve onların ekonomik ve toplumsal gelişim ihtiyaçlarını da içermektedir (Thatcher, 2013).



Şekil 1. Yeşil Ergonomi için İki Yönlü İlişki
(Garcia, vd, 2013'ten referans alınarak oluşturulmuştur.)

Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma, insan faktörünü ve ergonomi topluluğunu ilgilendiren temalardır. Bu harekete paralel olarak, ergo-ekoloji, insan ve çevre arasındaki ilişkiyi sistematik olarak incelemek için çok disiplinli bir öneri sunmaktadır. Yeşil ergonomi ise doğaya odaklı bir yaklaşımla ergonomik müdahaleleri geliştirmek için bir yaklaşım önermektedir (Garcia, vd., 2013).

3.3.1. Yeşil Ergonominin Çalışma Alanları ve İlkeleri

Yeşil ergonomiye göre doğal ortam bozulduğunda insan refahı ve etkinliğine sahip olmak mümkün değildir. Yeşil ergonomi, doğal sistemlerin korunma ve sürdürülmesi çift yönlü ilişkisinde "doğal sistemlerin yenilenmesi" tarafında rol oynamaktadır. Yeşil ergonominin bu bileşeni insan psikolojisinin iyileştirilmesi ve fiziksel aktivite için ilham verici olmaktadır. Yeşil ergonominin uygulama alanları:

1. Düşük kaynak tüketimli iş tasarımı (yeşil iş),
2. Düşük kaynak tüketimli sistem ve ürünlerin tasarımı (yeşil sistemler ve yeşil ürünler),
3. Çevre bilincinin artırılması ve davranış değişikliği için tasarım olarak üç kategoriye ayrılmaktadır (Morales, vd., 2013).

Yeşil ergonominin ilkeleri ise şu şekildedir:

- Eko verimlilik,
- Eko etkinlik,
- Ekolojik esneklik,
- Yerli sistemler ve doğal sistemlerden öğrenmeye odaklanma (Morales, vd., 2013).

3.4. Yeşil Binalar ve Yeşil Ergonomi

İnsan faaliyetleri özellikle insanların fosil yakıtlara olan bağımlılığı günümüzde insan refahını tehdit ederek ekosistemin ciddi şekilde bozulmasına yol açmaktadır. En çok bilinen etkiler ise iklim değişikliği ve küresel ısınmadır. 2007 yılında yapılan uluslararası iklim değişikliği paneli ile daha iyi bina tasarımından önemli ölçüde kazanımlar elde edilebileceği belirtilmiştir (Thatcher ve Milner, 2014).

Yeşil bina kavramı, sürdürülebilir bina kavramı ile benzerdir fakat sürdürülebilir bir binanın yeşil bina olabilmesi için gerekli kriterler bulunmaktadır. Bu bağlamda üretilen sertifika sistemleri yeşil bina kavramı ile özdeşleşmiştir. Yeşil binalar; doğal kaynakları verimli bir şekilde kullanarak canlıların refahını sağlamak, çalışma verimini arttırmak ve oluşabilecek olumsuz etkileri en aza indirmek amacıyla üretilmektedir (Yanar, 2015).

Üretilen sertifikasyon sistemleri; iç mekân kalitesi, görsel konfor, aydınlatma, havalandırma, konfor vb. öğeler dikkate alınarak oluşturulmuştur. Yeşil ergonomi ise iç mekân kalitesine farklı bir şekilde bakmamızı sağlamaktadır. Ayrıca insan faktörüne karşı doğal ortamın korunma ve yenilenmesi için ergonomiden nasıl faydalanılacağı, ekosisteme uyum konusunda doğal sistemlerden nasıl yararlanabileceğimiz konusunda bizlere yardımcı olmaktadır (Thatcher ve Milner, 2014).

3.5. Yeşil Bina Sertifika Sistemleri

Yeşil binaları belirleme ve denetlemede kullanılan sertifika sistemleri; binaların çevresel boyutu, kullandığı yeni sistemler ve enerji miktarı doğrultusunda derecelendirme yapmaktadır. Sertifika sistemleri ile yapı genelinde görülen uygulamalar tespit edilerek sürdürülebilir ölçütler doğrultusunda puanlaması yapılmaktadır. Bu bağlamda çeşitli ülkelerce ortaya konulmuş veya benimsenmiş birçok sertifika sistemi bulunmaktadır (Güler, 2016). Başlıca yeşil bina sertifika sistemleri BREEAM, Greenstar, DGNB, HK-BEAM, SBTOOL, LEED, CASBEE olmak üzere 7 tanedir (Tablo 1).

Tablo 1. Yeşil Bina Sertifika Sistemleri

SERTİFİKA SİSTEMİ	YIL	ÜLKE
BREEAM	1990	İNGİLTERE
LEED	1993	AMERİKA
SBTOOL	1996	KANADA
HK-BEAM	1996	HONG KONG
GreenStar	2003	AVUSTRALYA

CASBEE	2004	JAPONYA
DGNB	2009	ALMANYA

İngiltere’de oluşturulan BREEAM ilk sertifika sistemidir. Daha sonra 1993 yılında LEED oluşturulmuştur. Bu iki sertifika sistemi dünya çapında en çok kullanılan sertifika sistemleridir. Sürdürülebilirlik ile ilgili faaliyetler artarken ülkeler de kendi uygun birtakım sistemler geliştirmekte ve yeşil bina ölçütlerini yönetmeliklere dahil etmektedir. (Erten, 2011’den aktaran Güler, 2016). Ülkemizde de LEED ve BREEAM sertifikalarına sahip yapılar bulunmaktadır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 2014 yılında yayımladığı “Sürdürülebilir Yeşil Bina ile Sürdürülebilir Yerleşmelerin Belgelendirme Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik” ile yerel anlamda ölçütler getirilmesi için önemli bir adım atılmıştır (Uluer, 2017).

3.5.1. Leed Sertifikası Kriterleri

Leed sertifika sistemi ile binaların değerlendirmesi beş ana başlıkta yapılmaktadır. Bu beş başlık şunlardır: sürdürülebilir arazi, su verimi, enerji verimliliği, iç mekân kalitesi, malzeme ve kaynaklardır. Yapılar bu bağlamda değerlendirilerek puanlaması yapılmaktadır (Erdede ve Bektaş, 2014). Bunlara ek olarak yapılar, tasarımda yenilik ve bölgesel öncelik kriterlerinde de puan alabilmektedir. Puanlama sonucunda; 40-49 puan alan yapılar sertifika, 50-59 puan arasına Gümüş sertifika, 60-79 puan alan yapılar Altın sertifika ve 80 puan üzeri alan yapılar Platinyum sertifika verilmektedir (Erdede ve Bektaş, 2014) (Tablo 2).

Tablo 2. LEED Puan Tablosuna Göre Sertifika Türleri

PUAN ARALIĞI	SERTİFİKA TÜRÜ
40-49	Sertifika
50-59	Gümüş sertifika
60-79	Altın sertifika
80 puan üzeri	Platinyum sertifika

Birbirinden farklı yapılar için oluşturulan 6 çeşit LEED sertifika sistemi bulunmaktadır (Yanar, 2017):

- 1) LEED-NC (New Construction and Major Renovations): Yeni binalar ve büyük onarımlar için geliştirilmiştir.
- 2) LEED-EB (Existing Buildings): Mevcut yapılar için yönelik müdahaleler için ölçütler geliştirilmiştir.

- 3) LEED-CI (Commercial Interiors): Ticari iç mekân kullanıcıları için tasarım ölçütlerini içermektedir.
- 4) LEED-CS (Core and Shell Projects): Yapı strüktürüne yönelik ölçütleri için geliştirilmiştir.
- 5) LEED-H (Homes): Konut türünde yapılar için geliştirilmiştir.
- 6) LEED-ND (Neighbourhood): Mahalle ölçeğinde gelişim için ölçütler içermektedir.

4. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesinin Yeşil Ergonomi ve LEED Sertifika Ölçütlerine Göre Değerlendirilmesi

Yazgan Tasarım Mimarlık tarafından tasarlanan Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, 2015 yılında yapılan Dünya Mimari Festivalinde geleceğin eğitim projeleri kategorisinde yarışmış ve finale kalmıştır. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi 18.000 m² kapalı alana sahip, Türkiye'nin ilk LEED for Schools üniversite kampüsü ve binaları olma özelliği taşımaktadır. 3 bölgeden oluşan enerji-su verimli yeşil bir kampüs Gold sertifika hedefli olarak projelendirilmiştir (URL-2).



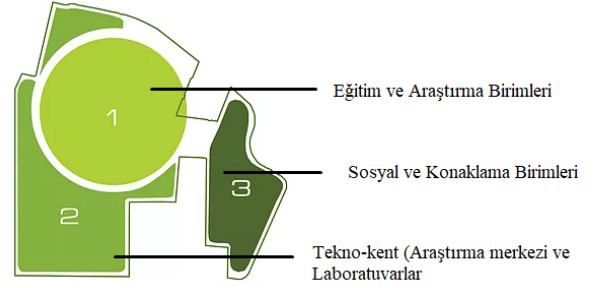
Resim 1. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Yerleşimi (URL-5)

LEED NC (New Construction and Major Renovations) Sertifikası almak için adımların atıldığı ve danışmanlığını EcoBuild'in üstlendiği projenin, yeşil bina sertifikası alma süreci durdurulmuştur. Henüz yapımı devam eden ve halihazırda tamamlanmış bir fakültesi olan projede ilerleyen zamanda böyle bir sürecin tekrar başlatılabileceği yetkili kişilerle yapılan görüşmeler sonucu öğrenilmiştir.

4.1. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesinin Genel Özellikleri

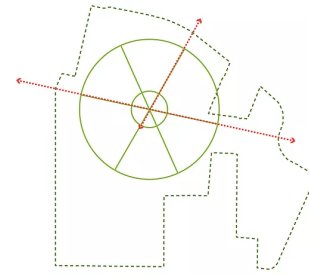
Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Konya'nın Meram ilçesi sınırlarında yer alan, 2013 yılında Bilimsel Araştırma Teknoloji Eğitim ve Kültür Vakfı tarafından kurulmuş bir vakıf üniversitesidir (URL-

3). 2014 yılında yapılan proje, aynı zamanda Türkiye'nin gıda ve tarım alanında özelleşmiş ilk üniversitesidir. Karma ihtiyaç programı ile planlanan proje kampüste yer alan kullanıcıların yanı sıra yerel halkın kullanımına da açık bir şekilde tasarlanmıştır. Kampüs üç farklı bölgeye ayrılmıştır (URL-4): 1. Bölgede eğitim ve araştırma birimleri, 2. Bölgede sosyal ve konaklama birimleri, 3. Bölgede Tekno-kent olarak adlandırılan araştırma merkezi ve laboratuvarlar yer almaktadır (Şekil 2).

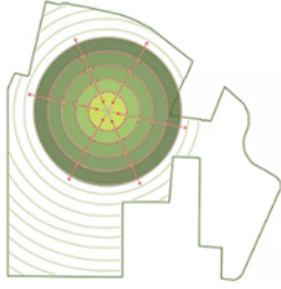


Şekil 2. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Yerleşke Bölümleri Şematik Gösterimi (URL-4)

Kampüs alanını kesen iki anayol, 1. Bölgedeki dairesel peyzaj kurgusunun ana akslarını oluşturmaktadır (Şekil 3). Eğitim yapılarını da kapsayan 268 metre çapındaki "yeşil çanak" merkezi meydan olarak yer almaktadır (Şekil 4). Bu meydanın altında bulunan sarnıç-müze ile yağmur suyunun biriktirilerek su tasarrufu sağlanması ve halka açık bir müze fikri oluşturulması kurgulanmıştır (URL-4).



Şekil 3. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Ana Aks Oluşumu (URL-5)



Şekil 4. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi "Yeşil Çanak" (URL-5)

Eğitim ve araştırma yapıları da bu meydanın etrafında, avlulu ve yerden yükseltilmiş olarak konumlanmıştır. Yeşil çatı, güneş paneli ve yağmur suyunun biriktirilmesi gibi sürdürülebilir özellikleri ile "yeşil kampüs" oluşumu gözlemlenmektedir. Bununla birlikte yaya ve bisiklet yolları, bisiklet parkları, elektrik şarj istasyonlarının var oluşu da havaya salınan zararlı gaz miktarını azaltarak sağlıklı bir ortam oluşumuna katkı sağlamıştır (URL-4).

4.2. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesinin LEED Standartları Açısından Değerlendirilmesi

Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi proje aşamasında LEED'in ana ve alt başlıkları doğrultusunda incelenmiştir. Danışmanlığını EcoBuild'in üstlenmiş olduğu projenin LEED ölçütlerine göre 62 puan alarak LEED NC Gold Sertifikaya sahip olabileceği öngörülmüştür. Bu bölümde projenin değerlendirilmesi yapılırken EcoBuild tarafından hazırlanan muhtemel kredi tablosu temel alınarak hazırlanmıştır. EcoBuild; 2009 yılında kurulmuş LEED Sertifikası ve eğitimi, yeşil bina tasarımı ve yeşil malzeme üretimi hususlarında danışmanlık hizmeti sunan USGBC üyesi bir firmadır (URL-6).

Değerlendirme tablosundaki ölçütler LEED standartlarına göre 6 ana başlık altında toplanmıştır. Bunlar; sürdürülebilir arazi, su verimliliği, malzeme ve kaynaklar, enerji ve atmosfer, iç mekân kalitesi, tasarımda yenilik ve bölgesel öncelik olarak yer almaktadır (Tablo 3).

Tablo 3. LEED Standartlarına Göre Değerlendirme Tablosundaki Ölçütler

LEED standartlarına göre değerlendirme tablosundaki ölçütler
Sürdürülebilir Arazi Kriterleri
Su Verimliliği Kriterleri
Malzeme ve Kaynaklar Kriterleri
Enerji ve Atmosfer Kriterleri
İç Mekân Kalitesi Kriterleri
Tasarımda Yenilik ve Bölgesel Öncelik Kriterleri

4.2.1. Sürdürülebilir Arazi Kriterlerine Göre Değerlendirmesi

Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi konum itibarıyla Konya Şeker Fabrikası yerleşke alanında bulunmaktadır. İnşaat alanı olarak belirlenen alan daha önce üzerinde yapıların yer aldığı ve yeşil alanın bulunmadığı bir arazidir. Böyle bir arazinin seçilmesi ile yeşil alanların ve verimli arazilerin tahribat edilmesini önlenmiştir.

İnşaat alanının dışında kalan yerleşkede yeşil alan varlığı dikkat çekmektedir (Resim 2). Konya Gıda Tarım Üniversitesi de planlama-uygulamada yeşil alana en az zarar verecek şekilde ve yeşil alanla bütünleşik bir şekilde tasarlanmıştır (Resim 3). Bu bağlamda Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi ilk kredisini LEED kapsamında arazi seçiminden almıştır.



Resim 2. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Bina Yaklaşımında Yeşil Alan Kullanımı



Resim 3. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Giriş Alanında Yeşil Alan Kullanımı

Gelişme yoğunluğu ve toplumla bağlantısı incelendiğinde Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi; alt yapısı mevcut, kentsel yerleşim arazisi üzerinde eczane, okul, sağlık merkezi gibi temel ihtiyaçlara yakın bir konumda bulunmaktadır. Alternatif ulaşım kaynaklarını kullanımı açısından toplu taşıma imkânına sahiptir.

Merkezi konumu itibarıyla şehir içi ulaşılabilirliği oldukça kolaydır. Ayrıca Yüksek Hızlı Tren Garına yürüme mesafesinde bulunmaktadır. Bunların yanı sıra kampüs alanında bisiklet parkları, şarj

istasyonları da vardır. Bu uygulamalar sayede düşük emisyonlu ve fosil kaynaklı yakıt tüketimi azaltılarak çevre kirliliğinin azaltılması hedeflenmektedir.

Arazi geliştirme kriterlerine bakıldığında 268 metre çapındaki yeşil çanak üzerinde iklime uygun bitkiler yer almaktadır. Bu yoğun yeşillendirme stratejisi ile doğal alanların yenilenmesi ve korunması sağlanmıştır. Isı adası etkisinin azaltılması için çatı ve yapı bütününde açık renk kullanımı, kompozit ve yeşil çatı uygulamalarına yer verilmiştir. LEED sürdürülebilir arazi kriterlerinin tamamının yerine getirilmesi ile alınabilecek muhtemel kredi 26 iken Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi 23 puan alabilmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Sürdürülebilir Arazi Kriterleri LEED Puan Tablosu (EcoBuild verileri esas alınmıştır.)

Sürdürülebilir Arazi Kriterleri	Puan
İnşaat alanı kirliliğinin azaltılması	Sağlıyor
Arazi seçimi: Çevreye duyarlı arazi seçimi yapılmıştır.	1
Gelişim yoğunluğu ve toplumla bağlantı: Sağlanıyor	5
Alternatif ulaşım: Toplu taşıma ile ulaşım sağlanıyor.	6
Alternatif ulaşım: Bisiklet parkı ve değişim odaları bulunuyor.	1
Alternatif ulaşım: Düşük emisyonlu yakıt verimli araçlar için yer ayrılmıştır.	3
Alternatif ulaşım: Otopark sayısı yeterlidir.	2
Arazi gelişimi: Yeşil alanların korunumu ve yenilenmesi sağlanıyor.	1
Arazi gelişimi: Açık alan oluşumu üst düzeydedir.	1
Isı adası etkisi: Çatı dışındaki alanlarda ısı adası etkisi azaltılmıştır.	1
Isı adası etkisi: Çatılarda ısı adası etkisi azaltılmıştır.	1
Işık kirliliği azaltma: Gereksiz ışıklandırmadan kaçınılmıştır.	1
TOPLAM	23

4.2.2. Su Verimliliği Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi

Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi arazisi üzerinde yeşil çanak altında yer alması planlanan sarnıç-müze, şu an için yapılmamıştır. Yetkili kişilerle yapılan görüşmelerden alınan bilgilere göre kampüs alanı içerisinde yağmur suyunun toplandığı deponun yer aldığı öğrenilmiştir. Toplanan yağmur suyu yeşil alanların sulamasında kullanılmaktadır. Ayrıca bina içindeki atık suların ve çatıda biriken yağmur

suyunun yeşil çatının sulanmasında kullanılması için oluşturulmuş bir sistem yer almaktadır (Resim 4).



Resim 4. Atık ve Çatıda Biriken Suyun Sulamada Kullanımı

Peyzaj alanlarında kullanılan bitki ve ağaçlar ise az su tüketen, su verimli bitkiler olarak seçilmiştir. Yeni ağaçlandırma yapılan bölgelerde de damlama yöntemiyle sulama kullanılarak su tasarrufu sağlanmıştır (Resim 5). Bina içerisinde yer alan lavabolar ise tasarruflu az su tüketen ekipmanlardır (Resim 6). Bu sayede su kullanımı minimum %20 oranında azaltılmaktadır. LEED su verimliliği kriterlerinin tamamının yerine getirilmesi ile alınabilecek muhtemel kredi 10'dur ve Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi tam puan alabilmektedir (Tablo 5).



