



**AHŞAP PALET VE SANDIK İMALATINDA  
ERGONOMİK RİSK FAKTÖRLERİNİN REBA,  
OWAS VE MURİ YÖNTEMLERİ İLE ANALİZİ VE  
İNCELENMESİ**

**Burak KOÇ**

**Danışman: Prof. Dr. Ömer GÜNDOĞDU**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı**

**2021**

**(Her hakkı saklıdır.)**

T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**AHŞAP PALET VE SANDIK İMALATINDA ERGONOMİK RİSK  
FAKTÖRLERİNİN REBA, OWAS VE MURİ YÖNTEMLERİ İLE ANALİZİ VE  
İNCELENMESİ**

(Analysis and Investigation of Ergonomic Risk Factors Using Reba, Owas and Muri Methods  
In Wooden Pallet and Crate Manufacturing)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Burak KOÇ

Danışman: Prof. Dr. Ömer GÜNDOĞDU

Erzurum  
Ağustos, 2021

## KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Burak KOÇ tarafından hazırlanan “AHŞAP PALET VE SANDIK İMALATINDA ERGONOMİK RİSK FAKTÖRLERİNİN REBA, OWAS VE MURİ YÖNTEMLERİ İLE ANALİZİ VE İNCELENMESİ” başlıklı çalışması 20 / 08 / 2021 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Makine Teorisi ve DinamiĐi Bilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Dr. Öğr. Üyesi Bilal USANMAZ <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Danışman:	Prof. Dr. Ömer GÜNDOĞDU <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Dr. Öğr. Üyesi Seda TÜRK <i>Iğdır Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim YönetmeliĐi'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

**Prof. Dr. Saltuk BuĐrahan CEYHUN**

Aslı ıslak imzalıdır

**Enstitü Müdürü**

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek Lisans Tezi olarak *Prof. Dr. Ömer GÜNDOĞDU* danışmanlığında sunulan “**AHŞAP PALET VE SANDIK İMALATINDA ERGONOMİK RİSK FAKTÖRLERİNİN REBA, OWAS VE MURİ YÖNTEMLERİ İLE ANALİZİ VE İNCELENMESİ**” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	0	30
Kuramsal Temeller	8	30
Materyal ve Yöntem	3	35
Bulgular	0	20
Tartışma	0	20
Tezin Geneli	4	25

**Not:** Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Burak KOÇ	Prof. Dr. Ömer GÜNDOĞDU
18.9.2021	18.9.2021
İmza: Aslı ıslak imzalıdır	İmza: Aslı ıslak imzalıdır

\* Tez ile ilgili YÖKTEZ 'de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun ....../.../.... tarih ve ..... sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

Enstitü Yönetim Kurulunun ....../.../.... tarih ve ..... sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, planlanıp yürütülmesinde bilgi birikimi ve engin tecrübelerini benimle paylaşan, tez çalışmamın her aşamasında destek ve özveriyle beni yönlendiren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ömer GÜNDOĞDU'ya Őükran ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez hazırlama sürecinde bilgi ve deneyimlerini paylaşan Çevre Mühendisi ve B sınıfı İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı Sarper TİMUR'a Őükran ve sevgilerimi sunarım.

Çalışmalarım esnasında yardımlarını eksik etmeyen mesai arkadaşlarım İnşaat Mühendisi Nejat GÜNGÖRMÜŐ, Fatih Sefa ANAPALI, Elif Asena ÇAKICI ve Elektrik-Elektronik Mühendisi Oėuzhan KASIMOĐULLARI'na teşekkür ederim.

Yoğun eğitim dönemim boyunca ve çalışmalarımın hemen her aşamasında beni sabırla destekleyen eşime ve aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Burak KOÇ

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### AHŞAP PALET VE SANDIK İMALATINDA ERGONOMİK RİSK FAKTÖRLERİNİN REBA, OWAS VE MURİ YÖNTEMLERİ İLE ANALİZİ VE İNCELENMESİ

**Burak KOÇ**

**Danışman: Prof. Dr. Ömer GÜNDOĞDU**

**Amaç:** İş yapım aşamasında olumsuz ortam şartları ve uzun süreli tekrarlayan hareketler ile oluşan kas iskelet sistemi rahatsızlıkları öncelikle çalışanlara zarar vermekte ve iş gücü kaybına yol açmaktadır. Oluşan iş kaybı işletmelere, topluma ve ülke ekonomisine zarar vermektedir. Çalışanların kas iskelet sistemi rahatsızlıkları oluşumunu önlemek Ergonomi disiplini içerisindeki en önemli çalışma alanlarından biridir. Ergonomik risk değerlendirmesi yapılırken işle ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının azaltılması veya giderilmesi amacıyla düzeltici iyileştirmeler amaçlanmıştır.

**Yöntem:** Bu çalışmada ahşap palet ve sandık imalatı yapan işçilerin çalışma esnasında duruş şekilleri literatürde güvenilirliği ispatlanmış Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemlerinden uygulanabilirliği basit ve gözleme dayalı olan REBA, OWAS ve MURİ yöntemleri seçilmiştir. Yöntemlerin doğru uygulanabilmesi için imalat aşamasında kuvvet, duruş ve tekrarlanan hareketlerin çok yoğun olduğu pozisyonlar incelenmiştir. İnceleme sonrası çalışanlarla birlikte en çok zorlandıkları duruş pozisyonları seçilmiştir.

**Bulgular:** Seçilen duruş pozisyonlarına belirlenen yöntemler uygulanmış ve her yöntem için skorlar elde edilmiştir. Skorlar neticesinde işin risk düzeyi yüksek ve çalışma sistemini iyileştirme için düzeltici eylemlerin acilen gerekmekte olduğu belirlenmiştir. Hem çalışanlar hem de yetkililer bilgilendirilerek çalışanlarda kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına yol açabilecek çalışma duruşlarının düzeltilmesi için çalışma tezgâhı tasarlanmıştır. İyileştirme sonrası tekrardan seçilen yöntemler uygulanarak skorlar elde edilmiştir.

**Sonuç:** Elde edilen skorlar neticesinde risk düzeylerinin OWAS yöntemine göre ortadan kalkmasına rağmen REBA yönteminde gerekli ve MURİ yönteminde ise kısa zaman içerisinde gerekli olduğu ortaya çıkmıştır. Çalışma koşullarını iyileştirmek adına çalışma talimatı hazırlanarak çalışanlara işle ilgili kişisel koruyucu donanımlar belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kas İskelet Sistemi Rahatsızlığı, Ergonomi, REBA, OWAS, MURİ

**Ağustos 2021, 58 sayfa**

## ABSTRACT

### MASTER THESIS

#### ANALYSIS AND INVESTIGATION OF ERGONOMIC RISK FACTORS USING REBA, OWAS AND MURI METHODS IN WOODEN PALLET AND CRATE MANUFACTURING

**Burak KOÇ**

**Supervisor: Prof. Dr. Ömer GÜNDOĞDU**

**Purpose:** Musculoskeletal disorders caused by unfavorable environmental conditions and long-term repetitive movements during the work phase primarily harm the employees and cause loss of workforce. The resulting job loss harms businesses, society and the country's economy. Preventing the occurrence of musculoskeletal disorders of the employees is one of the most important working areas within the discipline of Ergonomics. While performing ergonomic risk assessment, improvements should be intended in order to reduce or eliminate work-related musculoskeletal disorders.

**Method:** In this study, REBA, OWAS and MURI methods, which are simple and observation-based, have been selected from Ergonomic Risk Assessment Methods, whose reliability has been proven in the literature, and the postures of the workers who manufacture wooden pallets and crates. In order for the methods to be applied correctly, the positions where force, posture and repeated movements are very intense were examined during the manufacturing phase. After the examination, the positions that they had the most difficulty with were selected together with the employees.

**Findings:** The determined methods were applied to the selected posture positions and scores were obtained for each method. Based on the scores achieved, it was determined that the risk level of the work is high and corrective actions are urgently needed to improve the working system. By informing both the employees and the authorities, a work bench has been designed to correct the working postures that may cause musculoskeletal disorders in the employees. Scores were obtained by applying the selected methods after the improvement.

**Results:** As a result of the scores obtained, it was revealed that although the risk levels disappeared according to the OWAS method, it was necessary in the REBA method and necessary in a short time in the MURI method. In order to improve working conditions, work instructions were prepared and work-related protective personal equipment was determined for the employees.

**Keywords:** Musculoskeletal disorders, Ergonomics, REBA, OWAS, MURI

**August 2021, 58 pages**

## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	ix
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ .....	x
GİRİŞ.....	1
KURAMSAL TEMELLER.....	3
Ergonomi.....	3
Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları (KİSR).....	3
Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemi Seçim Süreci .....	4
Kaynak Özetleri .....	5
REBA yöntemi.....	5
OWAS yöntemi.....	6
Muri yöntemi.....	7
MATERYAL VE METOT .....	9
REBA Yöntemi (Rapid Entire Body Assessment) .....	9
REBA yöntemi analizinde gövde, boyun, bacak skorlarının belirlenmesi .....	12
REBA yöntemi analizinde üst kol, alt kol, bilek skorlarının belirlenmesi .....	13
OWAS Yöntemi (Ovako Working Posture Analysing System) .....	16
OWAS yöntemi analizi .....	17
MURİ Yöntemi .....	21
MURİ yöntemi analizi .....	23
ARAŞTIRMA BULGULARI .....	24
Çalışma Yöntemi Hakkında Genel Bilgilendirme .....	24
Metotlar Tarafından Değerlendirilen Faktörler.....	24
İyileştirme Öncesi REBA, OWAS ve MURİ Yöntemlerinin Analizi.....	27
Ahşap palet ve sandık imalatında REBA yöntemi analizi .....	27
Ahşap palet ve sandık imalatında OWAS yöntemi analizi .....	28
Ahşap palet ve sandık imalatında Muri yöntemi analizi.....	29

REBA, OWAS ve Muri Yöntemlerinin Analizlerinin Değerlendirilmesi .....	30
İyileştirme Amacıyla Tasarlanan Çalışma Tezgâhının Tanıtımı .....	30
İyileştirme Sonrası REBA, OWAS ve MURİ Yöntemlerinin Analizi.....	32
Ahşap palet ve sandık imalatında REBA yöntemi analizi .....	34
Ahşap palet ve sandık imalatında OWAS yöntemi analizi .....	35
Ahşap palet ve sandık imalatında Muri yöntemi analizi.....	36
REBA, OWAS ve Muri yöntemlerinin analizlerinin değerlendirilmesi .....	37
Tezgâh Üretimi Sonrası Çalışmalar ve Öneriler .....	37
TARTIŞMA VE SONUÇ.....	42
KAYNAKLAR.....	43
EKLER .....	45
EK-1. Etik Kurul Onay Belgesi .....	45
ÖZGEÇMİŞ.....	46

