

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

Başvuru Tarihi : 15.03.2020

Kabul Tarihi : 24.03.2020

Research Article

Submission Date : 15.03.2020

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.

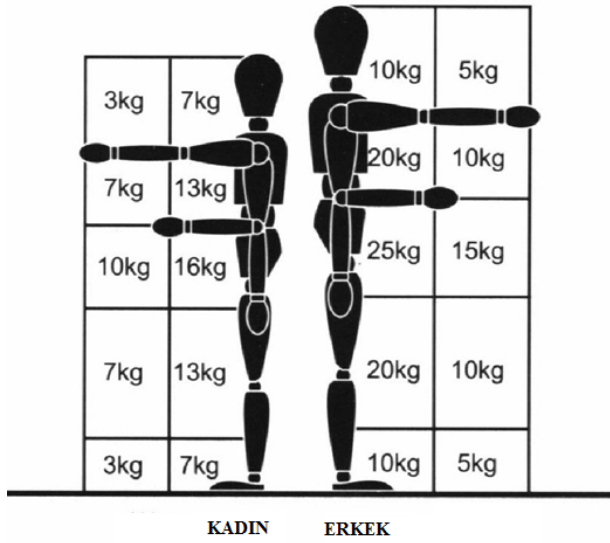
Deryaoğlu ve diğ. (2019), çalışmalarında et işleme sektöründe faaliyet gösteren bir kuruluşunun şubelerinde, karkas et ürün kabul süreci incelemişler. Et ürün kabul sürecinde çalışan kişilere anket uygulanarak ve üç farklı analiz yöntemi kullanılarak çalışanların kas iskelet sistemi riskleri değerlendirilmişlerdir.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

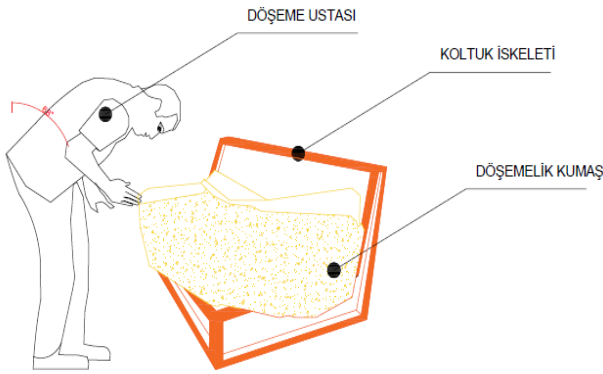
- Koltuk iskeletinin yapımı
- Koltuk iskeletine lastik germe
- Koltuk iskeletine sünger yapıştırma
- Koltuk iskeletine kumaş giydirme
- Kolçak imalatı
- Kolçığa sünger yapıştırma
- Kolçığa kumaş giydirme
- Kolçakların ve ana iskelete birleştirilmesi ve koltuğa ayak montajının yapılması

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 Giydirme İşleminin BAuA Puantajının Hesaplanması

Koltuk imalatında, koltuk iskeletine kumaş giydirme 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 Giydirme 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 giydirme işlemine ait çalışma koşullarının değerlendirilmesine dair BAuA risk analizi puantajı verilmiştir.

Tablo 6. Koltuk İskeltine Kumaş Giydirme İşlemine Ait Puantaj

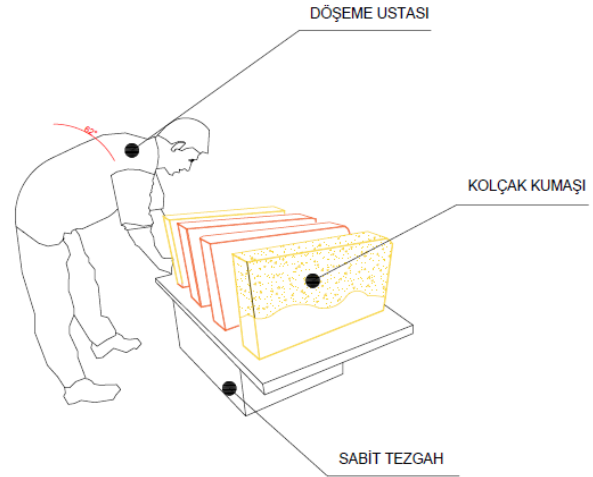
Vücut Duruşunun Ağırlığı	Yük Ağırlığı	Çalışma Koşullarının Ağırlığı
8	7	1

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

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

4.2. Mevcut Durumda Kolçağa Kumaş Giydirme 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 Giydirme 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 giydirme işlemine ait çalışma koşullarının değerlendirilmesine dair BAuA risk analizi puantajı verilmiştir.