Resim 5. Su Verimliliği Sağlayan Damlama Yöntemiyle Sulama



Resim 6. Su Verimliliği Sağlayan Lavabolar

Tablo 5. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Su Verimliliği Kriterleri LEED Puan Tablosu
(EcoBuild verileri esas alınmıştır.)

Su Verimliliği Kriterleri	Puan
Su kullanımının azaltılması	Sağlıyor
Su verimli peyzaj: Su verimli bitkilendirme yapılmıştır.	4
Yenilikçi atık su teknolojileri kullanımı: Sağlamaktadır.	2
Su kullanımının azaltılması: Tasarruflu ekipmanların kullanımı	4
TOPLAM	10

4.2.3. Enerji ve Atmosfer Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi

Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi projesinin LEED kriterlerine göre "Enerji ve Atmosfer" başlığından alınabilecek muhtemel kredi 35 iken 8 puan alabilmektedir (Tablo 6). Binada herhangi bir yenilenebilir sistem bulunmamaktadır. Proje aşamasında yapılması planlanan güneş panelleri uygulamada yer almamıştır. İnşaat süreci devam eden kampüste ileride böyle bir uygulama yapılabileceği gerekli kişilerle yapılan görüşmeler sonucunda öğrenilmiştir. Optimum enerji performansı ise LEED kriterlerine göre sağlanmaktadır.

Tablo 6. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Enerji ve Atmosfer Kriterleri LEED Puan Tablosu
(EcoBuild verileri esas alınmıştır.)

Enerji ve Atmosfer Kriterleri	Puan
Bina enerji sistemlerinin temel devreye alınması	Sağlıyor
Minimum enerji performansı	Sağlıyor
Temel Soğutucu Akışkan Yönetimi	Sağlıyor
Optimum enerji performansı	5
Gelişmiş Soğutucu Akışkan Yönetimi	2
Ölçüm ve doğrulama yapan sistemler	1
TOPLAM	8

4.2.4. Malzeme ve Kaynak Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi

Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, LEED'in malzeme ve kaynaklar kriterine göre alınabilecek muhtemel kredi 14 iken 6 puan alabilmektedir (Tablo 7). Binada kullanılan malzemeler, büyük oranda geri dönüştürülebilir içeriğe sahip beton ve çelikten oluşmaktadır (Resim 7) ve (Resim 8). Ayrıca bina inşa aşaması boyunca atık yönetimi kontrolü yapılmıştır.



Resim 7. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Çelik ve Beton Kullanımı

Geri dönüştürülebilir atık malzemeler toplanarak değerlendirilmesi sağlanmıştır. Bununla birlikte malzemeler, yerel kaynaklardan elde edilerek taşıma masraflarından tasarruf edilmiştir. Ulaşımında kullanılan yakıt miktarının azalmasına bağlı olarak çevre kirliliği en aza indirilmiştir. Yerel malzeme kullanımı ile ülke ekonomisine de katkı sağlanmıştır.



Resim 8. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Çelik ve Beton Kullanımı
(URL-4)

Tablo 7. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Malzeme ve Kaynaklar Kriterleri LEED Puan Tablosu
(EcoBuild verileri esas alınmıştır.)

Malzeme ve Kaynaklar Kriterleri	Puan
Geri dönüştürülebilir atıkların toplanması	Sağlıyor
İnşaat atık yönetimi	2
Yenilenebilir içerik	2
Yerel malzeme kullanımı	2
TOPLAM	6

4.2.5. İç Mekân Çevre Kalitesi Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi

Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, LEED'in iç mekân çevre kalitesi kriterlerine göre alınabilecek muhtemel kredi 15 iken 7 puan alabilmektedir (Tablo 8). Yapı, ASHRAE 62.1 standartlarına göre minimum iç hava kalitesi şartını sağlamaktadır. Yapı

içerisinde tütün kullanımı kontrolü sağlanmakta ve tütün kullanımı yasaklanmıştır. İç ortam kalitesi yerleşim öncesinde ve inşaat esnasında sağlanmıştır. Yapının inşasında düşük salınımlı malzemeler, yapıştırıcılar ve boyalar kullanılarak insan sağlığını olumsuz etkileyecek maddelerden kaçınılmıştır. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, LEED standartlarına göre aydınlatma kriterlerinde tam puan alabilmektedir. Kullanılan mahallerinin %75'inde talep edilen gün ışığı değeri bulunmaktadır. Binanın kullanıcılarının, gün ışığından minimum ölçüde yararlanması ve kullanıcı konforu ve psikolojisi için önemli bir kriter olan dışarıyı görebilmelerine imkân sağlanmıştır. Aydınlatma sisteminin kontrol edilebilirliği sağlanarak olumsuz düzeyde güneş ışığı engellenmiştir.

Tablo 8. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi İç Mekân Çevre Kalitesi Kriterleri LEED Puan Tablosu (EcoBuild verileri esas alınmıştır.)

İç Mekân Çevre Kalitesi Kriterleri	Puan
Minimum iç hava kalitesi	Sağlıyor
Sigara dumanı kontrolü	Sağlıyor
İç ortam kalitesi inşaat aşamasında sağlanmıştır.	1
İç ortam kalitesi yerleşmeden önce sağlanmıştır.	1
Düşük emisyonlu malzeme- yapıştırıcı kullanılmıştır.	1
Düşük emisyonlu boyalar kullanılmıştır.	1
Gün ışığının kontrolü sağlanmaktadır.	1
Gün ışığı görüşüne sahiptir.	1
Manzaraya sahiptir.	1
TOPLAM	7

4.2.6. Tasarımda Yenilik ve Bölgesel Öncelik Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi

Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, LEED'in tasarımda yenilik ve bölgesel öncelik kriterlerine göre alınabilecek muhtemel kredi 10 iken 8 puan alabilmektedir (Tablo 9). Türkiye'nin yeşil bina öncelik kriterlerine uygundur. Proje üzerinden değerlendirmesi yapıldığı zaman Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, LEED'in önermiş olduğu yöntemlere ek olarak sürdürülebilirlik kapsamında daha farklı çözümler kullanmaktadır. LEED akredite uzmanları proje aşamasında yer almıştır. Bina eşik değerinden fazla performans gösterdiği alanlarda da puan alabilmektedir.

Tablo 9. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Tasarımda Yenilik ve Bölgesel Öncelik Kriterleri LEED Puan Tablosu (EcoBuild verileri esas alınmıştır.)

Tasarımda Yenilik Kriterleri	Puan
Su verimliliği sağlanmıştır.	1
Yüksek düzeyde yeşil alan kullanılmıştır.	1
Bölgesel malzeme kullanımı vardır.	1
Alternatif ulaşım- toplu taşıma imkânı sağlanmıştır.	1
Sürdürülebilir satın alma politikası mevcuttur.	1
LEED akredite uzmanı proje aşamasında yer almıştır.	1
Bölgesel Öncelik Kriterleri	
Isı adası etkisi	1
Enerji Performansı	1
TOPLAM	8

4.3. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesinin Yeşil Ergonomi İlkesinde Değerlendirilmesi

Yeşil ergonomi, çevresel faydalarının yanı sıra binaların kullanıcılarına da daha sağlıklı ve daha verimli bir çalışma ortamı sunmaktadır. Bu bağlamda Konya Gıda ve Tarım Üniversitesini ele aldığımızda LEED tablosundan çıkan verilere de bakarak bunun büyük ölçüde sağlandığı görülmektedir. Yeşil alanla bütünleşik bir biçimde tasarlanan kampüs kullanıcı psikolojisini olumlu yönde etkileyecek bir niteliktedir. Yerden yükseltilerek inşa edilmiş bu yerleşke hem doğaya daha az zarar vermekte hem de yeşil alanın sürekliliğini devam ettirmektedir (Resim 9). Düşük emisyonlu araç kullanımı, bisiklet kullanımının teşvik edilmesiyle yeşil alanların uzun dönemde korunması da öngörülmektedir (Resim 10).



Resim 9. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Yerden Yükseltilerek İnşa Edilen Kısım



Resim 10. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Bisiklet Parkları

Su ve malzemelerin de verimli bir şekilde kullanıldığı Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi'nin yeşil ergonomi açısından en önemli kriteri iç mekân çevre kalitesi olmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, kullanıcı konforu ve psikolojisi için önemli nitelikleri taşımaktadır. İç bahçe oluşumlu bir plan çözümüne sahip yapının bu özel formu, yapının koridor ve çekirdekleri de dahil tüm birimlerinin doğal gün ışığından faydalanmasını sağlamıştır (Şekil 5 ve Şekil 6). Yapı, çalışan konforu ve psikoloji açısından önemli bir kriter olan dışarıyı görme imkânını da tüm yönlerinde vermektedir.



Şekil 5. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Zemin Kat Planı (URL-4)



Şekil 6. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi 1. Kat Planı (URL-4)

Avlunun yanı sıra kafeteryadan üç yönde çıkışı bulunan yeşil çatı da sağlık ve konfor açısından kullanıcılar için olumlu, sıcak bir ortam sunmaktadır (Resim 11). Ayrıca aydınlatma sistemlerinin kontrolü ile gün ışığı bileşenin artırılması sonucu ortaya çıkabilecek gereksiz parlama ve termal rahatsızlık gibi sorunların da önüne geçilmiştir.

Bina iç mekânlarında kullanılan boya ve yapıştırıcı gibi ürünler insan sağlığına zarar vermemektedir. Ayrıca psikolojik açıdan da görsel konfor sağlayacak şekilde seçilmiştir (Resim 12). İç tasarımda kullanıcı konforuna çok önem verilmiştir. Yapının her yönden ışık almasını sağlayan avlu ve büyük camlar sayesinde manzaradan optimum düzeyde faydalanılması sağlanmıştır.



Resim 11. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Yeşil Çatı Uygulaması (URL-4)



Resim 12. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi İç Mekân

Yeşil ergonomi açısından önemli bir diğer husus iç hava kalitesidir. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi de bu husus konusunda uluslararası standartların üzerindedir. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi'nde cephede yer alan büyük pencereler ile doğal havalandırma ve aydınlatma sağlanmaktadır (Resim 13). Doğal havalandırmanın yanı sıra yapay hava sistemlerinin de kullanıldığı yapı içerisinde sağlık konforunu olumsuz etkileyecek kirleticilerin filtrasyonu yapılmaktadır (Resim 14). Tütün kontrol sistemlerinin de yer aldığı yapıda kirleticilerin önlenmesi yüksek oranda sağlanmıştır.

Daha yüksek hava akımı seviyesi için artan havalandırma ile oluşabilecek enerji kaybını önleyecek sistemler de kullanılmıştır. Böylece insan refahını üst düzeyde tutarken sürdürülebilirliğe de katkı sağlamıştır. Uygun havalandırma ve ışık miktarı, iç mekânda bitkilerin sağlıklı bir şekilde bakımına da imkân vermiştir. Bina dışında yer alan yeşil alanların yanı sıra bina içindeki uygun bitkiler de kullanıcılar için konforlu ve sıcak bir ortamı oluşturmaktadır.



Resim 13. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Doğal Havalandırma ve Aydınlatma Sağlayan Pencereler



Resim 14. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Yapay Havalandırma Sistemleri

5. Sonuçlar

Sürdürülebilirlik ve ergonomi her iki bilim dalı da insan doğa etkileşimini bir prensip olarak kabul etmektedir. Başlangıçta birbiriyle çok bağlantısı olmayan bu iki konu; yaşanan küresel felaketler sonucu, ergonomi alanında bu konu üzerine birtakım çalışmalar yapılmasıyla birlikte ilişkili hale gelmiştir. Oluşan bu bağlantıyla birlikte özel bir konu olan "yeşil ergonomi" kavramı ortaya çıkmıştır. Yeşil ergonomi, doğal ortam bozulduğunda ve tükendiğinde sürdürülebilir insan refahı ve etkinliğinin olamayacağını belirtir. Ayrıca insan psikolojisinin iyileştirilmesi ve fiziksel aktiviteleri için ilham verici olan ortamların gerekliliğini savunur. Bu nedenle sürdürülebilirliğe ek olarak yeşil ergonomi, insan refahını daha çok ön planda tutan alt başlıklar üzerine yoğunlaşmaktadır.

Çalışma kapsamında özel bir ergonomi konusu olan "yeşil ergonomi" üzerine yoğunlaşmış, insan odaklı, geleceğe dönük, bu yeni kavramla kampüs yapısı okunmaya çalışılmıştır. Çok fazla literatür çalışmasının olmadığı bu konu hakkında, yerel literatürde fazla çalışmaya erişilememiştir. Yeşil ergonomi ve mimarinin birlikte yorumlandığı bu çalışmada sertifikasyon süreci geçirmiş bir kampüs yapısı üzerinden okumalar yapılması bu çalışmanın özgün yönünü oluşturmaktadır. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi sahip olduğu özellikleri ile bu konunun tartışılmasında uygun bir örnektir. Yeşil bir kampüs hedefiyle inşa edilen Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi; LEED Sertifika sürecinde önemli adımlar atmış, yeşil bina kriterlerini ve yeşil ergonomiyi büyük oranda sağlayan bir projedir. Bu yönüyle başka üniversiteler için de iyi bir örnek olacağı düşünüldüğünde kampüs yapılarında bir farkındalık oluşturabileceği düşünülmektedir. Ülkemizde ekonomik, yeterli bilicinin oluşmaması gibi nedenlerle çok fazla yeşil bina uygulaması görülmemektedir. Bu tarz iyi örnekler ile ileride bir farkındalığın oluşabileceği düşünülmektedir. Ayrıca Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, çalışanları ve

öğrencilerinin de sürdürülebilirlik konusunda bilinçlenmesine katkı sağlamaktadır.

Çalışma kapsamında Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, LEED puan tablosu baz alınarak yeşil bina ve yeşil ergonomi çerçevesinde irdelenmiştir. LEED ana başlıkları altında detaylı bir şekilde incelenen Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi EcoBuild'in hazırlamış olduğu puan tablosuna göre 62 puan alarak LEED Gold NC sertifikasını alabileceği öngörülmüştür. Bulunduğu bölge içerisinde sürdürülebilir arazi kriterleri, su verimliliği, enerji ve atmosfer, malzeme ve kaynaklar, iç mekân çevre kalitesi, tasarımda yenilik ve bölgesel öncelik gibi pek çok kriterin tasarım ve uygulama aşamasında dikkate alınmasıyla yeni çözümler getirmiştir. Bu sayede hava kirliliği, kuraklık, tarım arazilerinin tahribatı, yeraltı suyunun azalması, yeşil alanların azalması, kuraklık gibi yerel ve uluslararası anlamda yer alan sorunların önüne geçmeye çalışılmıştır.

Tablo 10'da Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi LEED kriterlerine göre alması muhtemel puanlar ve değerlendirme başlıklarından alınabilecek maksimum puanlar gösterilmiştir:

LEED kapsamında ilk değerlendirme başlığı olan "Sürdürülebilir Arazi" kriterlerine göre alınabilecek muhtemel kredi 26 iken Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi 23 puan alabilmektedir. Bu bağlamda kampüs LEED'in önermiş olduğu araziler doğrultusunda büyük oranda başarı göstermiştir.

LEED kapsamında ikinci değerlendirme başlığı olan "Su Verimliliği" kriterlerine göre alınabilecek muhtemel kredi 10 iken Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi 10 puan alabilmektedir. Bu bağlamda KGTÜ'nün suyun verimli kullanımı konusunda oldukça duyarlı olduğu ve LEED'in de önermiş olduğu çözümleri dikkate aldığı sonucu çıkmıştır.

LEED kapsamında üçüncü değerlendirme başlığı olan "Enerji ve Atmosfer" kriterlerine göre alınabilecek muhtemel kredi 35 iken Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi 8 puan alabilmektedir. Bu alanda almış olduğu kredi düşük olup mekanik tasarım parametrelerine daha çok yer verildiği takdirde LEED uzmanlarına göre 18 puan daha kazanabileceği muhtemel görülmüştür.

LEED kapsamında dördüncü değerlendirme başlığı olan "Malzeme ve Kaynaklar" kriterlerine göre alınabilecek muhtemel kredi 14 iken Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi 6 puan alabilmektedir. Bu bağlamda yenilenebilir içerik-malzeme ve atık yönetimi değerlendirmesinde başarılı görülmüştür.

LEED kapsamında beşinci değerlendirme başlığı olan "İç Mekân Çevre Kalitesi" kriterlerine göre alınabilecek muhtemel kredi 15 iken Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi 7 puan alabilmektedir. Hem LEED

kapsamında hem de yeşil ergonomi açısından oldukça önemli bir kriter olan bu başlık altında KGTÜ kısmen iyi bir performans göstermiştir.

LEED kapsamında altıncı ve yedinci değerlendirme başlığı olan "Tasarımda Yenilik ve Bölgesel Öncelik" kriterlerine göre alınabilecek muhtemel kredi 10 iken Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi 8 puan alabilmektedir. LEED'in önermiş olduğu yöntemlere ek olarak sürdürülebilirlik kapsamında daha farklı çözümler üretmesi ve bölgesel öncelik kriterlerine önem vermesi ile bu başlıklar altında da başarılı olduğu görülmüştür.

Tablo 10. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi LEED Kriterlerine Göre Alması Muhtemel Puanlar

LEED Kriterleri	Alınabilecek max. kredi	KGTÜ için muhtemel kredi
Sürdürülebilir Arazi	26	23
Su Verimliliği	10	10
Enerji ve Atmosfer	35	8
Malzeme ve Kaynaklar	14	6
İç Mekân Çevre Kalitesi	15	7
Tasarımda Yenilik ve Bölgesel Öncelik	10	8
TOPLAM	110	62

LEED kapsamında pek çok kriteri yerine getiren Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi'nin yeşil ergonomi açısından en önemli kriteri iç mekân çevre kalitesi olmaktadır. Yeşil ergonomi, yeşil bina olma kriterlerinin yanı sıra yapı bütününde kullanıcı psikolojisi ve refahı açısından da en iyi ortamların oluşmasına katkı sağlamaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde KGTÜ, kullanıcı konforu ve psikolojisi için önemli nitelikleri taşımaktadır. Bu niteliklere çalışma kapsamında detaylıca değinilmiş olup şu şekilde özetlenebilmektedir;

- Kampüsün plan çözümü sayesinde doğal gün ışığını tüm mekanlarda alabilmesi ve görsel konfor açısından çeşitli yönlerde manzaraya sahip olması sağlanmıştır.
- Aydınlatma sistemlerinin kontrolü ile gün ışığı bileşenin artırılması sonucu ortaya çıkabilecek gereksiz parlama ve termal rahatsızlık gibi sorunların da önüne geçilmiştir.
- Kullanılan malzemeler itibarıyla insan sağlığını dikkate almakta, renk ve doku seçimleriyle psikolojik açıdan da görsel konforu sağlamaktadır.
- Avlunun yanı sıra kafeteryadan üç yönde çıkışı bulunan yeşil çatı ile sağlık ve konfor açısından

kullanıcılar için olumlu, sıcak bir ortam sunmaktadır.