## TABLÖLAR DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b> REBA Yöntemi Yük/Kuvvet Puanlaması .....	14
<b>Tablo 2.</b> Kavrama Skoru Puanlama .....	14
<b>Tablo 3.</b> Aktivite Skoru İçin Puanlama .....	15
<b>Tablo 4.</b> REBA Yöntemi Eylem Düzeyleri .....	15
<b>Tablo 5.</b> OWAS Sisteminde Yüklenme/Kuvvet Kullanımı için 3 Kodun Açıklaması.....	20
<b>Tablo 6.</b> OWAS Sistemi Eylem Sınıfları.....	21
<b>Tablo 7.</b> Muri Risk Derecelendirme .....	23
<b>Tablo 8.</b> REBA, OWAS ve MURİ Metotları Tarafından Değerlendirilen Faktörler .....	24
<b>Tablo 9.</b> Ahşap Palet ve Sandık İmalatında REBA, OWAS ve Muri'nin Değerlendirilmesi .	30
<b>Tablo 10.</b> Ahşap Palet ve Sandık İmalatında Tezgâh Sonrası REBA, OWAS ve Muri'nin Değerlendirilmesi .....	37

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. KİSR 'in etkilediği bölgeler .....	4
Şekil 2. İKİSR oluşumu risk faktörleri.....	4
Şekil 3. REBA puanlama algoritması .....	11
Şekil 4. A grubu için REBA yöntemi puanlaması .....	12
Şekil 5. B grubu için REBA yöntemi puanlaması.....	13
Şekil 6. A grubu vücut segmentleri için REBA puanlaması .....	14
Şekil 7. B grubu vücut segmentlerinin REBA puanlaması (Üst Kol, Alt Kol, Bilek) .....	14
Şekil 8. REBA yöntemi C puanlaması .....	15
Şekil 9. OWAS yönteminde Sırt duruşları için 4 kodun açıklaması.....	17
Şekil 10. OWAS yönteminde kol duruşları için 3 kodun açıklaması.....	18
Şekil 11. OWAS yönteminde bacak duruşları için 7 kodun açıklaması .....	19
Şekil 12. OWAS yöntemi kodlama sistemi.....	20
Şekil 13. OWAS sisteminde tanımlanmış her bir duruş birleşimi için eylem sınıfları .....	21
Şekil 14. Muri duruş analizi tablosu.....	23
Şekil 15. Palet ve sandık imalatında duruş 1 .....	25
Şekil 16. Palet ve sandık imalatında duruş 2.....	26
Şekil 17. Ahşap palet ve sandık imalatında çalışma duruşunun REBA analizi .....	27
Şekil 18. Ahşap palet ve sandık imalatında çalışma duruşunun OWAS analizi .....	28
Şekil 19. Ahşap palet ve sandık imalatında çalışma duruşunun Muri analizi.....	29
Şekil 20. Çalışma tezgâhı tasarımı (Solidworks) .....	30
Şekil 21. Çalışma tezgâhı .....	31
Şekil 22. Palet ve sandık imalatında duruş 3.....	32
Şekil 23. Palet ve Sandık imalatında duruş 4 .....	33
Şekil 24. Ahşap palet ve sandık imalatında tezgâh sonrası çalışma duruşunun REBA analizi .....	34
Şekil 25. Ahşap palet ve sandık imalatında tezgâh sonrası çalışma duruşunun OWAS analizi .....	35
Şekil 26. Ahşap palet ve sandık imalatında tezgâh sonrası çalışma duruşunun Muri analizi ..	36
Şekil 27. İyileştirme öncesi ve sonrası REBA, OWAS ve Muri yöntemleri analiz değerleri..	37
Şekil 28. Ahşap palet ve sandık oluşturma şeması 1 .....	38
Şekil 29. Ahşap palet ve sandık oluşturma şeması 2.....	39
Şekil 30. Ahşap palet ve sandık imalatında gerekli kişisel koruyucu ekipmanları.....	40
Şekil 31. Ahşap palet ve sandık imalatında gönye testere .....	40
Şekil 32. Ahşap palet ve sandık imalatında vinç.....	41

## KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

### Kısaltmalar

<b>ERD</b>	: Ergonomik Risk Değerlendirme
<b>ERDY</b>	: Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemleri
<b>HFE</b>	: Human Factors Engineering (İnsan Faktörleri Mühendisliği)
<b>IEA</b>	: International Ergonomics Association (Uluslararası Ergonomi Derneği)
<b>İKİSR</b>	: İşle İlgili Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları
<b>İSG</b>	: İş Sağlığı ve Güvenliği
<b>KİS</b>	: Kas İskelet Sistemi
<b>KİSR</b>	: Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları
<b>ManTRA</b>	: Manual Tasks Risk Assessment Tool (Elle Yapılan Görevler için Risk Değerlendirme Aracı)
<b>NIOSH</b>	: National Institute for Occupational Safety and Health (Amerika Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü)
<b>OWAS</b>	: Ovako Working Posture Analysing System (Ovako Çalışma Duruşları Analiz Sistemi)
<b>PLIBEL</b>	: Plan för Identifiering av belastningsfaktorer (Ergonomik Tehlikelerin Tanımlanmasına Yönelik Kontrol Listesi)
<b>QEC</b>	: Quick Exposure Check (Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi)
<b>REBA</b>	: Rapid Entire Body Assesment (Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi)
<b>RULA</b>	: Rapid Upper Limb Assesment (Hızlı Üst Uzuvar Değerlendirmesi)

### Simgeler

<b>°</b>	: Açı birimi (Derece)
<b>Kg</b>	: Yük Birimi (Kilogram)
<b>%</b>	: Yüzde

## GİRİŞ

Dünyada ve Türkiye'de ergonominin ve kavramlarının önemi gün geçtikçe daha çok anlaşılır duruma gelmektedir. Buna bağlı olarak işle ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıkları (İKİSR) riskinin azaltılması Ergonomi bilim dalının uğraşları arasındadır. Ergonomi birçok iş dalında, iş kazalarını ve meslek hastalıklarını önlemek için olası riskleri azaltmaya veya ortadan kaldırmaya yönelik uğraş veren İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) konularının bir alt branşı olarak kabul görmektedir. Çalışanların çalışma şartlarını iyileştirmek ve kazaları önlemek için Ergonomi, İSG çalışmalarının önemli bir kısmını oluşturmalı ve bu yöntemler iş yerlerinde iş planlarıyla entegre edilmelidir (Hermans and Van Peteghem, 2006).

Geçen son elli yılda Ergonomi, İnsan Faktörleri Mühendisliği (Human Factors Engineering – HFE) olarak da adlandırılan benzersiz ve bağımsız bir disiplindir. Teknoloji, mühendislik, tasarım ve insan uyumlu sistemlerin yönetimi açısından insan ve makine etkileşiminin özüne odaklanan bir sistem olarak HFE günümüzde yer almaktadır. Çeşitli doğal ve yapay ürünler, el sanatları ve yaşam ortamını kapsayan HFE; teori, felsefe (sosyal ihtiyaçlar), teknoloji ve çevre, tasarım, yönetim, eğitim ve uygulama kavramlarının birbirleriyle etkileşimde olduğu bir disiplindir (Karwowski, 2005).

HFE insanla ilgili olarak çalışma, ürün, hizmet gibi çeşitli sistemlerin tasarımını teşvik etmek için büyük bir potansiyele sahiptir. Ancak yüksek kaliteli uygulama olmasından dolayı tedarikinde zorluklarla karşılaşmaktadır. HFE, üç ana özelliğin benzersiz bir kombinasyonuna sahiptir. İlk olarak sistematik bir yaklaşım benimser ardından odak noktası tasarımdır ve birbiriyle yakın ilişkide olan performans ve refah kavramlarının etkileşiminin sonucuna odaklanır. HFE'nin hâlihazırda güçlü bir değer önerisi vardır. Bu değer önerisi faydalar ve sistem katılımcıları, paydaş gruplarıyla çalışanlar, ürün ve hizmet kullanıcıları etkileşim halinde olmasıdır. Bununla birlikte, paydaş grupları arasında değer önerileri; performans ve sistem uzmanları sistem tasarımı ve uygulamasında karar vericiler olarak bulunur (Dul *et al.* 2012).

Ergonomi, insan vücudunun ölçüleri ile ilgilenen bir teknik olan antropometri ile yaptıkları işin fiziksel ve kişisel özelliklerine göre tasarlanır, işçinin işe değil işin işçiye uygun hale getirilmesini amaçlar. Ayrıca kullanılan iş ekipmanlarının insan becerileriyle uyumlu olmasını sağlayarak çalışanların iş verimliliğini artırmayı hedefler. Çalışma duruşu çalışanın başının, vücudunun, kollarının ve bacaklarının pozisyonunu temsil eder; bu ergonomideki önemli konulardan sadece biridir. Uzun çalışma saatleri, anormal duruşlar, iş sürecindeki

zorluklar ve ergonomiye uygun olmayan iş ekipmanlarının kullanımı ile ergonomik risk faktörleri ortaya çıkacaktır (Hermans and Van Peteghem, 2006).

Bir sistem ambalaj departmanında çalışan işçilerin ahşap palet ve sandık imalatındaki çalışma esnasında duruş şekilleri, işin yapılma verimliliğini etkilemekte ve ergonomik olarak olumsuzluklara neden olmaktadır. Çalışmaya başlamadan önce etik kurulu onayı, Atatürk Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu Başkanlığından alınmıştır (Ek-1.). Bu çalışmada, literatürde güvenilirliği yaygın kabul gören ve etkin uygulama alanına sahip Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemlerinden (ERDY) REBA, OWAS ve MURİ yöntemleri kullanılmıştır. Tercih edilen bu yöntemlerden elde edilen sonuçlar göz önüne alınarak ergonomik risk faktörleri aralarında karşılaştırılmıştır. Öncelikle yöntemlerin tarihçesi kısaca verilmiş, yöntemlerin amaçları hakkında bilgiler verilmiş ve yöntemlerin uygulama esasları teferruatlı bir şekilde görselleştirilerek hesaplamalar yapılmıştır. İnceleme sonucunda, adı geçen yöntemlerin ambalaj departmanındaki iş ve işlemlere özgü sonuçların elde edilmesi ve karşılaştırılması hedeflenmektedir. Ayrıca sistem ambalaj departmanında İKİSR'in dışında bacak ve el kısmında doku yaralanmaları da yaşandığı için çalışan işçilerin kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarını azaltmak, eğilme ve kalkmadan dolayı kaybettikleri eforu düşürmek, iş kazalarını azaltmak için ergonomik bir tezgâh tasarlanıp seçilen yöntemler tekrardan analiz edilmiştir.