Tablo 7. Koltuk İskeltine Kumaş Giydirme İşlemine Ait Puantaj

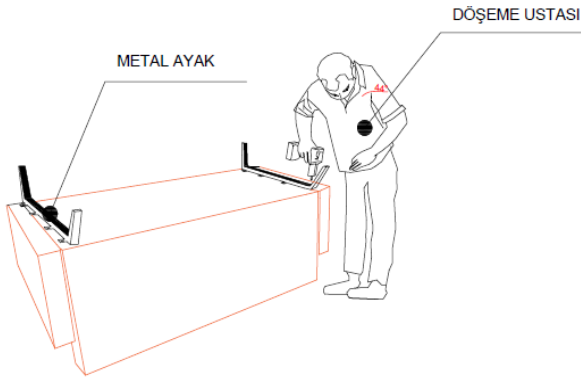
Vücut Duruşunun Ağırlığı	Yük Ağırlığı	Çalışma Koşullarının Ağırlığı
8	1	1

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

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;

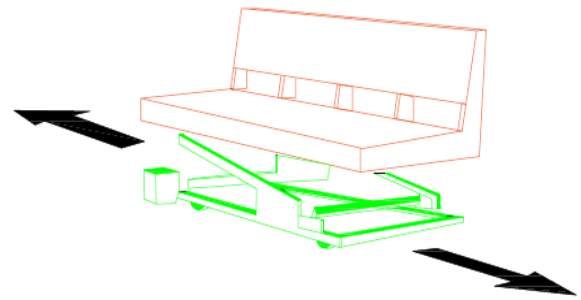
Koltuk iskeletine kumaş giydirme sırasında, yüklenme epey fazla,

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.

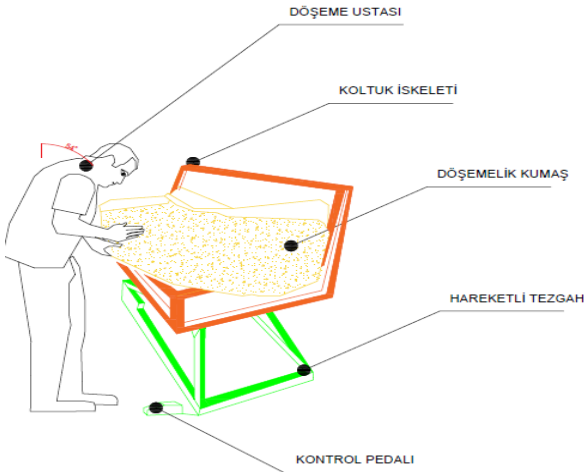
İşletme sahibi ile görüşmeler yapıp hareketli tezgah temini sağlanmıştır. Önerilen hareketli tezgah kullanılması durumunda oluşabilecek riskler tekrardan analiz edilmiştir. Önerilen hareketli tezgah Şekil 6’da verilmiştir.



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

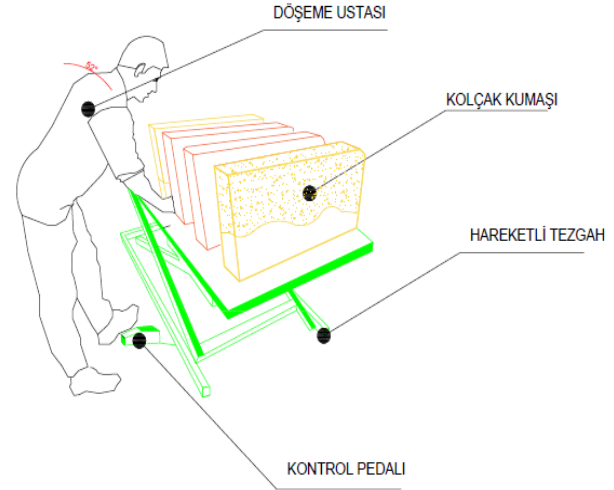
Vücut Duruşunun Ağırlığı	Yük Ağırlığı	Çalışma Koşullarının Ağırlığı
1	1	1

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

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

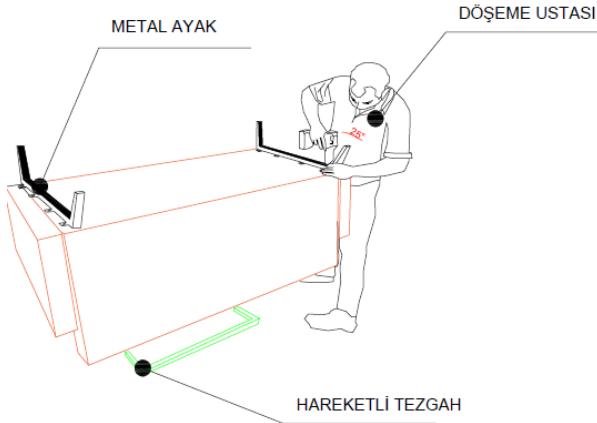
Vücut Duruşunun Ağırlığı	Yük Ağırlığı	Çalışma Koşullarının Ağırlığı
1	1	1

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

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.