- Doğal havalandırmanın yanı sıra yapay hava sistemlerinin de kullanıldığı yapı içerisinde sağlık konforunu olumsuz etkileyecek kirleticilerin filtrasyonu yapılmaktadır.
- Uygun havalandırma ve ışık miktarı, iç mekânda bitkilerin sağlıklı bir şekilde bakımına da imkân vermiştir. Bina dışında yer alan yeşil alanların yanı sıra bina içindeki uygun bitkiler de kullanıcılar için konforlu ve sıcak bir ortamı oluşturmaktadır.

Görüşmelerin yapıldığı 2019 yılı için ekonomik sebeplerle LEED sertifika süreci durdurulduğu öğrenilen üniversitenin, yeşil bina kriterlerini tam olarak sağladığında daha uzun süre tasarruf edebileceği ve değerinin artacağı düşünülmektedir. Yeşil binalar, tasarım aşamasından kullanım, yıkım gibi tüm aşamalarda çevresel etkileri dikkate alınmalıdır. Bunun için de tasarımcıdan yatırımcıya herkese büyük bir rol düşmektedir. Yeşil bina kavramıyla birlikte ileriki dönemlerde yeşil ergonomi kavramı da daha büyük bir önem kazanacaktır. Bundan sonraki süreçte yeşil binalar değerlendirilirken yeşil ergonominin de bir kriter olarak alınması yapıların sadece sürdürülebilir olmasını değil insan refahı ve sağlığını en üst düzeyde tutacak şekilde kullanımını da sağlayacaktır.

Yeşil ergonomi ile ilgili yapılan çalışmalar yurtdışında bile 2000 yılından sonrasına ait olup yerel literatürde bu alanda yapılmış çok az örnek bulunmaktadır. Ülkemizde bundan sonraki yapılacak çalışmalarda LEED'in yanı sıra başka sertifikasyon sistemlerinde de yeşil ergonominin, yeşil bina olma kriterlerine ek olarak nasıl bir girdi oluşturabileceği üzerine tartışmalara yer verilmelidir. Böylelikle hem yerel literatüre katkı sağlanmış hem de yerel bir sertifikasyon üretilme sürecine, yapılan çalışmalar ile katkı sağlanmış olacaktır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

Erdede, S. B. ve Bektaş, S. (2014). Ekolojik Açıdan Sürdürülebilir Taşınmaz Geliştirme ve Yeşil Bina Sertifika Sistemleri, *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, No:1, Samsun.

Güler, M. (2016). Sürdürülebilir Tasarım Ölçütleri Bağlamında Yeşil Ofis Binalarının Analiz ve Karşılaştırması. Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi-Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Ana Bilim Dalı*, Konya.

Haslam, R., Waterson, P. (2013). Ergonomics and Sustainability, *Ergonomics*, Volume: 56, Issue: 3

Kanan, N. (2010). Ekolojik Mimarlıkta Mimari Bütünleşmenin 1990 Yılı Sonrası Ken Yeang ve Norman Foster'ın Yapıları Özelinde İncelenmesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.

Özmehmet, E. (2005). Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Akdeniz İklim Tipi İçin Bir Bina Modeli Önerisi. Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.

Şimşek, P. E. (2012). Sürdürülebilirlik Bağlamında Yeşil Bina Olma Kriterleri "Kağıthane Ofis Park Projesi Örneği". Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.

Saka, İ. (2011). Sürdürülebilirlik Açısından İstanbul'da Bir Ofis Binasının LEED Sertifikalandırma Sistemi Kapsamında Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Gayrimenkul Geliştirme Anabilim Dalı Gayrimenkul Geliştirme Programı*, İstanbul.

Thatcher, A. (2013). Green Ergonomics: Definition and Scope. *Ergonomics*, 56(3), 389-398.

Thatcher, A., Garcia-Acosta G., & Lange Morales K. (2013). Human Factors in Organizational Design and Management, Nordic Ergonomics Society Annual Conference-46, Synergies between ergoecology and green ergonomics: a contribution towards a sustainability agenda for HFE

Thatcher, A., Acosta, G. G., & Morales, K. L. (2013). Design Principles For Green Ergonomics. Proceedings of the International Conference on Ergonomics & Human Factors 2013, Cambridge, UK, 15-18, 319.

Thatcher, A., & Milner, K. (2014). Green Ergonomics and Green Buildings. *Ergonomics in Design The Quarterly of Human Factors Applications*, 22(2), 5-12.

Ergonomi 3(1), 18 - 32, 2020

Turhan, E., Özdemir, G., Özdemir, Y. (2015). Yeşil Ergonomiye Genel Bakış, Süleyman Demirel Üniversitesi *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* (3), ÖS: Ergonomi 2015, 559-565.

Uluer, H. S. (2017). Yeşil Bina Sertifika Ölçütlerinin Yeşil Ergonomi Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği*, Ankara.

Yanar, N. (2015). Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemlerinin Konya Bağlamında İncelenmesi, Second International Sustainable Buildings Symposium, Ankara.

Yanar, N. (2017). Mimari Tasarımda "Sürdürülebilirlik ve Ekoloji" Anlayışının Konya Bağlamında İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı*, Konya.

İnternet Kaynakları

URL-1 <https://thepsychologist.bps.org.uk/volume-31/october/neville-moray-1935-2017>, Erişim Tarihi: 29.02.2020

URL-2 <https://www.ecobuild.com.tr/projeler>, Erişim Tarihi: 22.05.2019

URL-3 <https://www.gidatarim.edu.tr/tr/kurucu-vakif>, Erişim Tarihi: 12.03.2020

URL-4 <http://www.arkitera.com/proje/8829/konya-gida-ve-tarim-universitesi>, Erişim Tarihi: 22.05.2019

URL-5 <https://www.yazgandesign.com/konya-food-and-agriculture-universi>, Erişim Tarihi: 22.05.2019

URL-6 <https://www.ecobuild.com.tr/copy-of-hakkimizda>, Erişim Tarihi: 25.02.2020

LİKİD PETROL GAZI POMPACILARININ ÇALIŞMA DURUŞLARININ OWAS YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ*

Nurettin YAMANKARADENİZ¹, Erol KILIK², Gizem AKALP^{3†}

¹ Bursa Uludağ Üniversitesi, Müh. Mim. Fakültesi, ORCID No: <http://orcid.org/0000-0003-1657-2604>

² Bursa Uludağ Üniversitesi, TBMYO, ORCID No: <http://orcid.org/0000-0001-8893-0285>

³ Mühendis, İş Sağlığı Güvenliği A Sınıfı Uzmanı, ORCID No: <http://orcid.org/0000-0001-7412-9112>

Anahtar Kelimeler

Çalışma duruşu
Ergonomi
Ergonomik analiz
LPG dolum ağızı
OWAS

Öz

Bu çalışmanın amacı, ülkemizde otogaz sistemlerinin araçlara montajında çok yaygın görülen hatalı bir uygulamaya ve bunun çalışanlar üzerindeki etkilerine dikkat çekmektir. Ülkemizdeki pek çok araçta, daha çevreci ve ekonomik bir yakıt olması nedeniyle likit petrol gazı (LPG), benzine alternatif olarak kullanılmaktadır. Aracın, otogaz ile kullanılmasını sağlayan sistemin bir parçası da LPG dolum ağızıdır. Pek çok araçtaki LPG dolum ağızının, arka tamponunun altı, üzeri, sağı ya da solu gibi farklı yerler tercih edilerek montaj yapıldığı görülmektedir. Hatta rijit olmayan ya da sarkan bağlantıların da olduğu çeşitli montaj uygulamaları görülmektedir. Ergonomik olmayan, çeşitli şekil ve rastgele yerler seçilmiş olan bu uygunsuz LPG dolum ağızı yerlerinin, gün boyu çalışan pompacıların sağlığına olumsuz etkileri olmaktadır. Ayrıca, pompacıların dolum yapabilmek için aracın arka kısmını aramaları gerekmekte ve bu durum kas iskelet sistemine daha fazla yüklenmesine, bazı yeni risklere ve verim düşmesine neden olmaktadır. Bu çalışmada, oto gaz istasyonlarında çalışan pompacıların uygun olmayan çalışma duruşu ve kas-iskelet sistemindeki yüklenme, gözleme dayalı bir metot olan Ovako Çalışma Duruşları Analiz Sistemi (OWAS) ile Bursa'da bulunan bir oto gaz istasyonunda gerçekleştirilmiştir. Bu araştırma kapsamında, LPG dolum sürecine ait video kayıtları, işletmeden alınan izin sonrasında güvenlik kameraları izlenerek ergonomik analizleri gerçekleştirilmiştir.

AN ANALYZE BY OWAS METHOD FOR THE WORKERS ABOUT THEIR WORKING CONDITIONS AT LPG FILLING STATION

Keywords

Working posture
Ergonomics
Ergonomics analysis
LPG filling unit
OWAS

Abstract

The aim of this study is to draw attention to the faulty practice which is very common in the mounting of LPG conversion systems in our country and its effects on the employees. Liquid petroleum gas (LPG) is used as an alternative to gasoline in many vehicles in our country because it is more environment friendly and economical. Part of the system that allows the vehicle to work with autogas is the LPG filling unit. It is seen that the LPG filling port of many vehicles is mounted by preferring different places such as under, backside, right or left of the rear bumper. In fact, many faulty mounting practices with non-rigid or swinging connections are seen. These unsuitable LPG filling units, which are non-ergonomic, with various shapes and random locations, have negative effects on the health of the LPG filling station attendant working throughout the day. In addition, LPG filling station attendant need to look at the rear of the vehicle to be able to refill, which leads to a greater burden on the musculoskeletal system, new risks and reduced efficiency. In this study, the working posture of the LPG filling station attendant and the loading in the musculoskeletal system were analyzed by the Ovako Working Postures Analysing System (OWAS), in an auto gas station in Bursa, a method based on observation. Within the scope of this research, the video recordings of the LPG filling process were monitored and security cameras were monitored after the permission received from the company and ergonomic analyzes were performed

Araştırma Makalesi

Research Article

Başvuru Tarihi : 13.03.2020

Submission Date : 13.03.2020

Kabul Tarihi : 29.03.2020

Accepted Date : 29.03.2020

* Bu çalışma, 28-30 Eylül 2018 tarihinde Erzurum'da gerçekleştirilen 24. Ulusal Ergonomi kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

† Sorumlu yazar e-posta: gizemakalp@gmail.com

1. Giriş

Çalışanları iş sağlığı ve güvenliği yönünden olumsuz etkileyen faktörler arasında ergonomik riskler oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Pek çok iş kolunda, hatalı çalışma duruşları ve fazla tekrarlı hareketler yapılması nedeniyle çalışanlar, kas-iskelet sistemiyle ilgili riskler altındadır. Kas-iskelet sistemi ile ilgili rahatsızlık ve meslek hastalıkları, çalışanların hem günlük yaşamını hem de iş hayatını olumsuz etkilemektedir. Ayrıca bu tür meslek hastalıkları, tüm meslek hastalıkları arasında önemli bir yer tutmaktadır. Dolayısıyla, işverenleri ve ülkelerin ekonomisini de olumsuz etkilemektedir. Başta çalışanlar olmak üzere, tarafların bu gibi olumsuzluklardan korunabilmesi için ergonomi biliminin yararlanılmaktadır. Ergonomi (veya insan faktörleri), insanlar ve bir sistemin diğer unsurları arasındaki etkileşimlerin anlaşılmasıyla ilgili bilimsel bir disiplin; insan refahını ve genel sistem performansını optimize etmek için teori, ilke, veri ve tasarım yöntemleri uygulayan bir meslektir (<https://www.iea.cc/whats/index.html>). Ergonomi, dış faktörler karşısında insanın makine ve çevre ile uyumunu arttırmayı amaçlayan bir bilim dalı olarak da tanımlanabilir. Ergonominin temel amacı en az insan gücü maliyeti (stres, zorlanma, yorgunluk, kazalar) ile en fazla performans elde edilmesidir. Ergonominin diğer amaçlarından biri de çalışma duruşlarının iyileştirilmesiyle, çalışanın yetenekleri ve iş gerekleri arasındaki dengenin oluşturulması ve sonucunda işçi sağlığı-güvenliği ve sistemin toplam verimliliğinin iyileştirilmesinin sağlanmasıdır (Akay, vd., 2003). Ergonomi, kullanılan donanımlar ile çalışanın uyumlaştırılması, doğru vücut mekaniğinin ve doğru duruşların kullanılması, iyileştirme amaçlı korunma eğitimleri ve kontrol mekanizmalarını da kapsamaktadır.

OWAS (Ovako Çalışma Duruş Analiz Sistemi), REBA (Tüm vücut değerlendirme Yöntemi) ve RULA (Hızlı Üst Ekstremité Değerlendirmesi) gibi gözlemsel yöntemler endüstriyel ortamlarda işçi duruşunu değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Enez ve Nalbantoğlu, 2019; Pinzke ve Kopp, 2001; McAtamney ve Corlett, 1993; Manghisi, et al., 2017).

Bu çalışma, çalışanların LPG dolumu esnasında çalışma duruşu ve kas-iskelet sistemindeki yüklenmenin belirlenmesi amacıyla Bursa'da bulunan bir otogaz istasyonunda yapılmıştır.

Ülkemizde, 2018 Mart ayı sonu itibarıyla trafiğe kayıtlı yaklaşık 12,2 milyon adet otomobilin %38,2'si LPG'lidir. Buna göre yaklaşık 4,7 milyon adet otomobil LPG'lidir (Sıvılaştırılmış Petrol Gazları

(LPG) Piyasası 2017 Yılı Sektör Raporu,2018). Aralık 2017 tarihi itibarıyla toplam 10.297 otogaz bayi vardır (Türkiye İstatistik Kurumu, 2019). Bu

rakamlara göre LPG dolum işinde en az 50000 kişinin çalıştığı tahmin edilmektedir.

Çalışanın kas-iskelet sistemindeki yüklenmeyi ve sistemin neden olduğu kötü duruşları belirlemek amacıyla kullanılan yöntemlerden biri de OWAS yöntemidir.

Ayrıca, özellikle sırt, kol ve bacakların zorlandığı çalışma duruşlarının analizi için OWAS yönteminin uygun bir yöntem olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada gözleme dayalı bir ergonomik analiz yöntemi olan OWAS tercih edilmiştir. Bu araştırma kapsamında, LPG dolum sürecine ait güvenlik kameralarının video kayıtları, işletme yönetiminden alınan izin sonrasında izlenerek, ergonomik analizleri gerçekleştirilmiştir.

2. Literatür Taraması

Ergonomi kapsamında değerlendirilen konulardan biri de çalışma süresi boyunca vücudun aldığı pozisyonlardır. Bu pozisyonlar duruş ya da postür olarak isimlendirilmektedir. Özellikle insan odaklı ya da emeğinin kullanıldığı iş ortamlarında çalışma duruşları daha çok önem kazanmaktadır. Bir çalışma esnasında, insanın en az zorlandığı pozisyon nötral pozisyon olarak tanımlanmaktadır. Buna bağlı olarak insanın omurga ve eklemleri için bu uygun pozisyonun sağlanması ve korunması sağlıklı bir kas-iskelet sistemi için çok önemlidir (Kocabaş, 2009). Literatürde, çalışma duruşu ve ergonomik analizlerin gerçekleştirilmesi amacıyla OWAS'ın kullanılmış olduğu çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmaların genel olarak, inşaat, imalat, tamir-bakım, sağlık, tarım ve hayvancılık, nakliye gibi sektörler üzerine olduğu görülmektedir (Esen, 2013). Ayrıca OWAS yöntemiyle yapılan çalışmalarda gözlemcilerle ilgili güvenirliliğin, ortalama olarak %93 olduğunu belirtilmektedir (Karhu, vd., 1997) Aşağıda, daha önce yapılmış olan bazı çalışmalara yer verilmiştir.

Ülkemizde, Akay vd. (2003), bir oto-bakım servisindeki çalışanların çalışma duruşlarını bir bilgisayar programı yardımıyla OWAS ile analiz ederek yüksek tehlike seviyelerinde olan bazı çalışma duruşları görülme sıklığı oranlarının düşürülmesini sağlayabilen tespitler yapmışlardır. Kurt ve Erdem (2003), torna tezgahında çalışma duruşları ve zorlanmaları OWAS ile analiz etmiştir. Çalışmanın sonucunda, uygun olmayan postürlerin nedenleri ve ergonomik kriterlere göre ne şekilde önlemler alınması gerektiği belirlenmiştir. Bunlara ilaveten, önerilen sistemin verimliliği ortaya konmuştur. Sönmez (2011), Niğde, Isparta ve Afyon'daki elma bahçelerinde elle yapılan elma hasadı sırasında işçilerin çalışma duruşlarını OWAS ile analiz etmiştir. Çalışmada, çalışma duruşlarının daha çok 1 ve 2. kategoride olduğunu göstermiştir.

Ülker ve Burdurlu (2012 tarafından yapılan ve Panel mobilya üretiminde kullanılan bazı makinelerde çalışanların vücut elemanlarının çalışma anındaki duruşlarının yüklenme ve zorlanma durumlarına göre kategorilendirilerek OWAS yöntemi ile analiz edildiği bir başka çalışmada, özellikle yüksek yüklenme ve zorlanma kategorisindeki duruşlarla ilgili olarak yapılan düzenlemelerin tehlike kategori değerlerinde toplamda %37'lik bir azalma sağladığı tespit edilmiştir

Atasoy Mert (2014) bir çanta imalat atölyesinde ergonomik risk değerlendirme metodlarını karşılaştıran bir araştırma yapmıştır. Atölyenin ergonomik risk değerlendirmesi sonucunda, değerlendirilen 11 görevin tamamı için ergonomik iyileştirme ihtiyacı bulunduğu tespit edilmiştir. Buna ilaveten, eylem seviyesi açısından en iyi sonuçlar OWAS ile elde edilmiştir. Asal ve Zengin (2017), inşaat sektöründe çalışanların sekiz farklı görev duruşlarını REBA ve OWAS yöntemleri ile analiz etmiştir. Tuğla örme ve sıva işlerinin OWAS yöntemine göre çok yüksek riskli olduğu tespit edilmiştir. Buna ilaveten, inşaat sektörünün analizi için OWAS'ın diğer yöntemlere göre daha etkili bir yöntem olduğu istatistiksel olarak yorumlanmıştır. Özel ve Çetik (2017) Kütahya'da bulunan bir kiremit fabrikasının yüklenme işleri esnasında yapılan hareket ve duruşları OWAS ile analiz etmiştir. Analiz için kullanılan iki farklı yüklenme türü ergonomik risk bakımından sınıflandırılmıştır. Alıcı vd. (2017) mobilya imalatı yapılan bir atölyede pnömatrik zımbalama ve pnömatrik vidalama işlerinin ergonomik risk analizini REBA, OWAS, OCRA, QEC ve ManTRA yöntemleri kullanarak gerçekleştirmiştir. Bulguların, işveren ve çalışanlarla paylaşıldığı ve ne şekilde önlem alınması gerektiği ile ilgili olarak çözüm geliştirilmesi planlanmıştır.