## KURAMSAL TEMELLER

### **Ergonomi**

Uluslararası Ergonomi Derneği (International Ergonomics Association-IEA) ergonomiyi; “bir sistemdeki insanlar ve diğer elemanlar arasındaki etkileşimi anlamakla ilgilenen bilimsel bir disiplin ve tüm sistem performansını ve insan refahını en iyi hale getirmek için teori, ilke, veri ve tasarım yöntemlerini uygulayan iş kolu” şeklinde ifade eder (Mert, 2014). Ergonomi ayrıca bir faaliyette bulunan kişilerin alet ve teçhizatla, işyerinde ve işçilerin güvenliğini ve sağlığını dikkate alan bir çalışma dalıdır (Pheasant, 2010). Araştırmacı Rohmert’e göre bir çalışma prosedürünün ergonomik sayılabilmesi için birbirini takip eden yapılabirlik, dayanılabirlik, kabul edilebilirlik, hoşnutluk ve son zamanlarda eklenen kendini geliştirebilirlik ölçütlerini sağlaması gerekmektedir (Turan, 2007).

İşyerlerinde yapılan risk değerlendirmesi sonucu, ergonomik risk taşıyan görevlerin detaylı bir değerlendirmesinin yapılması ve çıkan sonuçlara göre düzeltici eylemlerin belirlenip uygulanması, geliştirilen düzeltici tedbirlerin düzenli kontrolünün sağlanması ile İKİSR önlenebilir. Bu önlemlerin alınması, uygulanması ve denetlenmesi 2012 tarihli 6331 sayılı İSG kanunu ile garanti altına alınmıştır (Mert, 2014).

Ergonomi işçi, çevre ve makine arasındaki ilişkiyi iyileştirmeye çalışan bir bilim dalı olarak ortaya çıkmıştır. İşyerinde ve çalışma ortamında eşzamanlı olarak ortaya çıkan KİSR yaygın bir sağlık sorunu oluşturmaktadır ve en önemli sonucu işle ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıklarıdır. İKİSR insan vücudunun bir veya daha çok bölgesinde oluşabilir (Roman-Liu, 2014).

### **Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları (KİSR)**

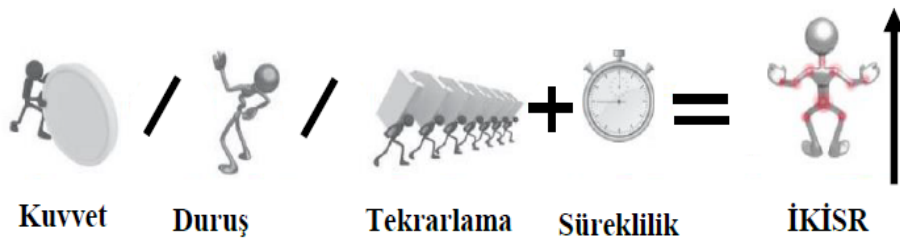
KİSR, insan anatomisindeki kasları, lifleri, sinirleri, omurlar arası diskleri ve kan damarlarını etkileyen yaralanma ve rahatsızlık olarak ifade edilir. İşle ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıkları (İKİSR) ise işyerindeki ergonomik olumsuzluklar nedeniyle yaralanma ve hastalıkların ortaya çıkması veya ağırlaşmasıdır. Mevcut işyeri tehlikeleri ile kas iskelet sistemi hastalıkları arasında yakın bir ilişki vardır. İfade edilen bu durum, İSG çalışma sahalarından biridir. İşverenler, iş yerlerinde çalışanların işle ilgili çeşitli yaralanmalardan ve meslek hastalıklarından korumak için yasal olarak ergonomik açıdan uygun olan önlemleri almakla mükelleftir (Mert, 2014).

Ergonomi çalışan ile iş çevresi ve makineler arasında ilişki kuran bir disiplindir. İşyerinde ve çalışma ortamında eşzamanlı olarak ortaya çıkan KİSR yaygın bir sağlık sorunu oluşturmaktadır ve en önemli sonucu işle ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıklarıdır. İKİSR insan vücudunun bir veya daha çok bölgesinde oluşabilir (Roman-Liu, 2014).



Şekil 1. KİSR 'in etkilediği bölgeler (Ceylan ve Can, 2015)

İş yerinde çalışanların işle ilgili kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları genellikle iş aksaklığına, kısa veya uzun süreli sakatlığa, diğer çalışanların olumsuz yönde etkilenmesine, kalite düşüşüne, iş yerine maddi ve manevi zarara sebep olmaktadır (Özcan, 2011).



Şekil 2. İKİSR oluşumu risk faktörleri (Mert, 2014)

### Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemi Seçim Süreci

Ergonomik risk değerlendirmesinde (ERD), yöntemlerden hangisinin sahada uygulanacağı belirlenirken öncelikle işyerinde faaliyet gösteren tüm çalışmaların teferruatlı incelenmesi gerekir. İkinci olarak, bu çalışmalar sonucunda kas ve iskelet sisteminde oluşabilecek risklerden etkilenen vücut kısımlarına göre uygun ERDY'nin belirlenmesi önem arz etmektedir. Sonra da detaylı bir risk değerlendirmesine gerek olup olmadığına karar

verilmesi, olumlu karar verilmesi seçeneğinde de hangi risk değerlendirme yöntemlerinin kullanılacağına belirlenmesi ve yöntemin kullanılması ile ilgili oluşacak maliyetler de göz önünde bulundurulmalıdır (Mert, 2014).

Basit gözleme dayalı yöntemler vücudu bölümlere ayırıp dış yüklenmeyi değerlendirerek işçinin uyguladığı kuvveti, yüklenme zaman sırasını ve belli bir bölümünün postür parametrelerini kullanarak analiz etmektedir. Çevrimin ve her bir aşamasının süresi, bu evrelerin her birinde uygulanan kuvvet ve sayısı bazen de antropometrik faktörlerde rol olarak postür hakkında tekrarlayan işlerde gözlem imkânı sunar (Roman-Liu, 2014).

Bu çalışmada ERDY olarak sistematik gözlemler içinde olan basit gözleme dayalı yöntemlerden REBA (Rapid Entire Body Assessment- Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi), OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System- Ovako Çalışma Duruşları Analiz Sistemi) ve MURİ yöntemi seçilmiştir (Özel ve Çetik, 2010).

### **Kaynak Özetleri**

ERDY'den REBA, OWAS ve Muri yöntemleri literatürde oldukça geniş çalışma alanına sahiptir. Beden gücü ile yapılan bütün iş sahalarında kolaylıkla gerçekleştirilebilir. Kaldırma, itme, delme, çekme ve nakletme vb. özellikle bedenen yapılan işlerde kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin sektörel olarak uygulandığı bazı çalışmaları örnek olarak şöyle gösterebiliriz.

#### **REBA yöntemi**

REBA yöntemi öngörülemez çalışma duruşlarını dinamik veya statik yüklenme ile çalışanın tüm vücudunun yanlış duruşlarını analiz edip risk seviyesini belirleyen bir yöntemdir. Reba skoru 8 ve üzeri ise risk seviyesi yüksek ve tedbirlerin gerekli olduğunu göstermektedir. (Hignett and McAtamney, 2000).

Sandıklı Devlet Hastanesi laboratuvarlarında çalışanların KİSR'i bulmak ve işin ergonomik risklerini belirlemek için yapılan çalışmada 17 çalışan üzerinde REBA skorları farklı bulunmuştur. Kan grubu çalışması yapan personel için REBA skoru sırasıyla 8, 9, 11 iken masadan idrar numunesi alma çalışması yapan personel için REBA skoru sırasıyla 3, 5, 7, 10 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak ayakta çalışanların %5,8'i çok yüksek, %17,6'sı yüksek, %52,9'u orta, %23,5'i düşük düzeyde risk altında olduğu saptanmıştır (Atasoy vd 2010).

Bir jant fabrikası üretim atölyesinde üretim süreci analiz edilerek en çok zorlanmanın olduğu yıkama, kıvrırma, torna ve pres tezgahlarında, REBA ve QUEC yöntemleri ile ergonomik risk değerlendirmesi yapılmıştır. REBA skorları, yıkama 11, kıvrırma 6, torna 7 ve presleme 11 olarak bulunmuştur. Uygulanan ergonomik iyileştirmeler sonrası yıkama ve

presleme işlemlerinin REBA skorları orta seviye olan 4 ve 5'e indirilmiştir (Kahya ve Söylemez, 2019).

Bir süpermarkette yapılan çalışmada marketin kasap, şarküteri, manav ve depo çalışanlarının çalışma duruş pozisyonları analiz edilerek ergonomik risk değerlendirmesi yapılmıştır. Duruş pozisyonları REBA, itme ve çekme işleri Snook tabloları, NIOSH kaldırma denklemi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Kasap işinde çalışan için REBA skoru 11 bulunurken iyileştirme sonrası REBA skoru 3'e düşürülmüştür. Şarküteri reyonu üst ve alt raflara ürün veya etiket yerleştirme pozisyonları için REBA skoru 7 ve 6 bulunmuştur. Gerekli tedbirler tavsiye edilmiştir (Özay ve Doğanbatır, 2018).

İzmir'de asansör montaj işlerinin yapıldığı 20 şantiyede yapılan çalışmada MAC, RULA ve REBA yöntemleri kullanılarak ergonomik yönden risk değerlendirilmesi yapılmıştır. REBA skorları makine taşıma 12, karşı ağırlık karkas montajı 11, kabin montajı 12 ve karşı ağırlık tamamlama 12 bulunmuştur. 50 farklı montaj işleminin 28'inin yüksek ve çok yüksek risk grubunda yer aldığı belirlenmiştir (Şeren ve Öz, 2018).

### **OWAS yöntemi**

OWAS kas iskelet sistemi ile ilgili tüm vücut parçalarını değerlendirip yüklenmeyi, uygunsuz duruşları, sistem kaynaklı tekrarlarını ve en elverişli çalışma yöntemlerini belirlemeye yarayan bir yöntemdir. OWAS eylem sınıf kodu 3 ve 4 ise iyileştirme için düzeltici eylemler acilen gerekmektedir (Brandl *et al.* 2017).

6 kişinin çalıştığı küçük bir çanta imalat atölyesinde gerçekleştirilmiştir. 11 farklı göreve OWAS, PLIBEL, REBA, QEC ve ManTRA olmak üzere beş ergonomik risk değerlendirme yöntemleri ayrı ayrı uygulanarak her bir görevde karşılaştırılmıştır. Atölyenin deri toplarının depodan atölyeye taşınıp tezgâha yerleştirilmesi işinde elde edilen OWAS eylem sınıf kodu 3 olarak bulunmuştur. Bu sonuç, iyileştirici eylemin mümkün olan en kısa sürede yapılması gerektiği bilgisini vermektedir. Ürünlerin modele göre kesim işi, modele uygun parça kesimi işi, parça kıvrılması için muşta kullanımı işi ve yapıştırıcı taşıma işlerinin risk seviyeleri orta derecede bulunarak düzeltici faaliyetlerin uygulanması sonucu ortaya çıkmıştır. Parçalara yapıştırıcı sürülerek dizme işi için risk derecesi yüksek bulunmuş ve kısa sürede düzeltici faaliyetlerin uygulanması sonucuna varılmıştır. Atölyeye getirilen deri toplarının taşınması işi için OWAS eylem sınıf kodu 2 olarak bulunmuş ve yakın bir zamanda düzeltici eylem gerektiği sonucuna varılmıştır. Parçaların muştayla kıvrılması ve parçalara yapıştırıcı sürülmesi görevi OWAS yöntemi değerlendirme sonucu çalışanın KİS'ine zarar vermediği belirlendiği için düzeltici eyleme gerek yoktur (Mert, 2014).