OWAS yöntemiyle yapılmış bazı uluslararası araştırmalar incelendiğinde, Puranen vd. (1996), Finlandiya'da bir çiftliğin sağımhanesinde, 35-45 yaş aralığında olan erkek ve kadın çiftçilerin vücut yüklenmelerini OWAS ile analiz etmiştir. OWAS sonuçları ve diğer verilere göre sağımhanedeki bu işlerin hafif işler olduğu sonucuna varılmıştır. Scott ve Lambe (1996), bir tavuk çiftliğinde tünikli tavuk yuvalarından yumurta toplayan işçilerin hareketlerini kaydederek OWAS yöntemi ile analiz etmiştir. Çalışmada, taban yumurtasının elle toplanmasının ve içeriye doğru uzanan tünellerin orta kısmına ulaşılmasının stokçu işçilere en fazla yük getirdiği bulunmuştur. Çözüm olarak, çiftliğin belirli kısımlarının modifiye edilmesi ile stokçu işçilerin hareketlerinin daha sağlıklı ve güvenli bir duruma döneceği belirtilmiştir. Engström ve Medbo (1997), otomotiv sektöründe üretim yapan bir firmanın montaj hattındaki bir çalışanın çalışma duruşlarını video kayıtları yardımıyla gözlemleyerek OWAS ile

analiz etmiştir. Çalışmada, çalışanın ciddi oranda işgücü kaybına uğradığı belirtilmiştir. Pohjonen vd. (1998), ortalama 42 yaşlarında olan hizmetçilerin çalışma sürecindeki duruşları OWAS ile analiz etmiş ve iş yüklerinin azaltılması için ergonomik tedbirlerin alınması gerektiği belirtmiştir. Saraji vd. (2004), İran'daki gemi ve limanlarda çalışan işçilerin çalışma duruşlarını OWAS ile analiz etmiştir. Çalışmada, sistemde kayıp iş günlerinin meydana geldiği ve sistemdeki hataların düzeltilebilmesi için çalışma duruşlarının düzeltilmesi gerektiği belirtilmiştir.

3. Yöntem

Bir otopaz istasyonunda çalışanların LPG dolumu esnasında çalışma duruşu ve kas-iskelet sistemindeki yüklenmenin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışma, 25 çalışanı bulunan, aynı zamanda motorin ve benzin satışının da yapıldığı, ülkemizde yaygın bayi ağına sahip olan bir markaya ait petrol istasyonlarından birinin, Bursa ilindeki bir işyerinde 2017 yılında gerçekleştirilmiştir. Bu istasyonda, haftada 7 gün ve 24 saat hizmet verilmektedir. Bir günlük çalışma süresi boyunca 300-400 civarında aracın LPG dolumu gerçekleştirilebilmektedir. İstasyon vardiyalı olarak hizmet vermektedir. Her vardiyanın 8 saat çalışma süresi vardır. Dolumu yapılacak araçların yoğunluğu güne ve saate göre değişiklik gösterebilmektedir. Bir vardiyada yine güne ve saatine göre değişebilen 75-180 civarında aracın LPG dolumu gerçekleştirilebilmektedir.

Çalışmada, ergonomik risk analizinin gerçekleştirilebilmesi için LPG dolum işinin ve çalışma duruşlarının nasıl yapıldığı gözlemlenmek ve buna ilaveten, araçların dolum ağız yerlerinin aracın tam olarak neresinde olduğu da incelenmek istenmiştir. Pompacıların dolum işi sürecinde benzer hareketler yapması nedeniyle analiz için tek pompacı için çalışma duruşlarının araştırılması yeterli görülmüş ve işletmenin izni dahilinde tek pompacıya ait güvenlik kayıtları detaylı olarak incelenmiştir. Firmadan alınan izin kapsamında bir kişiye ait video kayıtları üzerinde inceleme yapıldığı için etik kurulun iznine ihtiyaç duyulmamıştır. Çalışmada, gündüz saatlerinde rastgele seçilen bir zaman belirlenmiş ve 3,5 saat boyunca bir pompacının çalışma duruşları video kayıtlarında gözlemlenmiştir. Bu süreçte LPG dolumu için gelen 100 aracın LPG dolum ağız yerinin aracın neresinde olduğu da tespit edilmiştir. Bu gözlemler, bir aracın LPG dolumu için geçen sürenin genel olarak 2-5 dakika arasında tamamlandığını göstermiştir. Bu sürenin büyük bir kısmını, aracın dolumu esnasında geçen süre ile, dolduktan sonra çalışanın dolum tabancasını araçtan çıkarttığı an arasında geçen süre yani "ara bekleme süresi" oluşturmaktadır.

Ara bekleme süresindeyken pompacı ya aracın başında ayakta durarak veya bir yere yaslanarak beklemekte ya da istasyonun yoğunluğuna göre başka bir aracın daha dolumuna başlayabilmektedir. Diğer araçlar, bekleme süresinin uzamasına neden olabilmektedir. Pompacılar, dolum için aracın bulunmadığı yani istasyonun yoğun olmadığı zamanlarda ise beklemektedirler. Genel olarak çalışan, bu "bekleme süresi" boyunca, ayakta durma, bir yere yaslanma, çalışma alanında yürüme gibi hareketler yapmakta ve yeni bir araç otogaz pompasına park edince yanına giderek dolum işine yeniden başlamaktadır. Bu şartlar altında çalışan pompacının öncelikli görevi ise aracın LPG dolum işini gerçekleştirmektir. Bu öncelikli görevin yapılması sürecinde işlem sırası şöyle olmaktadır:

Çalışan önce pompa üzerinde olan elektronik sisteme aracın plakasını girmektedir. Daha sonra, otogaz pompasındaki yerinden dolum tabancasını çıkartıp aracın dolum ağzına monte etmektedir. Dolum işlemi tamamladıktan ve ara bekleme süresinden sonra ise dolum tabancasını aracın dolum ağzından söküp otogaz pompasındaki yerine monte etmektedir. Ardından, yine pompa üzerinde olan elektronik sistemi kullanarak satın alınan gazın ödeme fişini çıkartıp müşteriye vermektedir. Bu süreçte, zamanın bir kısmı ara bekleme süresi ve bekleme süresi olarak geçse de tarif edilen asıl görevin, yani dolum işinin gerçekleştirilmesi esnasında gözlenmiş olan çalışma duruşları çalışmanı fiziksel olarak oldukça zorlayıcı olabilmektedir. Bekleme süresindeki ve eğer başka bir araçla meşgul değil ise, ara bekleme süresindeki duruşların ise çalışmanı zorlayıcı nitelikte olmadığı gözlenmiştir. Hatta bu zamanlarda dinlenme imkanı da bulabildikleri görülmüştür. Bu nedenle, farklı sektörlerde daha önceden yapılmış olan bazı çalışmalarda gibi, asıl görevin yapıldığı süreçteki çalışma duruşlarının değerlendirilmesinin daha uygun olduğu düşünülmüştür. Buna göre, plakanın girilmesinden müşteriye ödeme fişinin verilmesine kadar geçen ve ara bekleme süresini de kapsayan bir araç için LPG dolum görevi genel olarak 2-5 dakikalık bir zaman içinde tamamlanmaktadır. Bu süreden, ara bekleme zamanı da çıkartılınca, çalışmanı zorlayıcı duruşların gözlenmiş olduğu çevrim süresi belirlenmiştir.

Çevrim süresinin ne kadar olacağını ise en çok LPG dolum ağzının aracın neresinde ve ne şekilde olduğu etkilemektedir. Bu nedenle, LPG dolumu için otogaz istasyonuna gelen araçların LPG dolum ağzı yeri tam olarak aracın neresinde olduğu ayrı ayrı belirlenmiş ve sınıflandırılmıştır.

Bu sınıflandırma Şekil 1.' de gösterilmiştir. Şekil 1. a, b ve c'de aracın arka alt kısmındaki tip 1, 2 ve 3, Şekil 1. d'de arka tampon üst kısmı ve Şekil 1. e'de benzin depo girişi kısmındaki montaj şekilleri verilmiştir.

Araçların LPG dolum ağzı yerine göre dolumu için harcanan çevrim süreleri de araştırılmıştır. Bu süreyi, LPG dolum ağzı yeri gibi diğer parametreler de etkileyebilmektedir. Bu parametrelere örnek olarak pompacının acele etmesi, LPG dolum ağzı yerinin nerede olduğunun bilinmemesi nedeniyle pompacı tarafından aranması, üzerindeki vidalı bir kapağın olup olmaması, yardımcı aparatların kullanılması, aracın o anki yüklü olma durumu, dolum ağzının üzerinde çamur, kar, buz vb. birikinti olması sayılabilir. Bu nedenlerden dolayı ortalama çevrim sürelerinin hesaplanıp analiz için bu değerlerin kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür.



Şekil 1. LPG Dolum Ağzı Yerlerinin Sınıflandırılması

Bunlara ilaveten, ergonomik analizinin yapılmasının uygun olacağı çevrim süresi genel olarak 40-60 saniye arasında sürdüğü gözlenmiştir. 100 araç arasından LPG dolum ağzı yeri benzer olan araçların çevrim sürelerinin de birbirine yakın ve çoğu çalışma duruşlarının da benzer olduğu gözlenmiştir. LPG dolum ağzı yerindeki farklılıkların duruş çeşidi, süresi, tekrar sayısını etkilediği gözlenmiştir. Bu nedenlerle, LPG dolum ağzı yerine göre ortalama çevrim süreleri ve bu çevrim boyunca çalışma duruşları incelenmiştir. Daha sonra, ortalama çevrim süreleri ve çalışma duruşları belirlenip OWAS ile analiz edilmiştir.

Çalışanların kas-iskelet sistemindeki yüklenmeler ve sistemin neden olduğu kötü duruşlar gözleme dayalı

bir çalışma duruşu analiz metodu olan OWAS (Ovako Working Posture Analysis System) metodu ile tespit edilebilmektedir. Literatürde, birçok sektördeki çalışma duruşlarının ergonomik analizinde OWAS yönteminin güvenilir bir yöntem olduğu ifade edilmiştir.

OWAS, iş etüdü yapanlara hizmet etmeye yarayan bir analiz aracı olarak tasarlanmış olup, iş yapılırken oluşan duruşlara dayalı bir iş örnekleme aracıdır (Ülker, Burdurlu,2012). Benzer analiz yöntemlerinin temelini oluşturma özelliğine sahip olan OWAS, ilk defa 1970'li yıllarda Finlandiya'da çelik üretimi alanında faaliyet gösteren bir şirket tarafından geliştirilerek kullanılmıştır (Akay, vd., 2003).

Bu yöntem, gözleme dayalı bir çalışma duruşu analiz yöntemidir. Bu metoda göre duruşlar sınıflandırılarak, kötü duruşlar ve uygun olmayan unsurların ortadan kaldırılması planlanabilmektedir (Akay, vd., 2003).

Çalışanın çalışma esnasındaki tüm duruşların belirlenmesi ve bu duruşların belli kurallara göre kodlanması, aralarındaki kötü duruşların ayırt edilmesi ve çalışanın kas-iskelet sistemindeki yüklenmelerin belirlenmesini sağlamaktadır. Duruşların kodlanması, çalışanın sırt, kol ve bacak duruşları ile birlikte kaldırılan yükün ağırlığı da göz önünde tutularak toplam 252 kombinasyondan hangisine uyduğunun belirlenmesi esasına dayanır.

Sırt Duruşu					1) Düz 2) Eğik 3) Çevrilmiş 4) Bükülmüş ve eğilmiş
Kol Duruşu					1) Her iki kol omuz hizasının altında. 2) Bir kol omuz hizasının üstünde. 3) Her iki kol omuz hizasının üstünde.
Bacak Duruşu					1) Oturma 2) Dik olarak iki bacak üzerinde ayakta durma 3) Dik olarak tek bacak üzerinde ayakta durma 4) Dik durumda, her iki bacak bükülmüş dur. 5) Dik durumda, bir bacak bükülmüş durumda 6) Diz çökerek durma 7) Yürüme
Kaldırılan Ağırlık					1) 10 kg'ın altında 2) 10 ile 20 kg arasında 3) 20 kg'dan fazla

Şekil 2.OWAS Yöntemine Göre Vücut Kısımlarının Duruş Kodları (Lundqvist ve Gustafsson, 1987; Sönmez, 2011; Özkaya, vd., 2017).

OWAS yönteminde duruşların belirlenmesi amacıyla kullanılması gereken sırt duruşları için kullanılan 4 kod Tablo 1.'de, kolların duruşları için kullanılan 3 kod Tablo 2.'de, bacakların duruşları için kullanılan 7 kod Tablo 3.'de ve yüklenme miktarı için kullanılan 3 kod Tablo 4.'de verilmiştir. Bu tablolarda, duruş ve kodların seçilmesi ile ilgili açıklamalara da yer verilmiştir.

Tablo 1. OWAS Yöntemine Göre Sırt Duruşları
(Akay, vd., 2003)

Kod	Duruş	Açıklama
1	Düz	Sırtın, dik şekilde ya da 20°'den daha az eğildiği / döndüğü durumdur.
2	Eğilmiş	Sırtın, 20° ya da daha fazla eğildiği durumdur.
3	Dönmüş	Sırtın, düz durumdayken döndüğü ya da 20°'den fazla yana doğru eğildiği durumdur.
4	Eğilmiş ve dönmüş	Sırtın, hem eğildiği hem döndüğü durumdur.

Tablo 2. OWAS Yöntemine Göre Kol Duruşları
(Akay, vd., 2003)

Kod	Duruş	Açıklama
1	Kollar omuz seviyesinin altında	Her iki kolun tamamen omuz seviyesinin altında olduğu durumdur.
2	Tek kol omuz seviyesinde ya da daha üzerinde	Kollardan birinin tamamen ya da kısmen omuz seviyesinde ya da daha üzerinde olduğu durumdur.
3	Kollar omuz seviyesinde ya da daha üzerinde	Her iki kolun tamamen ya da kısmen omuz seviyesinde ya da daha üzerinde olduğu durumdur.

Tablo 3. OWAS Yöntemine Göre Bacak Duruşları
(Akay, vd., 2003)

Kod	Duruş	Açıklama
1	Oturma	Bacakların kalça seviyesinin altında olduğu oturma durumudur.
2	Bacaklar düz şekilde ayakta	Bacakların 150°'den fazla diz açısıyla ayakta olunması durumudur.
3	Tek bacak düz şekilde ayakta	150°'den fazla diz açısıyla vücudun

4	Bacaklar eğilmiş şekilde çömelme ya da ayakta	tek ayağın üzerinde olması durumudur. 150°'den daha az diz açısıyla her iki bacağın eğilmesi durumudur.
5	Tek bacak eğilmiş şekilde çömelme ya da ayakta	150°'den daha az diz açısıyla tek bacağın eğilmesi durumudur.
6	Diz çökme	Tek ya da çift dizi üzerine diz çökülmesi durumudur.
7	Yürüme	Yürüme ya da hareketli olunması durumudur.

Tablo 4. OWAS Yöntemine Göre Yüklenme (Akay vd, 2003)

Kod	Yük durumu	Açıklama
1	≤10 kg	Yüklenme miktarı 10 kg ya da daha az
2	>10 kg, ≤20kg	Yüklenme miktarı 10 kg'dan büyük ve 20 kg ya da daha az
3	>20 kg	Yüklenme miktarı 20 kg'dan daha fazla

Bunlara ilaveten, duruş kombinasyonları OWAS yönteminde belirlenmiş olan tehlike seviyelerine göre 4 kategoriye ayrılmıştır. Bu kategoriler sayesinde duruş kombinasyonlarının tehlike seviyeleri derecelendirilerek hangi eylemlerin yapılması gerektiği belirlenebilmektedir. Bu tehlike ve eylem kategorileri Tablo 5.'de verilmiştir.

Tablo 5. OWAS Yönteminde Tehlike Seviyelerine Göre Eylem Kategorileri (Ülker ve Burdurlu, 2012)

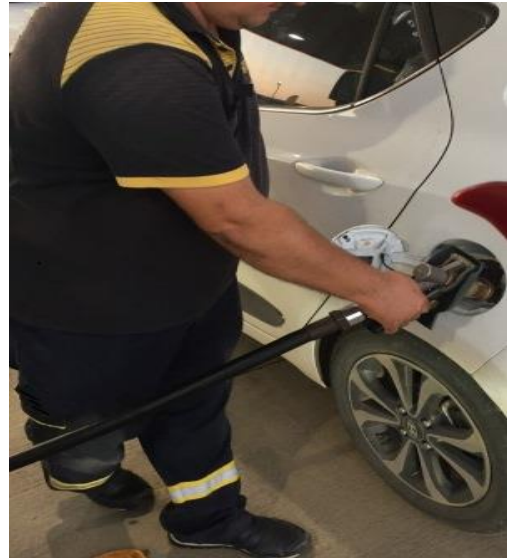
Kategori	Tehlike seviyesi	Eylem açıklaması
1	Normal duruş	KİS'e zararlı etkisi yok ve düzeltici eylem gerektirmemektedir.
2	Az etkili duruş	KİS'e bazı zararlı etkileri olması nedeniyle yakın bir zamanda ergonomik açıdan düzeltici eylem gerektirmektedir.
3	Fazla etkili duruş	KİS'e zararlı etkileri olması nedeniyle mümkün olduğunca erken bir süre içinde ergonomik açıdan

4	Çok fazla etkili duruş	düzeltilmesi için eylem gerektirmektedir. KİS'e çok ciddi zararlı etkileri olması nedeniyle acilen/derhal ergonomik açıdan düzeltici eylem gerektirmektedir.
---	------------------------	--

Ayrıca, OWAS yöntemi ile tüm çalışma duruşlarının kullanılma sıklığı ve yüzdesinin de belirlenmesi mümkün olmaktadır. Bütün bu özellikleri sayesinde OWAS yöntemi, çalışanlara daha ergonomik çalışma koşulları sağlanması amacıyla mevcut çalışma metodlarının nasıl iyileştirilebileceğinin belirlenmesini kolaylaştıran bir yöntem ya da yardımcı bir araç olarak kullanılmaktadır.

Çalışmada, OWAS duruş kodlama sisteminin kolay uygulanması amacıyla MS Excel programı kullanılmıştır.

Şekil 3.'de, LPG dolmu işindeki örnek bir çalışma duruşu gösterilmiştir. Tablo 6.'da ise bu çalışma duruşunun nasıl kodlanmış olduğu açıklanmıştır.



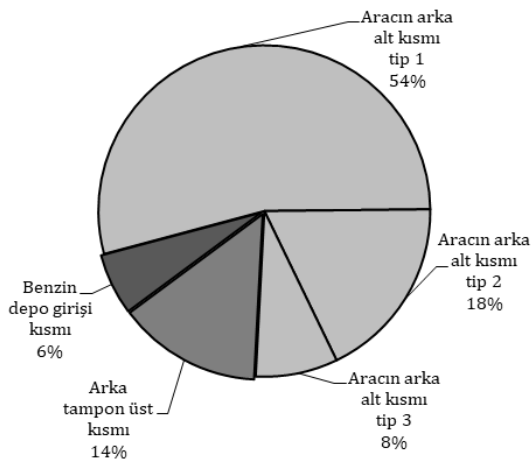
Şekil 3. LPG Dolumu İşinde Örnek Bir Çalışma Duruşu

Tablo 6. OWAS Yöntemine Göre Bir Çalışma Duruşunun Kodlanması

	Sırt duruş kodu	Kolların duruş kodu	Bacakların duruş kodu	Yüklenme Durumu kodu
Ko	1	1	2	1
Açıklama	Fotoğraftaki çalışanın sırt duruşuna göre Tablo 1.'den uygun kod seçilmiştir.	Fotoğraftaki çalışanın kollarının duruşuna göre Tablo 2.'den uygun kod seçilmiştir.	Fotoğraftaki çalışanın bacaklarının duruşuna göre Tablo 3.'den uygun kod seçilmiştir.	Fotoğraftaki çalışanın yüklenmesi ne göre Tablo 4.'den uygun kod seçilmiştir.

4. Bulgular

Çalışmada, araçların arka alt kısmındaki dolum yerlerinin, aracın sol, orta veya sağ tarafında ve tampondan ayrı olarak ya da tamponun zemine doğru bakan alt yüzeyinin sol, orta veya sağ tarafında olduğu gözlenmiştir. Araç tamponun üst kısmındaki dolum yerlerinin ise tamponun zemine dikey duran yüzeylerinde sol, orta veya sağ tarafında olduğu gözlenmiştir. Benzin depo girişi kısmındaki LPG dolum ağzı yerlerinin ise benzin deposu dolum ağzının hemen yanında olduğu tespit edilmiştir. Buna ilaveten, bu tip araçların sayısının oldukça az olduğu ve bunların çoğunluğunun da fabrika çıkışlı LPG'li olarak üretilmiş olduğu gözlenmiştir. Genel olarak bu tip montajlı araçların LPG dolumu için yardımcı bir aparatın kullanılması gerekmektedir. LPG dolum ağzı yeri tercih edilme oranları Şekil 4.'de verilmiştir.



Şekil 4. LPG Dolum Ağzı Yeri Tercih Edilme Oranları

Çalışmada, LPG dolum ağzı yeri aracın arka alt kısmında olan montaj tipi oranının %80 olduğu ve bu

oranın %54'lük dilimi tip 1 şeklinde olan montajlarda tamponun yakınında ve alt kısmında olduğu, %18'lik dilimi tip 2 şeklinde olan montajlarda tamponun üzerinde fakat aşağı ya da çapraz olarak montaj yapıldığı ve %8'lik dilimi tip 3 şeklinde olan montajlarda ise daha fazla iç kısımda ve ulaşılmasının oldukça zor bir yerde olduğu görülmüştür. Bunlara ilaveten, arka tampon üst kısmında olan montaj tipi %14 ve benzin depo girişi kısmında olan montaj tipi ise %6 oranında olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra, video kayıtları kullanılarak araçların LPG dolum ağzı yerlerine göre ortalama çevrim süreleri ve çalışma duruşu kodları belirlenmiştir. Daha doğru bir analiz yapabilmek amacıyla %80 oranında olan arka alt kısımda olan %54, %18 ve %8 oranlarındaki tip 1, 2 ve 3 için ortalama çevrim süreleri ayrı ayrı ele alınmıştır. Buna göre, 100 araç arasında, LPG dolum ağzı aracın arka alt kısmında olan 80 araçtan 54'ü olan tip 1 için ortalama bir çevrim süresinin 52 saniye olduğu, 18'i olan tip 2 için bu sürenin 49 saniye olduğu, 8'i olan tip 3 için ise 46 saniye olduğu tespit edilmiştir. LPG dolum ağzı aracın arka tampon üst kısmında olan 14 aracın ortalama çevrim süresinin 44 saniye ve benzin depo girişi kısmında olan 6 aracın ise ortalama 56 saniye olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma duruşlarının kodlanması amacıyla, LPG dolum tabancasının ağırlığı hortumuna takılı ve doluma hazır durumda ve çeşitli yükseklik seviyelerindeyken ölçülmüştür. Hortumuyla birlikleyken LPG dolum tabancası ağırlığının her durumda 10 kg'ın altında olduğu tespit edilmiştir. Buna ilaveten, LPG dolum ağzı yerine göre ortalama uygun zamanda tamamlanan ve ortalama hareketlerin gözlenmiş olduğu çevrimler tespit edilmiş ve bu çevrimler video kayıtları yardımıyla incelenmiştir. Çalışma duruşlarındaki değişmelerin hızlı olması nedeniyle, video kayıtlarındaki ortalama sürede tamamlanmış olan örnek olarak seçilen çevrimler saniyede 1 defa durdurularak çalışma duruşları tespit edilmiş ve OWAS yöntemine uygun şekilde kodlanmıştır.

Çevrim sürelerine bağlı olarak 52, 49, 46, 44 ve 56 adet olmak üzere toplam 247 görüntüye göre çalışma duruşu kodu elde edilmiştir. Daha sonra, LPG dolum ağzı yeri tercih oranlarına göre, her bir çevrim için tekrarlar da hesaba katılıp OWAS yöntemine uygun bir şekilde MS Excel programı kullanılarak analiz edilmiştir.

Çalışanların uygun olmayan çalışma duruşlarına ait örnek fotoğraflar aşağıdaki resim 1,2,3 ve 4'de verilmiştir.



Resim 1



Resim 2



Resim 3



Resim 4

Tablo 7.'de, analizde kullanılmış olan araçlarda LPG dolum ağzı yerine göre ortalama çevrim süreleri

verilmiştir. Ayrıca, araçların mevcut durumdaki LPG dolum ağzı yerlerinin 2 farklı şekilde iyileştirilebileceği düşünülmüştür.

Tablo 7. LPG Dolum Ağzı Yerine Göre Ortalama Çevrim Süreleri

Aracın arka alt kısmında (s)			Arka tampon üst kısmında (s)	Benzin depo girişi kısmında (s)
Tip 1	Tip 2	Tip 3		
52	49	46	44	56

Tablo 8.'de, hem mevcut durum hem de birinci ve ikinci iyileştirmeye göre LPG dolum ağzı yeri kullanılma oranları verilmiştir. Birinci ve ikinci iyileştirmedeki bu oranlar ile LPG dolum ağzı yerine göre tespit edilmiş olan çalışma duruş kodları kullanılarak OWAS'a uygun olarak analizler gerçekleştirilmiştir.

Önce, birinci iyileştirme yani %6'sı benzin deposu giriş kısmında, kalan %94'ü arka tampon üst kısmında olması durumu ve daha sonra ikinci iyileştirme yani %100'ü benzin deposu giriş kısmında olması durumuna göre analizler yapılmıştır. Son olarak, bütün durumlardaki analiz sonuçları karşılaştırılmıştır.

Tablo 8. Mevcut Duruma, Birinci Ve İkinci İyileştirmeye Göre LPG Dolum Ağzı Yeri Kullanılma Oranları

	Aracın arka alt kısmındaki araç oranı (%)	Arka tampon üst kısmındaki araç oranı (%)	Benzin depo girişi kısmındaki araç oranı (%)
Mevcut durum	80	14	6
Birinci iyileştirme	0	94	6
İkinci iyileştirme	0	0	100

4.1. Mevcut Duruma göre OWAS Sonuçları

Araçların LPG dolum ağzı yer tercihleri mevcut durumdayken, yani LPG dolum ağzı aracın %80 arka alt, %14 arka tampon üst ve %6 benzin depo girişi kısımlarında olan araçların 3 saatlik video kaydı incelenerek OWAS'a uygun şekilde analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, mevcut durumdayken toplam duruş sayısı 4852, toplam çevrim süresi 81

dakika ve bu süreçteki çalışma zamanı oranı %45 olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 9.'da mevcut durumdaki tehlike seviyelerine göre belirlenmiş olan çalışma duruş kodları, sıklık ve çalışma duruş oranları verilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, tehlike seviyesi kategori 1, 2, 3 ve 4'de olan çalışma duruşlarının görülme sıklıkları sırasıyla 3354, 488, 70 ve 930 olduğu tespit edilmiştir. Sıklık oranlarının ise aynı sıralamayla %69,27, %10,08, %1,45 ve %19,21 olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 9. Mevcut Durumdaki Tehlike Seviyelerine Göre Çalışma Duruşu Kodlarının Sıklığı Ve Sıklık Oranları

	Duruş Kodları	Sıklık	Toplam Sıklık	Oran (%)	Toplam Oran (%)
K 1	1121	1212		25,03	
	1171	1578	3354	32,59	69,27
	1161	564		11,65	
K 2	2161	216		4,46	
	1151	188	488	3,88	10,08
	2121	84		1,73	
K 3	2141	28	70	0,58	1,45
	2151	42		0,87	
K 4	4361	690	930	14,25	19,21
	4261	240		4,96	

4.2. Birinci İyileştirmeye göre OWAS Sonuçları

Araçların LPG dolun ağız yer tercihleri birinci iyileştirmeye göre LPG dolun ağız aracın %94 oranında arka tampon üst kısmında ve %6 benzin depo girişi kısımlarında olduğu varsayılarak OWAS'a uygun şekilde analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, toplam duruş sayısı 4472, toplam çevrim süresi 75 dakika ve bu süreçteki çalışma zamanı oranı %42 olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 10 'da birinci iyileştirmedeki tehlike seviyelerine göre belirlenmiş olan çalışma duruş kodları, sıklık ve çalışma duruş oranları verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, tehlike seviyesi kategori 1, 2, 3 ve 4'de olan çalışma duruşlarının görülme sıklıkları sırasıyla 3354, 648, 470 ve 0 olduğu tespit edilmiştir. Sıklık oranlarının ise aynı sıralamayla %75, %14,49, %10,51 ve %0 olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 10. Birinci İyileştirmedeki Tehlike Seviyelerine Göre Çalışma Duruşu Kodlarının Sıklığı Ve Sıklık Oranları

	Duruş Kodları	Sıklık	Toplam Sıklık	Oran (%)	Toplam Oran (%)
K 1	1121	1212		27,10	
	1171	1578	3354	35,29	75,00
	1161	564		12,61	
K 2	2161	376		8,41	
	1151	188	648	4,20	14,49
	2121	84		1,88	
K 3	2141	188	470	4,20	10,51
	2151	282		6,31	
K 4	-	0	0	0,00	0,00

4.3. İkinci İyileştirmeye göre OWAS Sonuçları

Araçların LPG dolun ağız yer tercihleri ikinci iyileştirmeye göre yani LPG dolun ağız aracın %100 oranında benzin depo girişi kısmında olduğu varsayılarak OWAS'a uygun şekilde analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, toplam duruş sayısı 5600, toplam çevrim süresi 93 dakika ve bu süreçteki çalışma zamanı oranı %51 olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 11'de, birinci iyileştirmedeki tehlike seviyelerine göre belirlenmiş olan çalışma duruş kodları, sıklık ve çalışma duruş oranları verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, tehlike seviyesi kategori 1, 2,

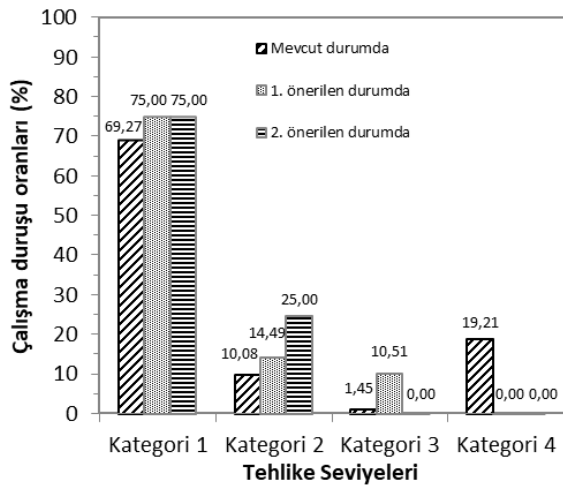
3 ve 4'de olan çalışma duruşlarının görülme sıklıkları sırasıyla 4200, 1400, 0 ve 0 olduğu tespit edilmiştir. Sıklık oranlarının ise aynı sıralamayla %75, %25, %0 ve %0 olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 11. İkinci İyileştirmedeki Tehlike Seviyelerine Göre Çalışma Duruşu Kodlarının Sıklığı Ve Sıklık Oranları

	Duruş Kodları	Sıklık	Toplam Sıklık	Oran (%)	Toplam Oran (%)
K 1	1121	1400	4200	25	75
	1171	2800		50	
K 2	2121	1400	1400	25	25
K 3	-	0	0	0	0
K 4	-	0	0	0	0

4.4. Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

Araçların LPG dolun ağız yer tercihleri mevcut durumdaki toplam duruş sayısı 4852 iken birinci iyileştirmenin sonucunda 4472'ye düştüğü, ikinci iyileştirmenin sonucunda ise 5600'e yükseldiği, toplam çevrim süresi 81 dakika iken birinci iyileştirmede 75 dakikaya düştüğü, ikinci iyileştirmede 93 dakikaya yükseldiği tespit edilmiştir. Çalışma zamanı oranı ise %45 iken birinci iyileştirmede %42'ye düştüğü, ikinci iyileştirmede %51'e yükseldiği tespit edilmiştir. Bunlara ilaveten, Şekil 5.'de bütün durumlardaki tehlike seviyesi kategorilerine göre çalışma duruşu sıklık oranları birlikte verilmiştir.



Şekil 5. Mevcut Durum, Birinci Ve İkinci İyileştirme Tehlike Seviyelerine Göre Çalışma Duruşu Sıklık Oranlarının Karşılaştırılması

Tehlike seviyelerine göre çalışma duruşu sıklık oranlarının karşılaştırılmasının sonucunda, kategori 1'deki çalışma duruşu oranlarının mevcut durumda %69,27 iken, hem birinci hem de ikinci iyileştirmede %5,73 oranında artarak %75'e yükseldiği tespit edilmiştir. Kategori 2'deki çalışma duruşu oranlarının mevcut durumda %10,08 iken, birinci iyileştirme ile %4,41 oranında artarak %14,49'a yükseldiği, ikinci iyileştirme ile %14,92 oranında artarak %25'e yükseldiği tespit edilmiştir. Kategori 3'deki çalışma duruşu oranlarının mevcut durumda %1,45 iken, birinci iyileştirme ile %9,06 artarak %10,51'e yükseldiği, ikinci iyileştirme ile %1,45 azalarak %0'a düştüğü tespit edilmiştir. Kategori 4'deki çalışma duruşu oranlarının ise mevcut durumda %19,21 iken, hem birinci hem de ikinci iyileştirme ile %19,21 oranında azalarak %0'a düştüğü tespit edilmiştir.

Bu sonuçlar, her iki iyileştirme ile de yüklenme ve zorlanmanın çok fazla olduğu ve ergonomik düzenlemenin hemen yapılmasını gerektiren kategori 4'deki çalışma duruşlarının ortadan kalktığını

göstermiştir. Buna ilaveten, yüklenme ve zorlanmanın fazla ve ergonomik düzenlemelerin mümkün olduğunca erken yapılması gerektiği kategori 3'deki çalışma duruşlarının birinci iyileştirme ile arttığını fakat ikinci iyileştirme ile tamamen ortadan kalktığını göstermiştir.

Birinci iyileştirmenin sonucunda kategori 3'deki çalışma duruşları oranındaki bu artış bir olumsuzluk gibi görünmesine rağmen kategori 4'deki acil düzenleme gerektiren çalışma duruşlarının ortadan kalkarak bunun yerine kategori 1'deki ergonomik düzenleme gerektirmeyen duruşların ve kategori 2'deki zorlanmanın fazla olmadığı duruşların artması, ergonomik açıdan mevcut duruma göre daha iyi bir kombinasyon oluşturduğunu göstermektedir. İkinci iyileştirme sonucunda ise kategori 3 ve 4'deki tüm çalışma duruşlarının ortadan kalkması ve bunların yerine diğerine benzer şekilde kategori 1 ve 2'deki çalışma duruşu oranlarının artması ergonomik açıdan çok daha iyi bir kombinasyon oluşturmaktadır.

5. Tartışma

Ülkemizde LPG'li araçlardaki dolun ağız yerlerinin %80 oranında araçların arka alt kısmında, %14 oranında arka tampon üst kısmında, %6 oranında ise benzin depo girişi kısmında olduğu sonucuna varılmıştır. LPG dolun ağız yerinin yüksek oranda araçların arka alt kısmında olmasının tehlike seviyesi yüksek çalışma duruşlarının yoğunlaşmasına neden olduğu tespit edilmiştir.

OWAS analiz sonucuna göre, mevcut durumdayken toplam çalışma duruşu sayısı 4852, toplam çevrim süresi 81 dakika ve bu süreçteki çalışma zamanı oranı %45 olduğu tespit edilmiştir. Bunlara ilaveten hem acil hem de mümkün olduğu kadar kısa zamanda iyileştirilmesi için düzeltici eylemler gerektiren tehlike seviyesi kategori 3 ve 4'de olan çalışma duruşlarının toplam %20,66 oranında olduğu tespit edilmiştir.

OWAS analiz sonucuna göre, birinci iyileştirmenin sonucunda toplam çalışma duruşu sayısı 4472, toplam çevrim süresi 75 dakika ve bu süreçteki çalışma zamanı oranı %42 olduğu tespit edilmiştir. Bunlara ilaveten, kategori 3'deki çalışma duruşlarının %10,51 oranında olmasına rağmen kategori 4'deki duruşlar tamamen ortadan kalktığı ve ergonomik açıdan mevcut duruma göre daha iyi şartların oluştuğu tespit edilmiştir.

OWAS analiz sonucuna göre, ikinci iyileştirmenin sonucunda toplam çalışma duruşu sayısı 5600, toplam çevrim süresi 93 dakika ve bu süreçteki çalışma zamanı oranı %51 olduğu tespit edilmiştir. Bunlara ilaveten, tehlike seviyesi kategori 3 ve 4'deki çalışma duruşlarının tamamen ortadan kalktığı ve ergonomik açıdan hem mevcut duruma hem de

birinci iyileştirmeye göre çok daha iyi şartların oluştuğu tespit edilmiştir.

Bu sonuçlar, LPG dolum işinde çalışanların kas iskelet sistemi sağlığı için ülkemizdeki tüm mevcut oto gazlı araçların LPG dolum ağızları, teknik olarak mümkün olanlarda benzin depo girişi kısmına, teknik olarak mümkün olmayanlarda araçların arka tampon üst kısmına monte edilerek tadilatı için acilen çalışma yapılması gerektiğini göstermektedir.