Yapılan bir çalışmada mobilya sektöründe panel mobilya üretimi yapan bir işletmede kullanılan dikey delik, daire testere ve kenar bantlama makinelerinde çalışanların çalışma duruşları yüklenme ve zorlanma durumları OWAS yöntemine göre analiz edilmiştir. 5 işçinin kullandıkları makinelerde 30'ar dakikalık videoları çekilmiştir. Çekilen videolar sonucunda kullanılan makinelerde yapılan işler 3 durumda incelenmiştir. Daire testere makinesinde OWAS skoru 3, 3, 4 olarak elde edilmiştir. Skorlar sonucu ile düzeltici eylemler uygulanmıştır. Uygulanan eylemler sonucunda OWAS skorlarının tamamı 2'ye düşürülmüştür. Aynı işlem kenar bantlama makinesinde yapılan işe uygulanmış ve OWAS skoru 3, 4, 4 elde edilmiştir. Düzeltici eylemlerin uygulanmasıyla OWAS skoru 3, 4, 4'den tamamı 2'ye düşürülmüştür. Dikey delik delme makinesinde yapılan işe uygulanmış ve 2, 2, 2 OWAS skorları elde edilmiştir. Düzeltici eylemlerin uygulanmasıyla OWAS skorlarının tamamı 1'e düşürülmüştür (Ülker ve Burdurlu, 2012).

Metal sanayisinde kombilerde kullanılmak üzere genleşme tankları üreten bir işletmede yapılan bir çalışmada, üretim yapılırken 17 işçiye REBA ve OWAS yöntemi uygulanmıştır. Uygulama sonucu OWAS skor değerlerine göre 4 işçide yüklenme ve zorlanmanın fazla, 12 işçide ise fazla olmadığı tespit edilmiştir. Tespitler doğrultusunda iyileştirmenin 4 işçide mümkün olduğunca erken, 12 işçide yakın bir zamanda yapılması gerektiği ve 1 işçide ise yapılmasına gerek duyulmadığı ortaya çıkmıştır. Ventil deliğine boru takılarak azot dolumu, metal pulun poşetlenme işi ve alt kapağın kaynak robotuna yerleştirilmesi yüklenme ve zorlanmanın fazla olduğu işler olarak tespit edilmiştir. İyileştirme öncesi ve sonrası işlerin sırasıyla OWAS skor değerleri 2'den 1'e, 3'den 1'e ve 3'den 1'e düşürülmüştür (Özoğul vd 2018).

### **Muri yöntemi**

Aşırı yük anlamına gelen Muri; ekipmanların, işletmenin veya işgücü kaynağının kapasitelerinin üzerinde aşırı iş yüklenmesinden kaynaklanan israfı ilişkili bir yöntemdir. Muri puanı 10 ve üzeri ise riskli bölge ve tedbirlerin gerekli olduğunu göstermektedir (Ayan, 2015).

Bu yöntemle yapılan bir çalışma Otomotiv sektöründe Türk Traktör ve Ziraat Makineleri A.Ş. işletmesinde gerçekleştirilmiştir. ERD açısından incelen işletmenin montaj üretim bölümünde yer alan volan montajı ve lower link montaj işleri Muri yöntemi ile incelenmiş ve skor 21 bulunmuştur. Bu değer çok riskli bölgede olduğu için tedbirin hemen gerekli olduğu belirlenmiştir. Gerekli tedbirler sonrası iyileştirmeler neticesinde Muri skoru 10 olarak bulunmuştur (Ayan, 2015).

Yemtar adlı yem makineleri ve yem tesisi üretimi yapan işletmede elevatör üretim sırasında karşılaşılan çalışma duruşları ergonomik açıdan incelenmiştir. Çalışanların çömelerek ve eğilerek taşıyıcı bantta kovaların delik yerlerinin işaretlenmesi ve delme işlemlerinin analizinde Muri yöntemi uygulanmıştır. Delme işlemi için Muri skoru 16 iken işaretleme işlemi için 14 olarak bulunmuştur. Sisteme müdahalenin gerekli olduğu tespit edilerek otomatik bant delme makinesi ve otomasyon sistemi kurularak sisteme müdahale edilmiştir. Böylece oluşabilecek riskler ortadan kaldırılmıştır (Oral vd 2018).

Bir diğer çalışmada, bitkisel gıda takviyesi üretimi yapan işyerinde 12 farklı iş için ergonomik risk değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirmeler sonucu elde edilen MURİ skorları sırasıyla ham maddenin depolanmasında 18, parçalayıcı için kasadan bitki alma işinde 11, parçalayıcıya bitki besleme işinde 10, parçalayıcıya bitki besleme işinde 10, mamul ürünlerin trans palete yüklenmesi işinde 15, sarsak eleklerle bitki besleme işinde 9, mamul ürünlerin depoya taşınması işinde 17, bitkilerin ambalaja dolum işinde 13, süzen poşetleri sepetten koliye yerleştirme işinde 14, süzen poşet makinesi besleme işinde 12, ambalajı yapıştırıcı ile kapama işinde 11 ve teneke kutuların kapama işinde ise 11 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlardan özellikle Muri skorları çok riskli bölgede yer alan işlerin iyileştirme önerileri yapılmış ve Muri skorları azaltılmıştır (Girgin, 2019).

## MATERYAL VE METOT

### REBA Yöntemi (Rapid Entire Body Assessment)

Tüm vücudun hızlı bir değerlendirmesini sağlayan REBA, Hignett ve McAtamney (Nottingham, 2000) tarafından sahadaki ihtiyacı karşılamak üzere bir yöntem olarak önerilmiştir. Başta sağlık alanı olmak üzere diğer hizmet alanlarında da karşılaşılan ve hesap edilemeyen hareketlere duyarlı biçimde geliştirilmiştir. Statik ve dinamik postural öğelerle yük-insan ara yüzü (kavrama) ve yerçekimi etkili insan vücudunun alt ve üst ekstremite duruş kavramlarını aynı konseptte birleştirmişlerdir. Bu şekilde vücut duruşlarını analiz edip yapılan kavrama ve kas aktivitesini ayırt ederek risk seviyesini belirleyen Hızlı Tüm Vücut Değerlendirme metodu olarak 2000 yılında yayınlamışlardır (Hignett and McAtamney, 2000).

REBA yöntemini geliştirmek için OWAS, NIOSH denklemi, Uzun Rahatsızlık Anketi (BPDS), RPE ve RULA metotlarını da kapsayan çalışmalardan veriler alınmıştır. Ergonomi ve Fizyoterapistler tarafından 144 duruşun 35 birleşimi bağımsız olarak kodlanmış olup daha sonra eylem ve risk düzeylerini belirleyen REBA skorunu elde etmek için kavrama, yük ve faaliyet skorları ile birleştirilmiştir. Ek olarak 14 profesyonel; mesleki terapist, ergonomist, fizyoterapist ve hemşireler için çeşitli endüstri alanlarında 600'e yakın duruş örneği incelenip bu örneklerin kişisel kodlanmasını içeren 2 çalıştay düzenlenmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar, REBA yöntemini daha da geliştirmek ve vücut segmentlerinin kodlanmasını gözlemciler arası güvenilirliğinin analizinde kullanılmıştır (Hignett and McAtamney, 2000). Meydana gelen İKİSR rahatsızlıkları ile bu risklerin sistematik bir yolla kaydetmek ve nicel olarak değerlendirmek için geliştirilen bir yöntemdir. Bu şekilde düzenli gözleme dayalı yöntemleri kendi içlerinde basit ve gelişmiş gözlem metotları şeklinde iki alt sınıfta değerlendirmek mümkündür. REBA, basit gözlem yöntemlerindedir (Akay vd., 2003).

REBA yönteminin geliştirilmesindeki avantajlar aşağıda yer almaktadır:

1. Farklı iş kollarında İKİSR meydana gelme riskine bağlı bir postür değerlendirme yönteminin geliştirilmesi,
2. Hareket eksenleri referans kabul edilerek bedensel olarak kodlanabilir şekilde vücut bölgelerinin belirlenmesi,
3. Durağan, hareketli ve hızla değişen postürlerin yol açtığı kas aktivitesi için bir puanlama yönteminin elde edilmesi,
4. Taşıma işlemi sırasında kavramanın önemli olduğu fakat bunun her zaman el ile uygun olmayacağını gösterilmesi,
5. Nihai puana kadar aciliyet göstergesi ile bir eylem düzeyi verilmesi,

6. Bir kalem ve kâğıt yöntemi olması uygulama için az sayıda ekipman gerektirmesidir (Hignett and McAtamney, 2000).

Ayrıca uygulaması kolay olup vücudun her bir bölümü değerlendirildikten sonra en çelişkili ergonomik yönler elde edilen bireysel puandan belirlenmesi, maliyet ve etkinlik oranı iyi olması ve veri toplama için kalem ve kâğıt yeterli olsa da bilgisayar kullanarak uygulamayı daha da hızlandırması REBA yönteminin avantajları arasındadır (Cuixart, 2001).

REBA yönteminin ana sınırlamaları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Sadece bireysel duruşların analizine izin verir. Bir dizi veya sıralı duruş analiz etmek mümkün değildir.
2. Duruş pozisyonu değerlendirmeleri, değerlendiriciye bağlı olacaktır. Kabul edilen duruş pozisyonlarından bazıları incelenebilir veya incelenmeyebilir.
3. Yalnızca efor yoğunluğunu ölçer. Maruz kalma süresi ve duruşların sıklığı iş günü boyunca dikkate alınmaz (Cuixart, 2001).