Nitekim 27 Nisan 2017 tarihinden itibaren yürürlüğe giren yasa uyarınca (26.10.2016 tarih ve 29869 sayılı resmi gazetede yayınlanan Araçların İmal, Tadil ve Montajı hakkında Yönetmelik) uygun olmayan yerlerde dolum ağzının bulunduğu araçlar fenni muayeneden geçemeyeceklerdir. Yine yasa uyarınca araçların dolum ağzı yerlerinin benzin depo girişi kısmına yerleştirilmesinin gerekliliği belirtilmiştir. 2017 yılından itibaren yürürlüğe girmiş olmasına karşın, hala uygunsuz yerlerdeki LPG dolum ağızlarının var olduğu dikkati çekmektedir. Bu nedenle söz konusu tadilat ve yeni otagaz sistemi montajlarından sonra fenni muayene sürecindeyken uygunsuz yerlerdeki LPG dolum ağızlarının tespiti ve ilgili mevzuata uygun bir şekilde fiili olarak tadilat yapılmasına yönelik yapılacak düzenlemelerin ve cezai müeyyidelerin iyileştirme sürecini hızlandırabileceği düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

Akay, D., Dağdeviren, M., Kurt, M. (2003). Ergonomic Analysis of Working Postures, *J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ.*, 18,3, 73-84.

Alıcı, H., Atıcı Ulusu, H., Gündüz, T. (2017). Ergonomic Risk Assessment of Pneumatic Punching and Screwing Processes in the Furniture Industry, *Çukurova University Journal of the Faculty of Engineering and Architecture*, 32,4, 211-226.

Araçların İmal, Tadil ve Montajı hakkında Yönetmelik, 2016, Sayı: 29869. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/10/20161026-3.htm>

Asal, Ö., Zengin, M. A. (2017). İnşaat Sektöründe Çalışan Duruşlarının Reba ve Owas Yöntemleri ile Ergonomik Analizi, *International Occupational*

Health and Safety Congress Proceedings Book 2017, 1-37.

Atasoy, Mert E. (2014). Comparison of Ergonomic Risk Assessment Methods and Implementation in a Bag Manufacturing Workshop, Ministry of Labour and Social Security, Directorate General of Occupational Health and Safety, Thesis for Occupational Health and Safety Expertise, 1-186.

Enez, K. & Nalbantoğlu, S. S. (2019). Comparison of Ergonomic Risk Assessment Outputs From OWAS and REBA in Forestry Timber Harvesting, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol.70 pp.51-57.

Engström, T., Medbo, P. (1997). Data Collection and Analysis of Manual Work Using Video Recording and Personal Computer Techniques. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19, 291-298.

Esen, H., Fiğlalı, N. (2013). Working Posture Analysis Methods and The Effects of Working Posture on Musculoskeletal Disorders. *Sakarya University Journal of Science*, 17,1, 41-51.

International Ergonomics Association. What is Ergonomics? Definition and Domains of Ergonomics. <https://www.iea.cc/whats/index.html>. Yayın tarihi Aralık 25, 2018. Erişim tarihi, Aralık 25, 2018.

Karhu, O., Kansi, P., Kuorinka I. (1997). Correcting Working Postures in Industry: A Practical Method for Analysis, *Applied Ergonomics*, 8, 199-201.

Kocabaş, M. (2009). Analysis of Working Postures That Cause Strain on Workers That Work in Dangerous and Heavy Works. Master Thesis, *Selcuk University Graduate School of Natural and Applied Sciences*, 1-69.

Kurt, M. ve Erdem, M. A. (2003). Çalışma Duruşları ve Zorlanmalar İçin OWAS Metodu, *Karabuk University Engineering Science and Technology an International Journal*, 6, 1, 2, 11-16.

Lundqvist, P., Gustafsson, B., (1987). Working Postures in Dairy Barns. 9th Joint International Ergonomics Symposium. Working Postures in Agriculture and Forestry. Kuopio, Finland.

- Manghisi, V. M., Uva, A. E., Fiorentino, M., Bevilacqua, V., Trotta, G. F. & Monno, G. (2017). Real time RULA assessment using Kinect v2 sensor, *Applied Ergonomics*, Vol.65, pp.481-491.
- McAtamney, L. & Corlett, E. N. (1993). RULA: A Survey Method For The Investigation of Work-Related Upper Limb Disorders. *Applied Ergonomics*, Vol.24, No.2 pp.91-99
- Özel, E., Çetik, O. (2010). Tools Used in the Analysis of Occupational Duties and a Sample Application, *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, 22, 41-56.
- Özkaya, K., Polat, O., Kalıncara, V., ve Çakanel, H. (2017). Mobilya Montaj Hattında Çalışan Bireylerde Bedensel Zorlanma ve Eylemsel Duruş İlişkisi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* 6(ÖS: Ergonomi2017),271-278, e-ISSN:1308-6693.
- Pohjonen, T., Punakallio, A., & Louhevaara, V. (1998). Participatory Ergonomics for Reducing Load and Strain in Home Care Work, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 21, 345-352.
- Pinzke, S. and Kopp, L. (2001). Marker-Less Systems For Tracking Working Postures-Results From Two Experiments. *Applied Ergonomics*, Vol.32, No.5, pp.461-471.
- Puranen, N. N., Kallionpaa, M. & Ojanen, K. (1996). Physical Load and Strain in Parlor Milking. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 18, 277- 282.
- Saraji J. N., Hassanzadeh, M. A., Pourmahabadian, M., & Shahtaheri, S. J. (2004). Evaluation Of Musculoskeletal Disorders Risk Factors Among The Crew of The Iranian Ports and Shipping Organization's Vessels, *Acta Medica Iranica*, 42,5, 350-354.
- Scott, G. B., & Lambe, N. R. (1996). Working Practices in A Perchery System, Using The OVAKO Working Posture Analysing System (OWAS). *Applied Ergonomics*, 27, 4, 281-284.
- Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası 2017 Yılı Sektör Raporu (2018), T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı.
- Sönmez, N. (2011). Ergonomic Analysis of Apple Harvesting, Ph. D. Thesis, *Ankara University Graduate School of Natural and Applied Sciences*, 1-86.
- Türkiye İstatistik Kurumu. Motorlu Kara Taşıtları Mart 2018. <http://www.tuik.gov.tr/HbPrint.do?id=27645>. Yayın tarihi Mayıs 2, 2018. Erişim tarihi, Ocak 20, 2019.
- Ülker, O. ve Burdurlu, E. (2012). Panel Mobilya İmalatında Kullanılan Bazı Makinelerde OWAS Yöntemi ile Eylemsel Duruş Analizi. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 12 (2), 291-300.

KOLTUK İMALATINDAKİ ZORLANMALARIN BAUA YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Onur ÜLKER*

¹ Kırıkkale Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü
ORCID No: <http://orcid.org/0000-0002-8108-6269>

Anahtar Kelimeler

Çalışma duruşu
Ergonomi
Ergonomik analiz
Mobilya imalatı
BAuA

Öz

Bu çalışmanın amacı, ülkemizdeki mobilya imalatında çalışanların yatay ve dikey olarak parça taşımaları esnasında karşılaştıkları zorlanmaları araştırmak ve çalışanlar üzerindeki etkilerine dikkat çekmektir. Bu çalışmada, BAuA (Bundesanstalt für Arbeitsschutz and Arbeitsmedizin) tarafından geliştirmiş olan yöntem seçilmiş ve kas iskelet sistemindeki zorlanmalar için hesaplamalar yapılmıştır. Koltuk imalatında insan-makine uyumu önemlidir. Koltuk-kanepeler imalatı sırasında çalışanların sorumlulukları koltuğu oluşturan parçaların yatay ve dikey olarak taşınması, sünger ve kumaşların koltuk iskeletine montajı, montajı yapılan iskelet ve kolçakların atölye içinde stoklanması işlemlerini kapsamaktadır. Bu işlemler esnasında yapılan işlerin kas iskelet sistemini zorlayıcı etkileri olduğu bilinmekte ve bu durum meslek hastalıklarına yol açmaktadır. Ankara’da koltuk kanepeler imalatı yapan bir işletmede, risk analizi yapılmış, kas iskelet sisteminde zorlanmaların en fazla olduğu döşemelik kumaşın iskelete giydirilmesi, kolçak imalatı ve ayak montajı tezgahlarında olduğu gözlemlenmiştir. BAuA skorları sırasıyla 3-3-2 elde edilmiştir. Yapılan ergonomik iyileştirmeler sonucunda iş istasyonlarındaki risk seviyeleri 1-1-1 seviyelerine indirilebilmiştir. Araştırma sonuçları ile, koltuk-kanepeler üreten işletmelerde, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının engellenebileceği düşünülmektedir.

EVALUATION OF CHALLENGES IN SOFA MANUFACTURING BY THE BAUA METHOD

Keywords

Working posture
Ergonomics
Ergonomics analysis
Furniture manufacturing
BAuA

Abstract

The aim of this study, is to investigate the difficulties of furniture workers who will encounter with the horizontal and vertical carrying of parts of furnitures in our country and to draw attention to their effects among the employees. With this regard, deformations and difficulties at muscular and skeletal system were observed by the Federal Institute for Occupational Safety and Health Authority (BAuA) observation technique. The responsibilities of employees in the production of sofa&couch are horizontal and vertical transport of the parts that make up the seat, and the assembly of the seat frame assembly of sponges and fabrics. The situation leads to occupational diseases. Risk analysis was carried out in an establishment that produces sofa&armchairs in Ankara. It has been observed that the upholstery fabric with the highest strain on the upholstery of sofa, armrest manufacture and assembly of benches. BAuA risk scores respectively 3-3-2 was obtained. After ergonomic improvements, the risk at the stations was reduced to respectively 2-2-1 levels. With the research results, working accidents and occupational diseases can be prevented while manufacturing on sofa&couch.

Araştırma Makalesi

Research Article

Başvuru Tarihi : 15.03.2020

Submission Date : 15.03.2020

Kabul Tarihi : 24.03.2020

Accepted Date : 24.03.2020

* Sorumlu yazar e-posta: ulker79o@hotmail.com

1. Giriş

Globalleşme ile birlikte teknolojide yaşanan hızlı gelişmeler, pek çok sektörde üretim verimliliğini artırmaktadır. Üretim hatlarındaki insan ve makine ilişkileri doğru kurgulanmadığında, çalışanların kas iskelet sistemi risk altında girebilir. Çalışanların kas iskelet sistemini risklerden korumak ve İSG (İş Sağlığı ve Güvenliği) iyileştirme çalışmaları sonucunda ergonomi bilimi doğmuştur (Kaya, 2008).

Türkiye’de 1996 ile 2000 arasında uygulanan yedinci beş yıllık kalkınma planı üretim sektöründe faaliyet gösteren işletmeler artmış böylelikle ergonomi araştırmalarına daha çok ihtiyaç duyulmuştur.

Atölyelerde ve fabrikalarda, iş istasyonlarındaki yatay ve dikey taşıma işlemlerinin kas ve iskelet sistemine kalıcı hasarlar verdiği önemli bir gerçektir. Amerikan Ulusal Güvenlik Konseyince 1979 yılında yapılan bir araştırmada, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının %27’sinin el ile yapılan kaldırma ve taşıma işlemlerine bağlı olduğu ifade edilmiştir (Salvendy, 1987). 1994 yılında A.B.D. Çalışma Bakanlığı’nın yapmış olduğu bir araştırmada, imalat sektöründe çalışan dokuzyüzaltı kişi mamul ve yarı mamulleri kaldırması ve işlenmesi esnasında kas iskelet sistemi rahatsızlıklarından dolayı sağlık raporu aldığı tespit edilmiştir. Sağlık raporları incelendiğinde, çalışma ortamında karşılaşılan kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının %20 oranında bel ve sırt ağrıları oluşturmaktadır (Helander, 1995).

Gelişmiş ülkeler, gelişmekte olan ülkelere göre iş güvenliği ve iş sağlığı açısından daha iyi durumdadır. ILO (International Labour Organization) tarafından yapılan araştırmalara göre küçük işletmelerde ve KOBİ (Küçük ve Orta Ölçekli İşletme)’lerde kaza sayısı daha fazladır, fakat işletme ölçeği büyüdükçe iş kazası oranı azalmaktadır (Vilas, vd., 2013).

Yatay taşıma işlemi, çalışan işçinin, imalathane içinde ki, malzemelerin bir makineden başka makineye taşınmasıdır. Dikey taşıma işlemi ise ara stoklardan malzemenin alınıp makineye parça verme işlemidir. Koltuk-kanepeler imalatında her iki taşıma yöntemi de uygulanmaktadır. İmalat esnasında, işçilerin ve çalışanlar yatay ve dikey taşıma esnasında, malzeme kütlelerinin ağırlığından dolayı kas ve iskelet sistemi zorlanmaları yaşamaktadır.

Türkiye’de iki farklı yöntem öne çıkmaktadır. Bu yöntemlerden ilki küçük ölçekli ve/veya KOBİ’lerde sıklıkla kullanılan tekil makinelerle dayalı üretim, ikinci yöntem ise KOBİ ve/veya büyük ölçekli işletmelerde kullanılan CNC (bilgisayar kontrollü) tezgahlar kullanılarak yapılan üretimdir. Kas ve iskelet sistemini zorlayan, taşıma ve makineye parça yükleme işlemi her iki üretim şeklinde de mevcuttur. İş güvenliğine ve çalışma standartlarına önem veren firmalar ikinci gruba giren üreticilerdir. Bu firmalar üretim hatlarına otomatik taşıyıcı, kaldırıcı ve indirici makineler eklemekte ve verimliliğini arttırmaktadır.

Bununla birlikte çalışanlarda yatay ve dikey taşıma esnasında oluşabilecek sakatlanmaların riskini en aza indirmektedir.

Bu çalışmamın amacı koltuk ve kanepeler imalatı yapan küçük ölçekli bir döşeme atölyesindeki yatay ve dikey taşıma esnasında çalışanların maruz kaldıkları kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının önlenmesi böylelikle koltuk-kanepeler imalatında çalışanlara daha sağlıklı çalışma ortamlarının sağlanması hedeflenmektedir.

2. Bilimsel Yazın Taraması

Literatürdeki son yılda BAuA (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin) risk analiz yöntemleri kullanılarak yapılan yayınlar incelendiğinde Türkiye’de yedi adet yayın yapılmış olduğu, Avrupada ve Amerikada ise 100’e yakın tez ve araştırma yapılmış olduğu görülmektedir. Yapılan araştırmaların %70’i Almanca olarak yayınlanmıştır. Ülkemizde yapılan kas iskelet sistemi risk analizi araştırmalarında çoğunlukla REBA, OWAS ve QEC risk analizi sistemleri kullanılmıştır.

Kas iskelet sistemi için risk analiz yöntemi geliştirmiş olan İngiltere’de ergonomist olarak çalışan Hignett ve McAtamney 2000 yılında yaptıkları çalışmada, REBA duruş analiz yöntemini literatüre kazandırmışlardır. Nottingham’da çalışan 600’e yakın ergonomist, fizyoterapist ve hemşirenin dinamik hareketlerini ve sabit hareketleri esnasında elle yapılan kaldırma, taşıma işlemlerinin risk analizini olarak incelemişler, böylelikle çalışma esnasında kas iskelet sistemi zorlanmalarına neden olan duruşların analizi sayısal olarak yapılabilmektedir.

Özel ve Çetik (2010), çalışmalarında, bir kiremit fabrikasında çalışanların kas iskelet sistemi zorlanmalarını tespit etmek için OWAS metodu kullanılmış üretim verimliliğini artırmak amacıyla tuğla ve kiremitlerin direkt kamyonla yüklemek yerine paletleme tekniğini önermişler ve uygulamaya geçirecek çalışanlarda bel rahatsızlığı ve zorlanmalarının önüne geçmişlerdir.

Sağiroğlu vd., (2015), REBA yöntemini kullanarak seçtikleri bir kompresör fabrikasının on farklı iş istasyonunda gözlem yapmışlar ve elde edilen sonuçları doğrultusunda krank sınıflandırma ve valf plakasının yıkanması iş istasyonlarına REBA risk analizi yapılmış ve iyileştirme faaliyetleri önerilmiştir.

Yavuzkan vd., (2015), Risk analizlerinin tespitini kolaylaştırmak amacıyla Excell VBA ve MS Access kullanarak yazılım geliştirmişler. Yazılımı geliştirirken BAuA risk analizinin temel kriterlerini ve Sue Rodgers Formunu kullanmışlardır.

Koç ve Testik (2016), mobilya sektöründe faaliyet gösteren bir fabrikada kas iskelet sistemi rahatsızlıklarını çok yönlü olarak ele almıştır. OWAS,

REBA, QEC ve ManTRA yöntemlerini kullanarak ergonomik risk değerlendirme analizi yapmışlardır. Kırk farklı göreve ayrı ayrı bütün risk analiz metodlarını uygulamışlar. Analiz edilen görevlerin QEC yöntemine göre %87,5'i, OWAS yöntemine göre %27,5'i, ManTRA yöntemine göre %87,5'i ve REBA yöntemine göre %35'i, değerlerinde iyileştirmeye ihtiyacı duyulduğu ifade edilmiştir.

Ulutaş ve Gündüz (2017), otomotiv sektörü için kablo imalatı yapan işletmede çalışanların bazı üretim hatlarında kas iskelet sisteminin risk altında olduğunu tespit etmişlerdir. Bu üretim hatlarının; hat içi kaynak bölümü ve L-form mandal masaları bölümleri olduğu ve bu hatlarda kas iskelet sisteminin analizi için, REBA ve HMD yöntemlerini uygulamışlardır. Analiz sonucunda fabrika yerleşim planı analizi yapılmış ve yapılan düzenlemelerle iş kazalarından, meslek hastalıklarından ve yaralanmalardan önemli derecede korunma sağlandığı belirtilmiştir.

Sevimli ve diğ. (2018), pirinç paketleme esnasında oluşan kas iskelet sistemindeki zorlanmaları, REBA ve BAUA yöntemlerini kullanılarak altı farklı iş istasyonunda risk analizi yapmışlardır. İş istasyonlarındaki duruş bozukluklarını önlemek amacıyla işletme içi eğitim verilmiş ve iş yükü olan istasyonlara rotasyon yöntemi ile ilave çalışanlar tavsiye edilmiştir.

Kahya ve Gürleyen (2018), çalışmalarında, kombi montajı yapan bir işletmede atışmiki işleme ait risk analizini REBA yöntemi ile tespit etmiş ve onbeş istasyonun ortalama skorlarını belirlemişlerdir. En riskli istasyonların Fan Gruplama ve Paketleme istasyonları olduğunu belirtmişler. Bu istasyonlarda çalışanların yük kaldırmasından ve eğilmesinden dolayı oluşan zorlanmaları engellemek amacıyla iyileştirme yöntemleri önerilmiş ve risk seviyesi düşürülmüştür.

Kahya ve diğ. (2018), hemşirelerin maruz kaldığı fiziksel zorlanmaların analizini REBA ile tespit etmişler ve nöroloji yoğun bakım ünitesinde yatağın konumlandırılması, çarşaf düzenleme gibi 11 işlem tespit edilmiş, bu işlemlerin, ünitelerde çalışan 15 hemşire gözlemlenerek, REBA skorları tespit edilmiştir. İşlemlerin REBA skorları 2 ile 10 arasında değişkenlik göstermiştir. Bu zorlanmaları önlemek ve risk seviyelerini kabul edilebilir düzeye çekebilmek için alternatif çözüm önerileri geliştirilmiştir. En yüksek risk skoru olan kırışmış çarşaf düzenleme ve gerdirme işleminde kullanılması önerilen hasta taşıma lifti ile REBA skoru 9'dan 2'ye; hastayı yatağın başına çekme işleminde kaydırıcı çarşaf kullanımıyla REBA skoru 9'dan 3'e düşeceği tespit edilmiştir.

Kahya ve Söylemez (2019), çalışmalarında bir jant fabrikasında 4 tezgahta (yıkama, kıvrırma, torna ve pres) REBA ve QEC analizi yapmışlar, kas iskelet

sistemi risklerini değerlendirmişlerdir. Yıkama, kıvrırma, torna ve presleme işlemleri için; REBA skorları, sırasıyla, 11, 6, 7 ve 11; QEC değerleri %85,22, %65,34, %68,18 ve %77,27 elde edilmiştir. Yapılan ergonomik iyileştirme önerileri sonucunda yıkama ve presleme işlemlerinin; REBA skorları 4 ve 5; QEC değerleri %57,95, %69,31 düzeye indirilebilmiştir.

Kayha ve Çiçek (2019), kolozet ve lavabo imalatı yapan bir seramik fabrikasında çalışanların kas iskelet sisteminin risk altında olduğu fırın yükleme, basınçlı döküm ve fırın boşaltma iş istasyonlarında BAUA ve REBA analizini yapmışlar, BAUA risk skoru 1-3 arasında çıkmış konveyör bandı ve taşıma sehpa önerileri ile çalışanların aşırı yük taşımamasından dolayı oluşabilecek risklerin en aza inmesini sağlamışlardır.

Acar ve diğ. (2019), katı yakıtlı soba imalatı yapan bir işletmede, dört köşe şömine montajı için otuz altı adet işlemde BAUA ve REBA teknikleri kullanılarak risk analizi yapmışlar. BAUA skoru 1-4 arasında çıkmış ve öneriler getirmişlerdir. Önerilerin sonucunda iş istasyonlarında, %70-43 oranında iyileştirme yapılmıştır.

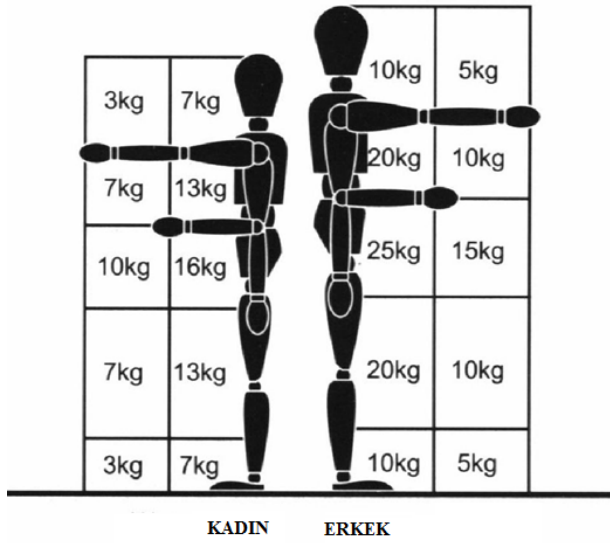
Deryaoğlu ve diğ. (2019), çalışmalarında et işleme sektöründe faaliyet gösteren bir kuruluşunun şubelerinde, karkas et ürün kabul süreci incelemişler. Et ürün kabul sürecinde çalışan kişilere anket uygulanarak ve üç farklı analiz yöntemi kullanılarak çalışanların kas iskelet sistemi riskleri değerlendirilmişlerdir. Taşıma işleminde çalışanların kas ve iskelet sistemi hastalıkları ile ilgili bilinçlendirilmesi önerilmiştir.

3. Yöntem

İmalat esnasında çalışanların kas iskelet sisteminde maruz kaldıkları aşırı yüklenmeler, çalışanların vücut duruşunda kalıcı hasarlar oluşturabilmektedir. Yüklenmenin çalışanlarda doğurduğu bu değişimlere "zorlanma" denilmektedir. Kaya (2008).

Bu çalışmada, kas iskelet sistemindeki zorlanmaları sayısal değerler vererek nicel değerlendirme imkanı sağlayan BAUA yöntemi tercih edilmiştir.

BAUA tarafından kaldırma, tutma ve taşıma işlerinde ve yük çekme- yük itme işlerinde kullanılmak amacıyla geliştirmiş risk analiz yöntemidir. Kadın ve erkek için en fazla ve en az yük sınırları Şekil1'de verilmiştir.



Şekil 1. Kadın ve Erkek İçin Yük Sınırları (HSA, 2014)

Ülkemizde atölye ve fabrikalardaki montaj hatlarında çalışanların fiziksel aktivitelerine ve çalışma koşullarına bağlı olarak gelişen zorlanmalar, ilerleyen yıllarda meslek hastalığına dönüşebilmektedir.

Çalışanların kas ve iskelet sisteminde zorlanmalarından dolayı oluşan veya oluşabilecek meslek hastalıklarının engellenebilir olması hem yöneticilerin hemde işverenlerin çabaları ile sağlanabilir.

Literatürde pek çok yöntem olduğunu görüyoruz. Bu yöntemler aşağıda ki gibidir,

Burand (1978) REFA için geliştirdiği yönteminde, azami yük kaldırma sınırının hesaplanmasını iki aşamalı olarak ele almıştır. Birinci aşamada azami yük kaldırma gücünün, ikinci aşamada ise azami yük kaldırma sınırının belirlenmesi amaçlanmaktadır (Teker, vd., 2006).

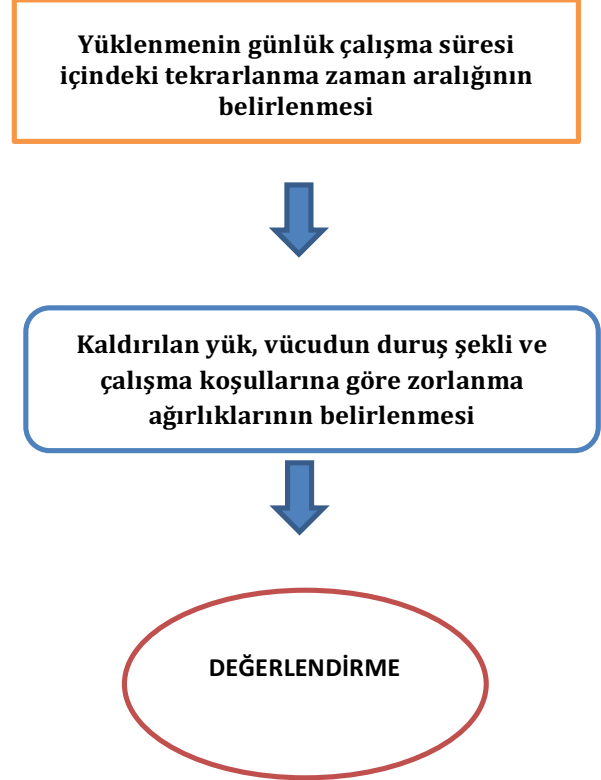
Amerikan Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü (NIOSH 1981) tarafından geliştirilen ve ILO'ca kabul edilen yöntemde ise kişinin kaldırma yeteneğinin mekanik ve metabolik etmenlerden kaynaklandığı tesbit edilmiştir. Bu yöntemde kadın erkek ayrımı olmaması ve bedenin dönme hareketinin olmaması büyük bir eksiklik doğurmuştur. Bu eksikliği telafi etmek için NIOSH tarafından tavsiye edilen ağırlık sınırları RWL yöntemi geliştirilmiştir (Babalık, 2005).

BAuA tarafından geliştirilen kas iskelet sistemi risk analizi yöntemi, işletme içerisinde çeşitli öneriler getirilerek çalışanların risklerden korunmasını sağlar.

Değerlendirme sonucu risk katsayısı hesaplanır. Yöntemlerde kullanılan tablolar ve değerler aşağıda verilmiştir. Bu yöntem yapılan işin yürütülme şekline göre "LMM-HHT ve LMM-ZS" olmak üzere iki farklı

değerlendirme aracı içermektedir. Yavuzkan, vd., (2015).

BAuA yönteminin değerlendirme süreci Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. BAuA Değerlendirme Süreci

Tablo 1. Zaman Aralığının Hesaplanması BAuA, (2001)

Kaldırma ve Yer Değiştirme (<5s)		Tutma (>5s)		Taşıma (>5m)	
Çalışma süresindeki tekrar sayısı	Zaman ağırlığı	Günlük çalışmada toplam tutma süresi	Zaman ağırlığı	Günlük çalışmada toplam taşıma mesafesi	Zaman ağırlığı
<10	1	<5 dak	1	<300m	1
10'dan 40'a kadar	2	5-15 dak. arası	2	300m ile 1 km arası	2
40'dan 200'e kadar	4	15 dak. 1sa. arası	4	1 km ile 4km arası	4
200'den 500'e kadar	6	1 sa. ile 2 sa. arası	6	4km ile 8km arası	6
500'den 1000'e kadar	8	2.sa ile 4 sa. arası	8	8km ile 16km arası	8
>=1000	10	>=4 sa.	10	>=16km	10

Tablo 1'de kaldırma ve yer değiştirme, tutma ve taşıma eylemlerinin farklı zaman aralığına göre ve çalışma süresindeki tekrar sayısına bağlı olarak skor değerleri verilmiştir.





Tablo 2'de kaldırılan yükün ağırlıklandırılması, Erkek ve Kadınlar için farklı olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 2. Kaldırılan Yükün Ağırlıklandırılması BAuA, (2001)

Erkekler için etkili yük	Yük ağırlığı (katsayısı)
<10kg	1
10kg'den 20kg'ye kadar	2
20kg'den 30kg'ye kadar	4
30kg'den 40kg'ye kadar	7
>=40kg	25
Kadınlar için etkili yük	Yük ağırlığı (katsayısı)
<5kg	1
5kg'den 10kg'ye kadar	2
10kg'den 15kg'ye kadar	4
15kg'den 25kg'ye kadar	7
>=25kg	25

Tablo 3'de Vücut duruş ve yük konumlarının ağırlıklandırılmasına dair dört farklı sınıflandırma yapılmıştır.

Tablo 3. Vücut Duruş ve Yük Konumlarının Ağırlıklandırılması BAuA, (2001)

Belirgin vücut duruşları ve yük konumları	Bedensel duruş, yükün konumu	Vücut duruşunun ağırlığı
	*Üst gövde dik ve dönmemiş şekilde *Yük vücutta	1
	*Üst gövde hafif öne veya yanlara eğik *Yük vücutta veya vücutta yakın	2
	*Üst gövdenin aşağıya veya öne eğilmesi fazla *Vücut hafif öne eğik ve dönük konumda *Yük vücuttan uzakta veya omuz yüksekliğinde	4
	*Vücutun öne eğilmesi fazla ve gövde dönük konumda *Yük vücuttan uzakta *Ayakta ve tutma stabilitesi zor *Çömelerek veya dizüstü durma	8

Tablo 4. İş İstasyonu Çalışma Koşullarının Değerlendirilmesi BAuA, (2001)

Çalışma Koşulları	Ağırlığı
İyi ergonomik koşullar, örneğin yeterli ve engelsiz çalışma alanı, yeterli aydınlatma, taşınan nesnenin kolay tutulabilirliği	0
Hareket etme serbestliği kısıtlı, kötü ekonomik koşullar, örneğin çalışma alanının 1.5m ² den az olması, alçak tavan, uygunsuz zeminin yol açabileceği sendeleme ve düşme tehlikesi	1
Hareket etme serbestliğinin çok kısıtlı olması, taşınan yükün ağırlık merkezinin değişken olması	2

Tablo 4'de iş istasyonu çalışma koşullarının değerlendirilmesine dair üç farklı puantaj grubu kullanılmaktadır.

Tablo 5. Risk Faktörüne Göre Risk Seviyesinin Belirlenmesi BAuA, (2001)

Risk Grubu	Risk faktörü değeri	Risk Durumu	Açıklama
1	<10		Düşük yük
2	10<...<25		Biraz fazla yük
3	25<...<50		Epey fazla yük
4	>50		Çok fazla yük

Tablo 5'de BAuA hesaplamaları sonucunda risk faktörüne göre risk seviyesinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

4. Bulgular

Çalışma yapılan işletme Ankara Sitelere bulunmakta, 3 beyaz yakalı, 20 mavi yakalı personel çalışmaktadır. Tesislerde, koltuk kanepeler ve ofis mobilyaları imalatı yapılmaktadır.

İşletmenin koltuk-kanepeler imalatında çalışanların kas ağırlarından şikayetçi olmaları üzerine, koltuk kanepeler bölümünde BAuA risk analizi yapılmıştır. İmalat sürecinde 8 farklı iş istasyonu gözlemlenmiş, bu istasyonlardan üç tanesinde risk gözlemlenmiştir.

Koltuk İmalat Süreci

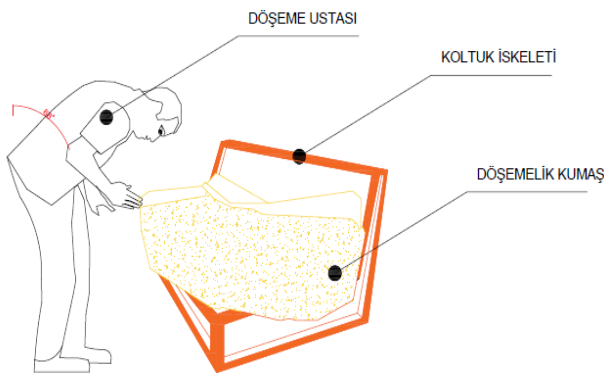
- Koltuk iskeletinin yapımı
- Koltuk iskeletine lastik germe
- Koltuk iskeletine sünger yapıştırma
- Koltuk iskeletine kumaş giydirme
- Kolçak imalatı
- Kolçağa sünger yapıştırma
- Kolçağa kumaş giydirme
- Kolçakların ve ana iskelete birleştirilmesi ve koltuğa ayak montajının yapılması

Yukarıdaki iş istasyonlarının, risk analizleri BAuA standartlarına göre yapılmış ve değerlendirme işlemi için aşağıdaki risk faktörü formülü kullanılmıştır.

$$= \sum(\text{Yük ağırlığı}, \text{Vücut duruşunun ağırlığı}, \text{Çalışma Koşullarının Ağırlığı}) \times \text{Zaman Ağırlığı}$$

4.1. Mevcut Durumda Koltuk İskeletine Kumaş Giydirmeye İşleminin BAuA Puantajının Hesaplanması

Koltuk imalatında, koltuk iskeletine kumaş giydirmeye işlemi koltuk imalatında en önemli iş istasyonlarından birisidir. Koltuğun albenisini sağlayan kısmı kumaşı olduğu için döşemesi yapılan kumaşın gergin ve düzgün olması gerekmektedir. Şekil 3'de gözlem yapılan iş istasyonunun mevcut durumu görselleştirilmiştir. Döşeme ustası 65°-70° eğilerek döşemelik kumaşın montajını yapmakta bu sırada koltuğun iskeletini sağa-sola hareket ettirmektedir.



Şekil 3. Koltuk İskeletine Kumaş Giydirmeye İşlemi

BAuA risk analizine göre; kaldırma ve yer değiştirme işleminde çalışma süresindeki tekrar sayısı 13, günlük çalışmada toplam tutma sayısı 15dk. ve günlük çalışmada toplam taşıma mesafesi 50m olduğu görülmektedir. Bu durumda zaman ağırlığı 2-2-1 ort: 2.33 ≈ 2 olarak alınmıştır. Tablo 6'da Koltuk iskeletine kumaş giydirmeye işlemine ait çalışma koşullarının değerlendirilmesine dair BAuA risk analizi puantajı verilmiştir.

Tablo 6. Koltuk İskeltine Kumaş Giydirmeye İşlemine Ait Puantaj

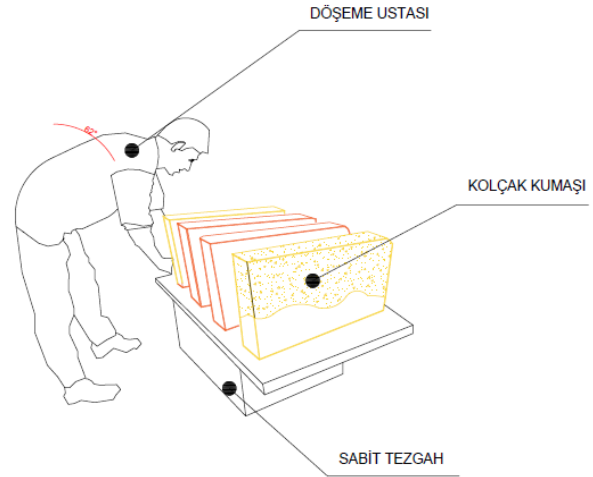
Vücut Duruşunun Ağırlığı	Yük Ağırlığı	Çalışma Koşullarının Ağırlığı
8	7	1

= $\sum(\text{Yük ağırlığı, Vücut duruşunun ağırlığı, Çalışma Koşullarının Ağırlığı}) \times \text{Zaman Ağırlığı}$

Formülüne göre: $(16) \times 2 = 32$ olarak tespit edilmiştir.

4.2. Mevcut Durumda Kolçağa Kumaş Giydirmeye İşleminin BAuA Puantajının Hesaplanması

Koltuk kolçağının kumaşın gergin ve düzgün olması gerekmektedir. Şekil 4'de gözlem yapılan iş istasyonunun mevcut durumu görselleştirilmiştir. Döşeme ustası 60°-65° eğilerek, kolçaklara döşemelik kumaşın montajını yapmakta bu sırada kolçakları aşağı-yukarı hareket ettirmektedir.



Şekil 4. Kolçağa Kumaş Giydirmeye İşlemi

BAuA risk analizine göre; kaldırma ve yer değiştirme işleminde çalışma süresindeki tekrar sayısı 20, günlük çalışmada toplam tutma sayısı 25dk. ve günlük çalışmada toplam taşıma mesafesi 50m olduğu görülmektedir. Bu durumda zaman ağırlığı 2-4-1 ort: 2.33 ≈ 2 olarak alınmıştır. Tablo 7'de Koltuk iskeletine kumaş giydirmeye işlemine ait çalışma koşullarının değerlendirilmesine dair BAuA risk analizi puantajı verilmiştir.