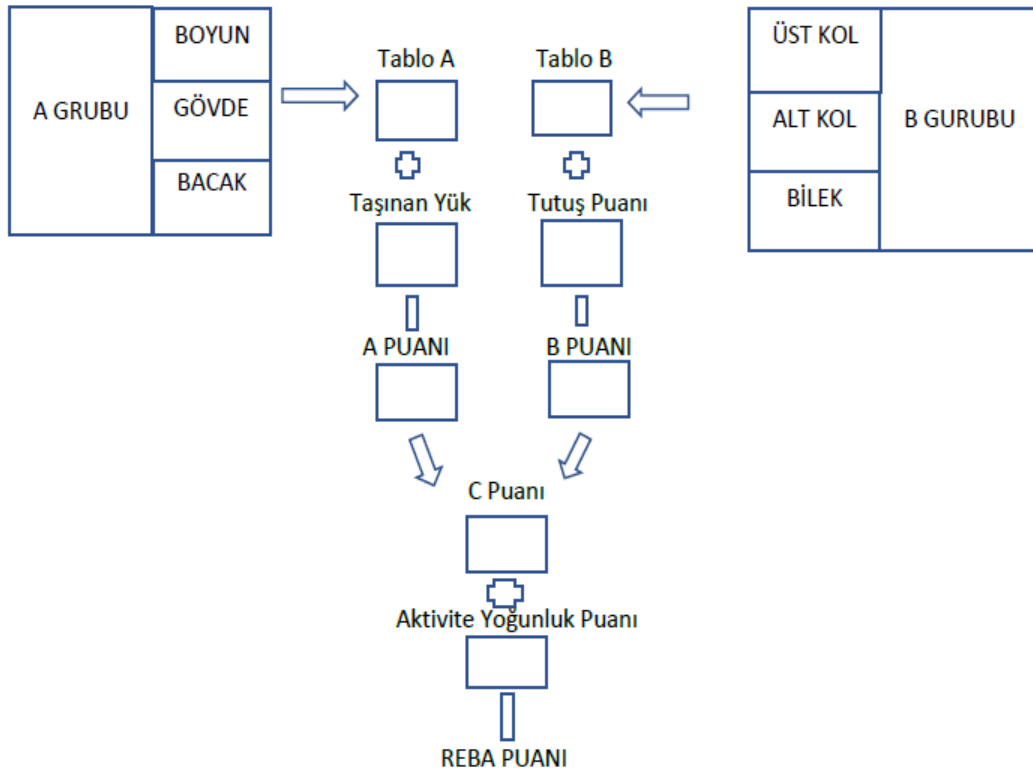
İşyerlerinde İKİSR risk analizi yapılırken postür analizinin de yapılması gerekiyorsa REBA yöntemi:

1. Bütün vücudun kullanılması durumunda,
2. Postür durağan, hareketli, değişken ve tekrarlı ise, örneğin yürüme dışında 4 defadan fazla / dakikadan fazla tekrarlar, dengesiz veya hızlı pozisyon değişikliklerinde,
3. Cansız veya canlı yükler seyrek veya yoğunlukla el ile taşındığında,
4. Eğitim öncesi ve sonrasında işçilerin risk alma algılarını incelemek için, işyeri ve ekipman değişikliğinde kullanılabilir (Stanton *et al.* 2004).

Bu yöntemde, çalışma duruşlarının REBA skorları tespit edilirken ilk önce vücut segmentlerini A ve B şeklinde iki gruba ayırırız. Boyun, gövde ve bacakların oluşturduğu ilk grup A Grubu elemanlar olarak adlandırılır. İkinci grubu üst kollar, alt kollar ve bilekler oluşturur. Bu grup ise B Grubu elemanlar olarak adlandırılır. REBA skoruna sekiz aşamada ulaşılabilir:

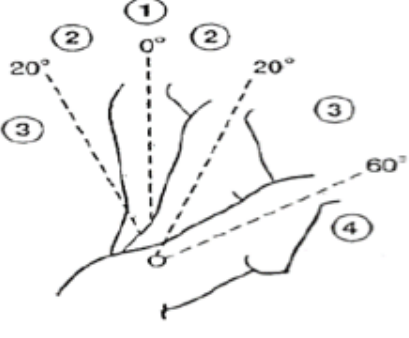
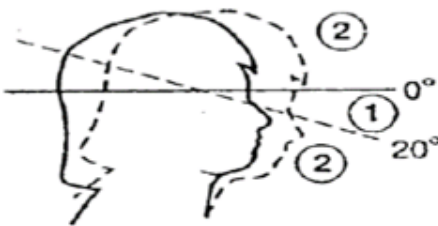
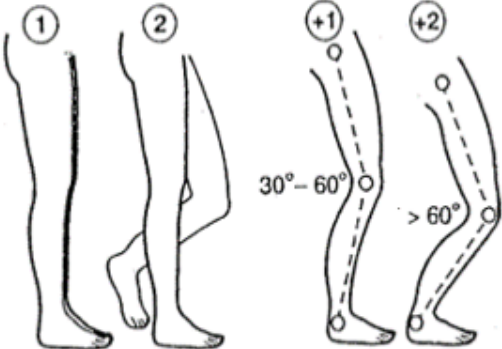
1. İş akışı ve işçinin çalışma pozisyonlarının incelenmesi; çalışma ortamının genel risk değerlendirmesinin yapılabilmesi için çalışanın risk alma durumunu, işin gözlemlenme konusu işyeri planıyla birlikte periferinin de tesirlerini içerir. İmkânlar elverdiği sürece, iş gerçekleştirilirken video ile kayıt altına alınmalıdır. Gözlemsel materyalin kullanımında, gözlem ve değerlendirmenin birçok kişi tarafından gerçekleştirilmesi açığı hatalarının kontrolü için önerilmektedir.

2. Değerlendirilecek duruş pozisyonlarının seçilmesi; işçinin çalışma pozisyonları ve iş akışı durumunun incelenmesini kapsar. Analiz sonucunda hangi duruşun yapıp analiz edileceği tespit edilir. Bu duruşlar belirlenirken bazı ölçütler göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin en uzun süreli, en sık tekrarlanan, kas aktivitesi veya kuvvet tatbiki gerektiren, rahatsızlığa neden olan, dış kuvvet altında dengenin bozulduğu, kontrol önlemi ve iyileştirmelere en çok ihtiyacı olan duruşlar olarak tasnif edilebilir. Sınıflandırma yapılan duruşlara karar verme kriterlerinden bir ya da daha fazlasına dayandırılarak analiz gerçekleştirilebilir. Analizi yapılacak duruşun belirlenmesinde kullanılan kriter, raporun sonuç ve öneriler bölümünde açıkça ifade edilmelidir.
3. Postürün puanlanması; pozisyonu puanlarken vücut bölümlerine tek tek puan verilmelidir. Vücut grup A ve B şeklinde iki kısma ayrılmalıdır. Vücutun, gövde, boyun ve bacaklar A grubunu oluştururken bilekler, üst ve alt kollar da B grubunu oluşturmaktadır. Grup B puanlandırılırken vücutun sağıyla solu için tek tek puanlama yapılmalıdır. Duruş pozisyonuna göre puanlamada artırılıp eksiltilebilir. Örnek verilecek olursa Grup B’de hareket esnasında üst kolda destek varsa, pozisyonu karşılayan skordan 1 puan çıkarılmalıdır. Kavrama, yük/kuvvet ve faaliyet puanı bu kısımda belirlenmelidir. Duruşların her bir durumu için, atama vücutun hem solu hem de saği için ayrı ayrı tekrar edilmelidir. REBA puanlama algoritması Şekil 3’te verilmiştir.



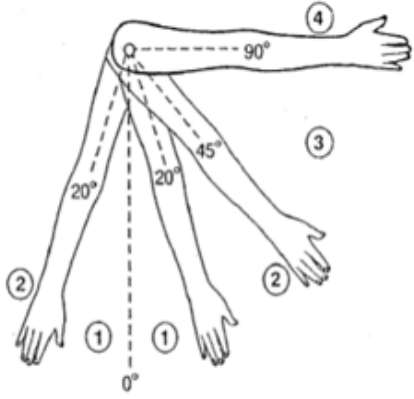
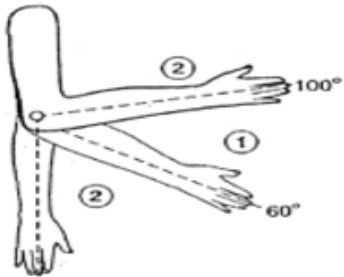
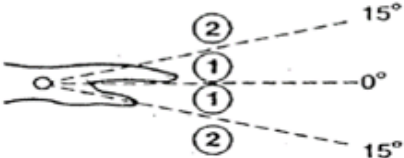
Şekil 3. REBA puanlama algoritması (Hignett and McAtamney, 2000)

## REBA yöntemi analizinde gövde, boyun, bacak skorlarının belirlenmesi

		GÖVDE		
		Hareket	Skor	Skor Değişimi: Eğer bükme ya da yana doğru dönme hareketi de varsa skora +1 ekle
		Dik Duruş	1	
		0°-20° fleksiyon 0°-20° ekstansiyon	2	
		20°-60° fleksiyon > 20° ekstansiyon	3	
		> 60° fleksiyon	4	
		BOYUN		
		Hareket	Skor	Skor Değişimi: Eğer bükme ya da yana doğru dönme hareketi de varsa skora +1 ekle
		0°-20° fleksiyon	1	
		> 20° fleksiyon veya ekstansiyon	2	
		BACAK		
		Duruş	Skor	Skor Değişimi: Eğer dizlerde 30°-60° arası fleksiyon varsa skora +1  Eğer >60° fleksiyon varsa skora +2 ekle (ayakta durma durumunda)
		Ağırlık iki bacak üstünde, yürüme ya da oturma durumunda	1	
		Ağırlık tek bacak üstünde, dengesiz durumda	2	

Şekil 4. A grubu için REBA yöntemi puanlaması (Stanton et al. 2004)

## REBA yöntemi analizinde üst kol, alt kol, bilek skorlarının belirlenmesi

		ÜST KOLLAR		
	<b>Hareket</b>	<b>Skor</b>	<b>Skor Değişimi:</b> Eğer kol dönmüş veya dışarı çekilmişse : +1  Omuz yükseltilmiş durumdaysa: +1  Eğer hareket yerçekimi desteği ile yapılıyorsa: -1	
	20° kadar olan ekstansiyon veya fleksiyon	1		
	>20° ekstansiyon 20°-45° arası fleksiyon	2		
	45°-90° arası fleksiyon	3		
	> 90° fleksiyon	4		
	ALT KOLLAR			
	<b>Hareket</b>	<b>Skor</b>		
	60°-100° fleksiyon	1		
<60° fleksiyon >100° fleksiyon	2			
	BİLEK			
	<b>Hareket</b>	<b>Skor</b>	<b>Skor Değişimi:</b> Bilek dönmüş durumdaysa: +1	
	0°-15° arası ekstansiyon veya fleksiyon	1		
> 15° fleksiyon veya ekstansiyon	2			

Şekil 5. B grubu için REBA yöntemi puanlaması (Stanton et al. 2004)

- Skorların raporlanması; REBA metodu A grubu vücut segmentlerinin puanlama tablosu yardımıyla boyun, gövde ve bacak skorlarından yalnızca bir skor elde edilir. A puanı, Tablo A'dan alınan bu puana yük/kuvvet skoru ilave edilerek elde edilir. Benzer bir şekilde bilek, alt ve üst kol skorlarından da bir skor elde edebilmek için REBA yöntemi grup B vücut segmentlerinin puanlama tablosu kullanılmaktadır. Risk eğer vücudun sağ ile solu için farklıysa, bu aşamadaki işlemler tekrar yapılmalıdır. Sonrasında B puanını elde edebilmek için bu skora kavrama puanı da ilave edilmektedir. C puanı ise, elde edilen A ve B puanlarının REBA yönteminin C puanlama tablosunda birleştirilmesiyle elde edilir.

Tablo A DuruşPuanı		BOYUN											
		1				2				3			
		BACAKLAR				BACAKLAR				BACAKLAR			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
GÖVDE	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Şekil 6. A grubu vücut segmentleri için REBA puanlaması (Gövde, Boyun, Bacaklar) (Stanton et al. 2004)

Tablo 1. REBA Yöntemi Yük/Kuvvet Puanlaması (Stanton et al. 2004)

SKOR	0	1	2	+1
Yük/Kuvvet	<5 kg	5-10 kg	>10 kg	Ani veya hızla artan güç kullanımı gerektiğinde

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

Şekil 7. B grubu vücut segmentlerinin REBA puanlaması (Üst Kol, Alt Kol, Bilek) (Stanton et al. 2004)

Tablo 2. Kavrama Skoru Puanlama (Stanton et al. 2004)

0 (İyi)	1 (Orta)	2 (Zayıf)	3 (Kabul Edilemez)
Elle iyi kavrama ve orta vade güçlü kavrama	Elle kavrama kabul edilebilir; ancak ideal değil ya da kavrama, vücudun başka bir bölümüyle kabul edilebilir	Mümkün olmasına rağmen elle kavrama kabul edilemez	Elle kavrama uygunsuz ve güvensiz; tutacak yok ya da kavrama, vücudun diğer bölümlerinin kullanılmasıyla kabul edilemez

5. REBA skorunun oluşturulması; Aktivite Skoru C Puanına eklenerek REBA puanı elde edilmektedir.

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

Şekil 8. REBA yöntemi C puanlaması (Stanton et al. 2004)

Tablo 3. Aktivite Skoru İçin Puanlama (Stanton et al. 2004)

AKTİVİTE	SKOR
Bir veya daha fazla vücut bölgesi sabit (ör:1 dakikadan uzun süre tutma)	+1
Kısa aralıklarla tekrar eden işler (ör:1 dakikada 4'ten fazla tekrar eden iş) (yürüme hariç)	+1
Yapılan iş duruşta hızlı ve büyük değişikliğe neden oluyorsa veya sabit olmayan zeminde çalışılıyorsa	+1

6. Kontrol önlemleri için eylem düzeylerinin belirlenmesi; REBA puanının hangi hareket düzeyine karşılık geldiğinin bulunmasıdır. Aralığa karşılık gelen önem düzeyinde kontrol tedbirleri geliştirilmelidir.

Tablo 4. REBA Yöntemi Eylem Düzeyleri (Stanton et al. 2004)

REBA Puanı	Risk Düzeyi	Eylem Düzeyi	Eylem (İleri Değerlendirmeyi İçeren)
1	İhmal edilebilir	0	Gerek yok
2-3	Düşük	1	Gerekli olabilir
4-7	Orta	2	Gerekli
8-10	Yüksek	3	Yakın zamanda gerekli
11-15	Çok yüksek	4	Şimdi gerekli

7. Tekrar değerlendirme; müdahalelerin veya kontrol tedbirlerinin neticesinde görevde değişiklikler meydana geliyorsa, bu aşama tekrar başlatılmalıdır. Elde edilen puanla bir önceki REBA puanı karşılaştırılarak farklılıklar gözlenmelidir.
8. Uygulama ve eğitim zamanı; eğitim süresi tahmini 3 saattir. Fakat OWAS ile RULA yöntemlerinin uygulama tecrübesine sahip olan bireylerde bu süre daha

kısıtlanabilmektedir. Bir duruşun değerlendirilmesinde manuel olarak kalem ve kâğıtla yapılması ortalama olarak 2 dakikalık bir süre alırken yazılım kullanıldığında bu süre yaklaşık 30 saniyede tamamlanır (Stanton *et al.* 2004).

### **OWAS Yöntemi (Ovako Working Posture Analysing System)**

Ovako Çalışma Duruşları Analiz Sistemi (OWAS), 1970'li yıllarda Finlandiya metal sektöründe geliştirilmiştir. Çalışanın kas iskelet sistemi (KİS) üzerindeki yüklenmeyi, uygunsuz duruşları, sistem kaynaklı tekrarlarını ve en elverişli çalışma yöntemlerini belirlemeye yarayan yardımcı gözlemsel bir çalışma duruşu analizidir. Yöntem Osmo Karhu, Pekka Kansi ve Ilkka Kuorinka tarafından 1977 yılında ergonomi dergisinde yayınlanmıştır (Karhu *et al.* 1977). OWAS yöntemi kas iskelet sistemi ile ilgili tüm vücut parçalarını değerlendirip avantaj sağlayarak pratikte en sık kullanılan ve en uygun ergonomik değerlendirme yöntemi gibi gözükmektedir (Brandl *et al.* 2017).

OWAS yönteminin çıkış sebebi bedensel işlerin çokça olduğu Finlandiya metal sektöründe çalışanlarda KİSR 'in sıkça yaşanmasıdır. KİSR 'in belirlenip azaltılması için risk faktörlerinin OWAS yöntemi ile analiz edilerek üretim üzerinde olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak için uygun iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca işyerinin verimlilik, konfor ve iş sağlığı açısından değerlendirilmesini ve insan-makine ilişkisinin sistematik olarak incelenmesine katkı sağlamıştır (Akay vd 2003).

OWAS yöntemi araştırmacılar tarafından bir tasarım aracı olarak geliştirilmiş ve proje başlatılarak metal atölyelerinde çalışanların farklı duruşlarını içeren 680 adet fotoğraf çekilmiştir. Metal atölyelerindeki çekilen bu fotoğrafların tüm çalışma duruşlarını karşıladığı düşünülmüştür. Araştırmacılar tarafından bu fotoğraflar incelenerek, duruşlar için bir tasnif sistemi geliştirilmiştir. Oluşturulan sınıflama sistemi ile çalışanı rahatsız eden etmenleri azaltmak veya ortadan kaldırmak amacıyla sistematik olarak tasarıma doğru gidilebilmesi için iyileştirilmesi gereken duruşlar ve unsurlar tespit edilir (Karwowski and Marras, 1998).

Araştırmacılar oluşturdukları sınıflandırma sistemi için, olası duruşları vücut bölümünü temsil eden üç kategoriye ayırır: sırt, kollar ve bacaklar. Üç kategorinin her birinde değerlendirici, kişinin gerçek duruşuna en yakın şekilde karşılık gelen kısmi duruşu seçer. Her kısmi duruşa karşılık gelen bir sayısal kod atanır. Sırt, kol ve bacak kodları birlikte, duruşu tanımlayan üç basamaklı bir kod oluşturur. Bir değerlendirici bacak duruş pozisyonu 7'yi hariç tutuyorsa, OWAS yöntemi kodu için 4 sırt, 3 kol ve 6 bacak duruşu ile 72 olası kombinasyon vardır (Lins *et all.* 2021). Değerlendiriciler bu yöntemde duruşun görülme sıklığını ve her bir





duruş için harcanan vakti birlikte değerlendirerek oluşturulan kombinasyonların, yüklenme veya kuvvet kullanım kaydını 4 kod yardımıyla tutmaktadır (Akay vd 2003).

Sırt, kol ve bacak duruşları sınıflandırılması için metal sektöründe kolayca tanımlanabilen ve sık karşılaşılan çalışma postürlerini uygulamalı deneylerle en sık rastlanan duruşları kapsadığı ispatlanmıştır. Bu sınıflandırma; risk değerlendirmesine bağlı olarak araştırmacılar, doktorlar ve çalışanlar tarafından geliştirilerek uluslararası bir grup tarafından onaylanmıştır (Karwowski and Marras, 1998).

### OWAS yöntemi analizi




OWAS yönteminde çalışma duruşu koduna 4 aşama ile ulaşılmaktadır:

1. Farklı sırt duruşları için 4 seçenek olup şekilde OWAS kodlama sistemindeki ilk rakam tarafından gösterilmektedir.

Kod	Duruş	Açıklama	
1XXX	Düz	Çalışanın sırtının öne veya yana 20° den az eğilmesini (baş ile kalça ve bacak arasındaki çizginin açısı) ya da 20° den az dönmesini (omuzlar ile kalça arasındaki açı) ifade etmektedir.	
2XXX	Eğilmiş	Çalışanın üst ekstremitelerinin öne veya arkaya 20° ya da daha fazla (baş ile kalça ve bacaklar arasındaki çizginin açısı) eğilmiş olmasını ifade etmektedir.	
3XXX	Dönmüş	Sırtın 20° ya da daha fazla dönmesi (yukarıda açıklandığı gibi) veya 20° ya da daha fazla yan taraflara eğilmesini ifade etmektedir.	
4XXX	Eğilmiş ve dönmüş	Sırtın eğildiği (ikinci durumdaki gibi) ve eş zamanlı olarak döndüğü (üçüncü durumdaki gibi) durumu ifade etmektedir.	








Şekil 9. OWAS yönteminde Sırt duruşları için 4 kodun açıklaması (Mert, 2014)

2. Farklı kol duruşları için 3 seçenek olup şekilde OWAS kodlama sistemindeki ikinci rakam tarafından gösterilmektedir.

Kod	Duruş	Açıklama	
X1XX	İki kolda omuz seviyesinden aşağıda	Her iki kolunda tamamen omuz seviyesinden aşağıda olduğu durumu ifade etmektedir.	
X2XX	Bir kol omuz seviyesinde ya da daha yukarıda	Bir kol ya da bir kolun bir bölümünün omuz seviyesinde ya da daha yukarıda olduğu durumu ifade etmektedir.	
X3XX	Her iki kolda omuz seviyesinde ya da daha yukarıda	Her iki kolunda tamamen ya da bir bölümlerinin omuz seviyesinden yukarıda olduğu durumu ifade etmektedir.	

Şekil 10. OWAS yönteminde kol duruşları için 3 kodun açıklaması (Mert, 2014)

3. Farklı bacak duruşları için 7 seçenek olup şekilde OWAS kodlama sistemindeki üçüncü rakam tarafından gösterilmektedir.

Kod	Duruş	Açıklama	
XX1X	Oturma	Vücut ağırlığının kalça üzerinde desteklendiği durumu ifade etmektedir. Bu duruşta ayrıca bacaklar kalça hizasının altındadır.	
XX2X	İki bacakta düz şekilde ayakta durma	Vücut ağırlığı iki düz bacakla desteklenmektedir. Diz açısı 150° den fazladır.	
XX3X	Tek bacak düz şekilde ayakta durma	Bir bacağın düz olduğu ve vücut ağırlığının tamamen bu bacakla desteklendiği durumu ifade etmektedir. Diz açısı 150° den fazladır.	
XX4X	İki eğilmiş bacak üzerinde çömelme ya da ayakta durma	Bu duruşta vücut ağırlığı her iki bacakta ve her iki dizde 150° ya da daha küçük bir açıda eğilmiştir.	
XX5X	Bir eğilmiş bacak üzerinde çömelme ya da ayakta durma	Bu duruşta vücudun ağırlığı bir bacakta ve dizden eğilmiştir. Diz açısı 150° ya da daha küçüktür.	
XX6X	Diz Çökme	Bu duruşta kişi bir dizi ya da iki dizi üzerinde diz çökmüştür.	
XX7X	Yürüme	Bu duruşta kişi yürümektedir ya da çalışma alanı etrafında hareket etmektedir.	