Tablo 7. Koltuk İskeltine Kumaş Giydirmeye İşlemine Ait Puantaj

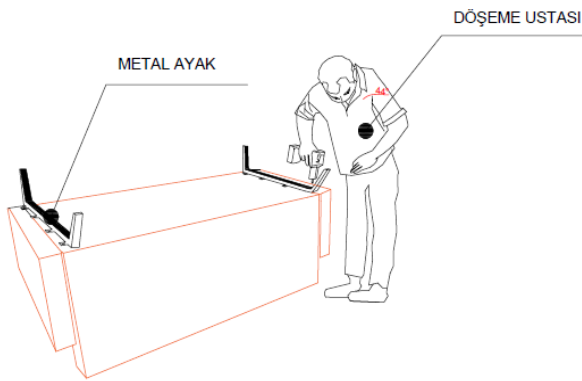
Vücut Duruşunun Ağırlığı	Yük Ağırlığı	Çalışma Koşullarının Ağırlığı
8	1	1

= $\sum(\text{Yük ağırlığı, Vücut duruşunun ağırlığı, Çalışma Koşullarının Ağırlığı}) \times \text{Zaman Ağırlığı}$

Formülüne göre: $(10) \times 2 = 20$ olarak tespit edilmiştir.

4.3. Mevcut Durumda Kolçakların Ana İskelete Birleştirilmesi Ve Koltuğa Ayak Montajının Yapılmasına Dair BAuA Puantajının Hesaplanması

Koltuğun toplanıp bir bütün haline geldiği ve müşteri teslimatından önce bütün kontrollerin yapıldığı ve parçalarının birleştirildiği son iş istasyonunda çalışan bütün parçaları bir araya getirmek amacıyla bütün parçaları ara stok alanından alıp koltuğu tek bir parça haline getirmektedir. Şekil 5’de gözlem yapılan iş istasyonunun mevcut durumu görselleştirilmiştir. Döşeme ustası 40°-65° eğilerek, kolçakların montajını yapmakta, kolçak montajı tamamlandıktan sonra ise metal ayakların montajını yapmaktadır.



Şekil 5. Kolçakların Ve Ayak Montajının Yapılması

BAuA risk analizine göre; kaldırma ve yer değiştirme işleminde çalışma süresindeki tekrar sayısı 50, günlük çalışmada toplam tutma sayısı 1sa. 20dk. ve günlük çalışmada toplam taşıma mesafesi 900m olduğu görülmektedir. Bu durumda zaman ağırlığı 4-6-2 ort: 3 alınmıştır. Tablo 8’de Kolçakların ve ana iskelete birleştirilmesi ve koltuğa ayak montajının yapılmasına ait çalışma koşullarının değerlendirilmesine dair BAuA risk analizi puantajı verilmiştir.

Tablo 8. Kolçakların Ve Ayak Montajının Yapılması Dair Puantaj

Vücut Duruşunun Ağırlığı	Yük Ağırlığı	Çalışma Koşullarının Ağırlığı
8	1	1

= $\sum(\text{Yük ağırlığı, Vücut duruşunun ağırlığı, Çalışma Koşullarının Ağırlığı}) \times \text{Zaman Ağırlığı}$

Formülüne göre: $(10) \times 3 = 30$ olarak tespit edilmiştir.

Tablo 9. Mevcut Duruma Göre, BAuA Risk Analizi Sonuçlarına Göre BAuA Skorları,

İşlem No	İş İstasyonu	BAuA Skoru
4	Koltuk iskeletine kumaş giydirme	3
7	Kolçağa kumaş giydirme	2
8	Kolçakların ve ana iskelete birleştirilmesi ve koltuğa ayak montajının yapılması	3

Tablo 9’da verilen risk grupları incelendiğinde;

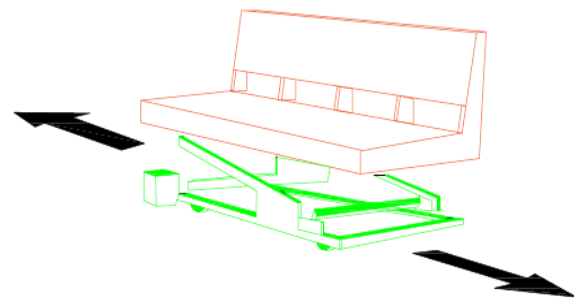
Koltuk iskeletine kumaş giydirme sırasında, yüklenme epey fazla,

Kolçağa kumaş giydirme esnasında, yüklenme biraz fazla,

Kolçakların ve ana iskelete birleştirilmesi ve koltuğa ayak montajı esnasında, yüklenme epey fazla, olduğu gözlemlenmiştir.

Her üç iş istasyonundaki çalışanların duruşları incelendiğinde, sabit tezgahta veya direkt olarak alçak zeminde çalışma yapıldığı görülmüş, aşağı-yukarı ve ileri-geri hareket edebilen tezgah planlanmıştır.

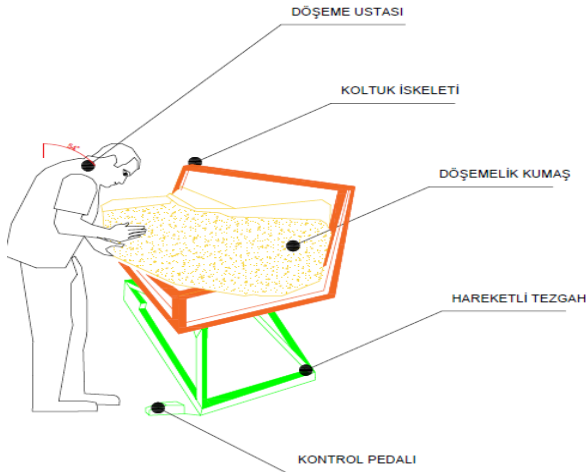
İşletme sahibi ile görüşmeler yapıp hareketli tezgah temini sağlanmıştır. Önerilen hareketli tezgah kullanılması durumunda oluşabilecek riskler tekrardan analiz edilmiştir. Önerilen hareketli tezgah Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6. İş İstasyonları İçin Önerilen Yatay Ve Dikey Yönde Hareket Edebilen Tezgah

4.4. Koltuk İskeletine Kumaş Giydirmeye İstasyonunda Önerilen Düzenlemelere Göre BAuA Puantajının Hesaplanması

Mevcut durumda, koltuk iskeletine kumaş giydirmeye işleminin BAuA skoru 32 olarak hesaplanmış, bu durumda yüklenmenin epey fazla olduğu ve önlem alınması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Önerilen duruma ait görsel Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. Koltuk İskeletine Kumaş Giydirmeye İşlemi İçin Önerilen Durum

BAuA risk analizine göre; kaldırma ve yer değiştirme işleminde çalışma süresindeki tekrar sayısı 13, günlük çalışmada toplam tutma sayısı 25dk. ve günlük çalışmada toplam taşıma mesafesi 30m olduğu görülmektedir. Bu durumda zaman ağırlığı 2-2-1 ort: 1.66 ≈2 olarak alınmıştır. Tablo 6’da Koltuk iskeletine kumaş giydirmeye işlemine ait çalışma koşullarının değerlendirilmesine dair BAuA risk analizi puantajı verilmiştir.

Tablo 10. Önerilen Durumda, Koltuk İskeletine Kumaş Giydirmeye İşlemine Ait Çalışma Koşullarının Değerlendirilmesi

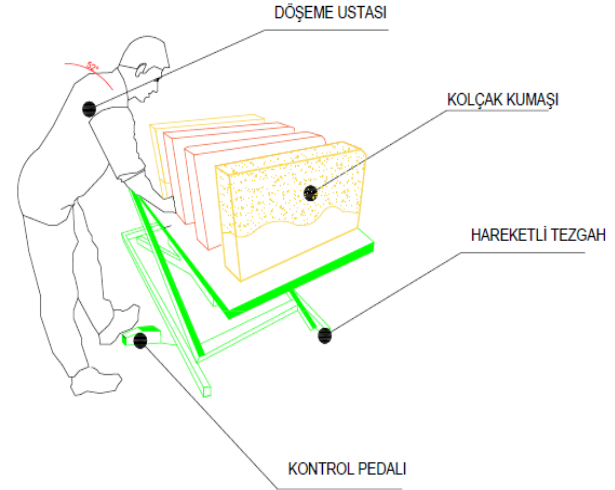
Vücut Duruşunun Ağırlığı	Yük Ağırlığı	Çalışma Koşullarının Ağırlığı
1	1	1

= $\sum(\text{Yük ağırlığı, Vücut duruşunun ağırlığı, Çalışma Koşullarının Ağırlığı}) \times \text{Zaman Ağırlığı}$

Formülüne göre: $(3) \times 2 = 6$ olarak tespit edilmiştir.

4.5. Önerilen Durumda Kolçağa Kumaş Giydirmeye İşleminde BAuA Puantajının Hesaplanması

Mevcut durumda, kolçağa kumaş giydirmeye işleminin BAuA skoru 20 olarak hesaplanmış, bu durumda yüklenmenin biraz fazla olduğu ve önlem alınması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Önerilen duruma ait görsel Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Koltuk Kolçağına Kumaş Giydirmeye İşlemi İçin Önerilen Durum

BAuA risk analizine göre; kaldırma ve yer değiştirme işleminde çalışma süresindeki tekrar sayısı 20, günlük çalışmada toplam tutma sayısı 20dk. ve günlük çalışmada toplam taşıma mesafesi 50m olduğu görülmektedir. Bu durumda zaman ağırlığı 2-4-1 ort: 2.33 ≈2 olarak alınmıştır. Tablo 11’de Koltuk iskeletine kumaş giydirmeye işlemine ait çalışma koşullarının değerlendirilmesine dair BAuA risk analizi puantajı verilmiştir.

Tablo 11. Önerilen Durumda, Koltuk İskeletine Kumaş Giydirmeye İşlemine Ait Çalışma Koşullarının Değerlendirilmesi

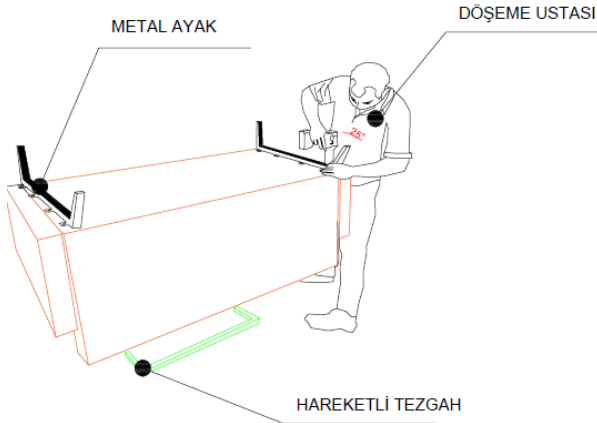
Vücut Duruşunun Ağırlığı	Yük Ağırlığı	Çalışma Koşullarının Ağırlığı
1	1	1

= $\sum(\text{Yük ağırlığı, Vücut duruşunun ağırlığı, Çalışma Koşullarının Ağırlığı}) \times \text{Zaman Ağırlığı}$

Formülüne göre: $(3) \times 2 = 6$ olarak tespit edilmiştir.

4.6. Önerilen Durumda Kolçakların Ana İskelete Birleştirilmesi Ve Koltuğa Ayak Montajının Yapılmasına Dair BAuA Puantajının Hesaplanması

Mevcut durumda, kolçakların ana iskelete birleştirilmesi ve koltuğa ayak montajının yapılmasına dair BAuA skoru 30 olarak hesaplanmış, bu durumda yüklenmenin epey fazla olduğu ve önlem alınması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Önerilen duruma ait görsel Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Kolçakların Ve Ayak Montajının Yapılması İçin Önerilen Durum

BAuA risk analizine göre; kaldırma ve yer değiştirme işleminde çalışma süresindeki tekrar sayısı 50, günlük çalışmada toplam tutma sayısı 1sa. ve günlük çalışmada toplam taşıma mesafesi 900m olduğu görülmektedir. Bu durumda zaman ağırlığı 4-4-2 ort: $3.33 \approx 3$ alınmıştır. Tablo 12'de Kolçakların ve ana iskelete birleştirilmesi ve koltuğa ayak montajının yapılmasına ait çalışma koşullarının değerlendirilmesine dair BAuA risk analizi puantajı verilmiştir.

Tablo 12. Önerilen Durumda, Kolçakların Ve Ayak Montajının Yapılması

Vücut Duruşunun Ağırlığı	Yük Ağırlığı	Çalışma Koşullarının Ağırlığı
1	1	1

= $\sum(\text{Yük ağırlığı}, \text{Vücut duruşunun ağırlığı}, \text{Çalışma Koşullarının Ağırlığı}) \times \text{Zaman Ağırlığı}$

Formülüne göre: $(3) \times 3 = 9$ olarak tespit edilmiştir.

Tablo 13. Önerilen Duruma Göre, BAuA Risk Analizi Sonuçlarına Göre BAuA Skorları

İşlem No	İş İstasyonu	BAuA Skoru
4	Koltuk iskeletine kumaş giydirme	1
7	Kolçağa kumaş giydirme	1
8	Kolçakların ve ana iskelete birleştirilmesi ve koltuğa ayak montajının yapılması	1

Tablo 9'da verilen risk grupları incelendiğinde;

Koltuk iskeletine kumaş giydirme sırasında, hafif yüklenme,

Kolçağa kumaş giydirme esnasında, hafif yüklenme,

Kolçakların ve ana iskelete birleştirilmesi ve koltuğa ayak montajı esnasında, hafif yüklenme olduğu gözlemlenmiştir. Önerilen durumda BAuA risk analizine göre çalışanlar için sağlık riski olmamaktadır.

5. Tartışma

Ülkemizde faaliyet gösteren mobilya atölyelerinde ve fabrikalarında imalat, insan gücüne dayalı olarak yapılmaktadır. CNC imalat tezgahları bulunsa da mobilya üretimi el işçiliğine dayalıdır.

Bu çalışmada 8 iş istasyonundan 3 tanesi ISG koşullarına göre riskli bulunmuş, sabit tezgahların yerine hareketli tezgahlar önerilmiş böylelikle çalışanların kas ve iskelet sisteminin risk altından kurtarılması hedeflenmiştir. Hareketli tezgahların üzerinden koltukların kaymalarını önlemek amacıyla vakum sistemi eklenmesi iş kazalarının riskini azaltacaktır.

Sonuç olarak, mevcut durumda koltuk iskeletine kumaş giydirme işleminin risk faktörü 30 iken, hareketli tezgahta imalat yapılması durumunda risk faktörünün 6'ya düştüğü gözlemlenmiştir. Mevcut durumda kolçağa kumaş giydirme işleminin BAuA puantajı 20 iken önerilen durumda BAuA puantajının 6 olarak hesaplanmıştır. Mevcut durumda kolçakların ana iskelete birleştirilmesi ve koltuğa ayak montajının yapılmasına dair BAuA puantajı 30 iken önerilen durumda BAuA puantajının 6'ya düştüğü gözlemlenmiştir.

Literatür incelendiğinde, Koç ve Testik (2016), Ulutaş ve Gündüz (2017), Kahya vd., (2018), Kahya ve Çiçek (2019), Acar vd., (2019) ve Deryaoğlu vd., (2019) yaptıkları çalışmalarda atölye ve fabrika içinde birebir emek sarf ederek üretim tezgahlarında çalışanlar için vücut duruşlarında risk analizi yapmışlar, iş güvenliği ve işçi sağlığı için üretim hatlarında çeşitli öneriler getirmişlerdir. Bu önerilerin çalışanların vücut duruşlarındaki risk seviyelerini düşürdüğü gözlemlenmiştir. Çalışmamızdaki atölye içi düzenlemelere bağlı öneriler, literatüre uygunluk göstermektedir ve bu öneriler doğrultusunda, çalışanların risk seviyelerinin azaldığı söylenebilir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

Acar, Ş. B., Şahin, D., Kahya, E., Sariçiçek, İ. (2019). Soba Montaj Hattında Ergonomik Risk Değerlendirmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 27(1), 21-39.

Babalık, F. C. (2005). Mühendisler İçin Ergonomi-İş Bilim, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

BAuA (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin) (2001), Leitfaden Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der manuellen Handhabung von Lasten.

Deryaoğlu, P., Ulusu, H. A., Gündüz, T. (2019). Et taşıma sürecinde karşılaşılan kas iskelet sistemi rahatsızlığı risklerinin incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(4), 513-518.

Gürleyen, E., Kahya, E. (2018). Kombi Montaj Hattında Reba Yöntemi ile Ergonomik Risk Analizi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6, 58-66.

Helander, M. (1995). A Guide to the Ergonomics of Manufacturing, Taylor-Francis, London.

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

HSA, (2014). Ergonomics in The Workplace, Healty and Safety Authority, p:11.

Kahya, E., Gülbandılar, S., Gürleyen, E. (2018). Nöroloji Yoğun Bakım Ünitesinde Çalışan Hemşirelerin Maruz Kaldığı Fiziksel Zorlanmaların Analizi. *Ergonomi*, 1(1), 39-48.

Kahya, E., Söylemez, S. (2019). Jant Sektöründe QEC ve REBA Yöntemleriyle Ergonomik Risk Değerlendirmesi. *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 3(2), 83-96.

Kaya, S. (2008). Ergonomi ve Çalışanların Verimliliği Üzerine Etkileri, İzmir Ticaret Odası AR-GE Yayınları, İzmir.

Kahya, E., ve Çiçek, E. (2019). Seramik Sektöründe Taşıma İşlemlerinde Ergonomik Risk Değerlendirmesi-Bir Pilot Çalışma. *Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 7(1), 47-58.

Koç, S., Testik, Ö. M. (2016). Mobilya Sektöründe Yaşanan Kas-İskelet Sistemi Risklerinin Farklı Değerlendirme Metotları İle İncelenmesi Ve Minimizasyonu. *Journal of Industrial Engineering (Turkish Chamber Of Mechanical Engineers)*, 27(2).

Özel, E., Çetik, O. (2010). Tools used in the Analysis of Occupational Duties and a Sample Application. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, 22, 41-56.

Sağiroğlu, H., Coşkun, M. B., Erginel, N. (2015). REBA İle Bir Üretim Hattındaki İş İstasyonlarının Ergonomik Risk Analizi. *Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 339-345.

Sevimli, M., Ulusu, H. A., Gündüz, T. (2018). Pirinç Paketleme İşinde Çalışanların Çalışma Koşullarının Ergonomik Risk Analizleri İle Geliştirilmesi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 38-54.

Slavendy, G. (1987). Handbook of Human Factors Jhon Wiley -Sons, Newyork.

Teker, E., Gölçubuk, A., Felekoğlu, B. (2006). Bir Seramik Fabrikasında Çalışanların Taşıma ve Kaldırma işlerinden Kaynaklanan Yükleme ve Zorlanmalarının Saptanması ve Çalışma Yaşamını Kolaylaştırıcı Düzenek Seçimi, 12.Ulusal Ergonomi Kongresi. Bildiriler Kitabı 2006, Kardelen Ofset Ltd. Şti, Ankara.

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.

Vilas, D., Longo, F., Monteil, N. R. (2013). A General Framework for The Manufacturing Workstation Design Optimization: A Combined Ergonomic and Operational Approach. *Simulation*, 89(3), 306-329.

Yavuzkan, G., Kadir, K., Yağız, M., Erdem, M., Ilgın, A. (2015). Ergonomi Risk Analizleri Yazılımlaştırılması Ergonomi-İş Sağlığı Güvenliği Risk Haritalandırılması. *Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 603-614.