Şekil 11. OWAS yönteminde bacak duruşları için 7 kodun açıklaması (Mert, 2014)

4. OWAS yönteminde yüklenme veya kuvvet kullanımı için 3 seçenek olup kodlama sistemindeki dördüncü rakam tarafından gösterilmektedir.

**Tablo 5.** OWAS Sisteminde Yüklenme/Kuvvet Kullanımı için 3 Kodun Açıklaması (Mert, 2014)

Kod	Yüklenme/Kuvvet kullanımı	Açıklama
XXX1	$\leq 10$ kg	Kaldırılan ağırlık ya da ihtiyaç duyulan kuvvet 10 kg ya da daha azdır.
XXX2	$>10$ kg, $\leq 20$ kg	Kaldırılan ağırlık ya da ihtiyaç duyulan kuvvet 10 kg'dan fazladır ancak 20 kg'dan azdır.
XXX3	$>20$ kg	Kaldırılan yük ya da ihtiyaç duyulan kuvvet 20 kg'dan fazladır.

Ayrıca OWAS skoru çizelge yerine Finlandiya Tampere Teknik Üniversitesi'nde geliştirilen WinOWAS paket programına veri girişi yapıp sırt, kol, bacak duruşları ve kaldırılan yük tanımlayarak analiz sonucu dijital ortamda elde edilebilir.

Şekillerde gösterilen bacak, sırt ve kol duruşlarına ilave olarak duruşun incelendiği esnada çalışanın yaptığı iş adımını gösteren OWAS kodlama sistemine beşinci bir rakam daha ilave edilebilir. OWAS yöntemi kodlamasına örnek olarak, 4352 sayısal kodları, çalışanın sırtının eğilmiş ve dönmüş olduğunu (4), her iki kolda omuz seviyesinde ya da daha yukarıda olduğunu (3), bir eğilmiş bacak üzerinde çömelme ya da ayakta durma olduğunu (5) ve 10 kg ila 20 kg arası bir yük kaldırdığını (2) göstermektedir.

Sırt duruş kodu	Kol duruş kodu	Bacak duruş kodu	Yüklenme/ kuvvet kullanımı kodu	İş aşaması
-----------------	----------------	------------------	---------------------------------	------------

**Şekil 12.** OWAS yöntemi kodlama sistemi (Mert, 2014)

Oluşturulan OWAS kodu Tablodaki skor matrisine yerleştirilerek eylem sınıfı belirlenir.

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

**Şekil 13.** OWAS sisteminde tanımlanmış her bir duruş birleşimi için eylem sınıfları (Mert, 2014)

Skor matrisinden belirlenen eylem sınıfı için 4 kod belirlenmiştir. Tablo 6’da eylem sınıfı ile iyileştirme ihtiyaç ve aciliyeti gösterilmiştir (Karwowski and Marras, 1998).

**Tablo 6.** OWAS Sistemi Eylem Sınıfları (Mert, 2014)

Kod	Eylem Sınıfları	Açıklama
1	KİS’e zararlı etkisi olmayan normal ve doğal duruş	Eylem gerekmemekte
2	KİS’e bazı zararlı etkileri olan duruş	Yakın bir zamanda düzeltici eylem gerekmemekte
3	KİS’e zararlı etkilere sahip duruş	Mümkün olduğu kadar kısa bir zamanda düzeltici eylem gerekmemekte
4	KİS’e ciddi etkilere sahip duruş	İyileştirme için düzeltici eylemler acilen gerekmemekte

## MURİ Yöntemi

İşletmelere ve çalışanlara faydalar sağlamak, işlem ve operasyon israfını azaltmak, aşırı üretim, envanter, taşıma, atıl zaman, yanlışlar yedi israf olarak bilinmektedir. İsrafın minimum seviyeye indirilmesinin işletmeler açısından faydaları; teslimatların belirlenen veya istenilen zamanda gerçekleşmesi, artan ürün kalitesiyle müşteri artışı ve memnuniyeti, görünmeyen maliyetlerin ortadan kalkmasıdır. Ayrıca çalışanlar açısından yararları ise artan iş memnuniyeti ve işin iyileştirmesine yönelik katkıda bulunmaktır. Belirlenen israfları ortadan kaldırma, yalnız üretim yolunda ilerlemeye katkıda bulunur (Sivaslı, 2006).

Yalın üretimde Japon kalite sistemi 3MU diye bilinen Muda (değersiz), Muri (aşırı gereksiz yük), Mura (düzensizlik, dengesizlik) kelimelerinin ilk iki harfinden alınmıştır (Çakan, 2017). Üretimde katma değer üretmeyen çalışmaları yani israfları Muda, üretim planlarının değiştirilmesi, müşteri arz veya taleplerindeki dalgalanmaları gidermek için üretimdeki olumsuzlukları gidermek üzere yapılan çalışmaları Mura, normal kapasitelerinin üzerinde çalıştırılan işçi ve ekipmanların zorlanmaları Muri olarak ifade edilir (Ayan, 2015).

Japon diline ait bir kelime olan ve aşırı yük anlamına gelen Muri ekipmanların, işletmenin veya işgücü kaynağının kapasitelerinin üzerinde aşırı iş yüklenmesinden kaynaklanan israfla ilişkilidir. Çalışanın veya ekipmanın üzerine aşırı yüklenmenin sonucunda iş yapamama, yetenek ve kapasite düşümü ve gereksiz iş yükü oluşumuna sebep olmaktadır. Aşırı ve dengesiz yüklenmenin yani Muri'nin başlıca üç nedeni vardır.

1. Çalışma alanının yetersiz, yanlış veya uygunsuz bir şekilde tasarlanmış olması,
2. Talimatların anlaşılır olmaması, iletişim bozukluğu, bakım ve onarım standartlarının yetersizliği,
3. Planlanan veya hedeflenen üretim miktarındaki değişiklik, diğer bir tanımla "Mura" dır (Çanakçıoğlu, 2019).

Endüstride Muda çalışması yapılabilmesi yani israfları azaltmak için ilk öncelik Mura ve Muri uygulanmalıdır. Çalışanların ve ekipmanların iş yükünü orantılı bir şekilde dengelemek gerekir (Ayan, 2015).

Muri endüstri çalışma alanlarında uygulansa da ilk olarak Toyota firması için çıkarılmıştır. Toyota sistemi olarak bilinen bu yöntem firma tarafından çalışanların veya ekipmanların aşırı iş yoğunluğu ile çalıştırılmaları ve zorlanmaları planlanan üretim ve çalışma verimini olumsuz yönde etkileyeceğini bildirmiştir (Ayan, 2015).

Muri'nin ortaya çıkmasına yönetim ve üretim planlamalarından kaynaklı olumsuz iş düzeniyle birlikte aşırı iş yüklerinin oluşması neden olur. Örnek olarak matbaa makinasına dakikada maksimum 20 adetken kapasitesinin çok üstünde olan yaklaşık iki katı olan dakikada 40 adet baskı yaptırmak istenmesi Muri'ye örnek olarak gösterilebilir. Matbaa makinasına kapasitesinin üzerinde aşırı iş yüklenmesi sonucunda makinanın hatalı baskılar çıkartması, arıza vermesi hatta atıl hale gelmesine sebep olacaktır (Çakan, 2017).

## MURİ yöntemi analizi

Yöntem uygulama aşamasında çalışanları gözlemleyerek iletişim halinde olmak Muri metodu verimi için önemlidir. Çalışanlar üzerinde oluşan aşırı yüklenmelerin veya zorlanmaların en çok olduğu vücut bölgeleri tespit ederek, oluşan yükleri azaltmak ve işin daha kolay hale getirilebilmesi Muri ile amaçlanmaktadır. 3 farklı seviyesi olan 9 kusurlu hareket için çalışma esnasında puanlama yapılmaktadır (Şekil 14.) (Oral vd 2018).

Belden eğilme			Belin dönmesi			Kolların çalışma yüksekliği		
Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
0° - 15°	15° - 30°	> 30°	0° - 15°	15° - 45°	> 45°	Bel Seviyesi	Omuz Hizası	Omuz Hiz. yüksek
Dizlerin bükülmesi/ gerilmesi			Dirsek/bilek döndürülmesi			Parça/malzeme alma		
Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
0° - 30°	30° - 60°	> 60°	0° - 90°	90° - 180°	> 180°	Kolayca alma	Kolların gerilerek alınabilmesi	Zorlanarak alma
Çalışma alanı vücut dönmesi			Yürüme			Taşıma		
Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
0° - 45°	45° - 90°	> 90°	0 - 4 adım arası	5 - 9 adım arası	10 adım yukarısı	0 - 3 Kg arası	3 - 5 Kg arası	5 Kg yukarısı

Şekil 14. Muri duruş analizi tablosu (Ayan, 2015)

Duruş ve hareket analizi yapıldıktan sonra elde edilen puana göre risk seviyesi belirlenir. Elde edilen seviyelere göre çalışma ortamında alınacak tedbirler belirlenir (Ayan, 2015).

Tablo 7. Muri Risk Derecelendirme (Ayan, 2015)

MURİ RİSK DERECLENDİRME			
DERECE	MURİ SKORU	RİSK SEVİYESİ	TEDBİR
1	10 puandan düşük ise	RİKSİZ BÖLGE	Gerekli değil
2	10 puan üzeri ise	RİSKLİ BÖLGE	Kısa zaman içerisinde gerekli
3	15 puan ve üzeri	ÇOK RİSKLİ BÖLGE	Hemen gerekli

## ARAŞTIRMA BULGULARI

### Çalışma Yöntemi Hakkında Genel Bilgilendirme

Tez çalışmasında iş sağlığı güvenliği kapsamında ergonomik risk değerlendirme yöntemleri ele alınmış ve incelenen iş yerindeki çalışanlara ergonomik açıdan sağlıklı bir çalışma ortamı sunmak hedeflenmiştir. Bu anlamda öncelikle bazı ergonomik risk değerlendirme yöntemleri araştırılmış ve bahsi geçen iş yerinde alınabilecek tedbirlerin belirlenmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Atölyenin imalat süreçleri hakkında genel bilgiler alınmış, iş sağlığı ve güvenliği birimi ile çalışanlarla yüz yüze görüşmeler yapılmış, bilgiler toplanmış ve çalışma süreçlerinin detaylı gözlemleri yapılmıştır. Atölyenin risk değerlendirmesinin yapılabilmesi için literatürde sıkça kullanılan REBA, OWAS ve Muri gibi yöntemlerin avantaj ve dezavantajları araştırılmıştır. Daha doğru bir risk değerlendirmesi yapabilmek için adı geçen bu üç yöntemin birlikte kullanılarak bir birleri arasında kıyaslamalar yapmanın daha doğru olduğuna karar verilmiştir.

Risk analizleri neticesinde iyileştirmenin gerekli olduğu kanaatine varılmış ve risklerin azaltılmasına yönelik bir takım tezgâh tasarımları önerilmiştir. Risk analizleri iyileştirmeler sonrasında tekrarlanmış ve risk skorlarında olumlu yönde katkının sağlandığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın ahşap palet ve sandık imalat atölyesi gibi çalışma usulleri aynı olan atölyeler için de rehber olacağını düşünüyoruz.

### Metotlar Tarafından Değerlendirilen Faktörler

**Tablo 8.** REBA, OWAS ve MURİ Metotları Tarafından Değerlendirilen Faktörler

Metot	Postür	Yük/Kuvvet	Hareket sıklığı	Diğer*
REBA	X	X	X	X
OWAS	X	X		
MURİ	X	X		

\*Diğer faktörler; yük taşıma, eldiven kullanımı, çevre koşulları, ekipman, takım çalışması vb.

Kullanılan yöntemler, risk değerlendirmelerinde bir takım faktörleri göz önüne alır. Dikkate aldıkları faktörleri belirgin hale getirmek için bir tablo hazırlanmıştır. Tablo 8, bu farklılıkları okuyucuya sunmaktadır. İyileştirme öncesi yöntemlerin analiz yapılabilmesi için seçilen duruşlar Şekil 15 ve Şekil 16'daki gibidir.





Şekil 15. Palet ve sandık imalatında duruş 1



Şekil 16. Palet ve sandık imalatında duruş 2

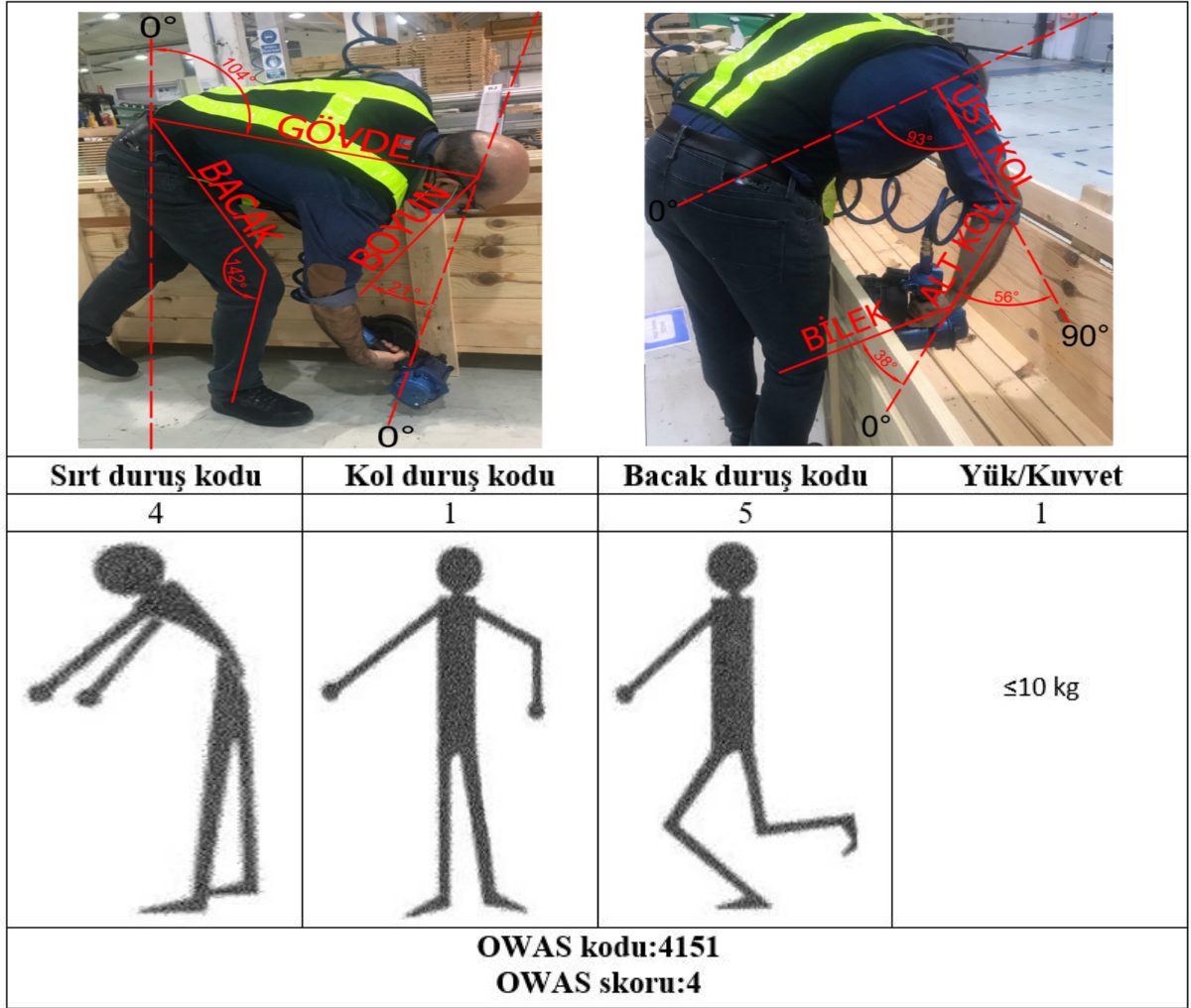
## İyileştirme Öncesi REBA, OWAS ve MURİ Yöntemlerinin Analizi

### Ahşap palet ve sandık imalatında REBA yöntemi analizi

A Grubu		Tablo A	Tablo B	B Grubu	
Gövde	5	9	9	6	Üst Kol
Boyun	3			2	Alt Kol
Bacaklar	3			3	Bilek
Yük/Kuvvet		1	0	Kavrama	
<b>A Skoru</b>		10	9	<b>B Skoru</b>	
		<b>C Skoru</b>	12		
		Aktivite Skoru	2		
		<b>REBA Skoru</b>	14		






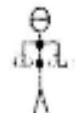




Şekil 17. Ahşap palet ve sandık imalatında çalışma duruşunun REBA analizi

## Ahşap palet ve sandık imalatında OWAS yöntemi analizi



Şekil 18. Ahşap palet ve sandık imalatında çalışma duruşunun OWAS analizi

## Ahşap palet ve sandık imalatında Muri yöntemi analizi

		Muri puanlaması
	<b>Belden eğilme</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt;30°</li> <li>• Seviye 3</li> </ul>	3
	<b>Belin dönmesi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 15°-45°</li> <li>• Seviye 2</li> </ul>	2
	<b>Kolların çalışma yüksekliği</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bel Seviyesi</li> <li>• Seviye 1</li> </ul>	1
	<b>Dizlerin bükülmesi/gerilmesi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30°-60°</li> <li>• Seviye 2</li> </ul>	2
	<b>Dirsek/bilek döndürülmesi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 90°-180°</li> <li>• Seviye 2</li> </ul>	2
	<b>Parça/malzeme alma</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolların gerilerek alınabilmesi</li> <li>• Seviye 2</li> </ul>	2
	<b>Çalışma alanı vücudun dönmesi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 45°-90°</li> <li>• Seviye 2</li> </ul>	2
	<b>Yürüme</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0-4 adım arası</li> <li>• Seviye 1</li> </ul>	1
	<b>Taşıma</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 kg yukarısı</li> <li>• Seviye 3</li> </ul>	3
<b>Toplam</b>		<b>18</b>

Şekil 19. Ahşap palet ve sandık imalatında çalışma duruşunun Muri analizi

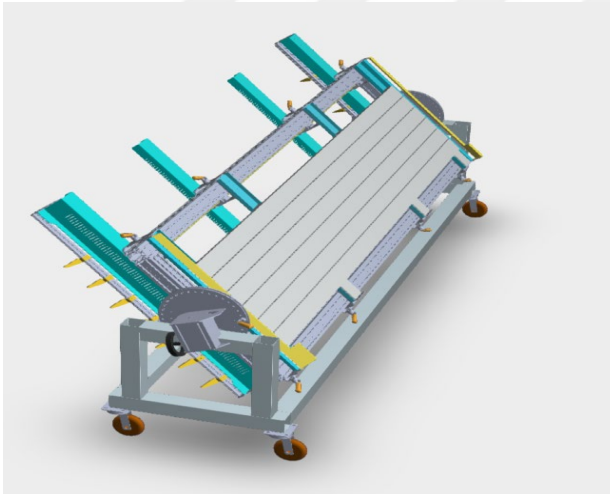
## REBA, OWAS ve Muri Yöntemlerinin Analizlerinin Değerlendirilmesi

**Tablo 9.** Ahşap Palet ve Sandık İmalatında REBA, OWAS ve Muri'nin Değerlendirilmesi

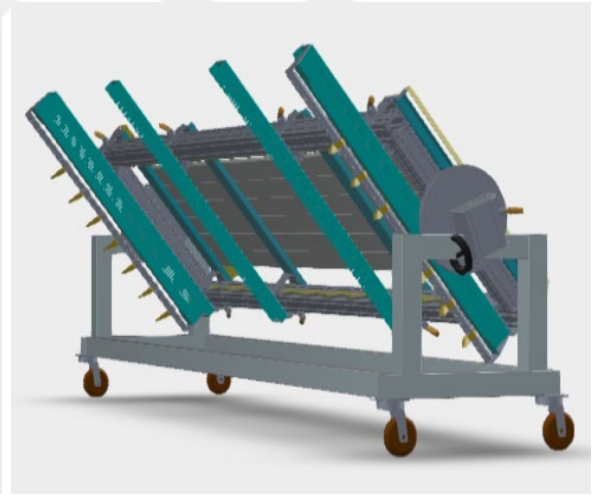
	<b>REBA</b>	<b>OWAS</b>	<b>MURİ</b>
<b>PUAN</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>18</b>
<b>Risk düzeyi</b>	Çok yüksek	KİS'e ciddi etkilere sahip duruş	Riskli bölge
<b>Eylem düzeyi</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>Eylem</b>	Şimdi gerekli	İyileştirme için düzeltici eylemler acilen gerekmekte	Hemen gerekli

Ahşap palet ve sandık imalatında çalışan yaklaşık 6 kg çivi çakma makinası ile birleştirme işlemi yapmaktadır. Yapım aşamasında eğilerek yapılan işlem sık sık tekrarlandığı için çalışanı hem ergonomik açıdan hem de termal konfor bakımından zorlamaktadır. Eğilerek yapılan imalat aşamasında özellikle çalışanın gövde ve bacak kısmında ciddi zorlanmalar meydana gelmektedir. Analiz sonrası elde edilen puanlar sırasıyla REBA 14, OWAS 4 ve Muri 18 çıkmıştır. Yöntemlerin çıkan puan değerlerine göre kendi çizelgelerine bakıldığında eylem düzeylerinin en yüksek ve eylemin hemen gerekli olduğu gözükmektedir (Tablo 9).

### İyileştirme Amacıyla Tasarlanan Çalışma Tezgâhının Tanıtımı



**A) Tezgâhın önden görünüşü**



**B) Tezgâhın arkadan görünüşü**

**Şekil 20.** Çalışma tezgâhı tasarımı (Solidworks)



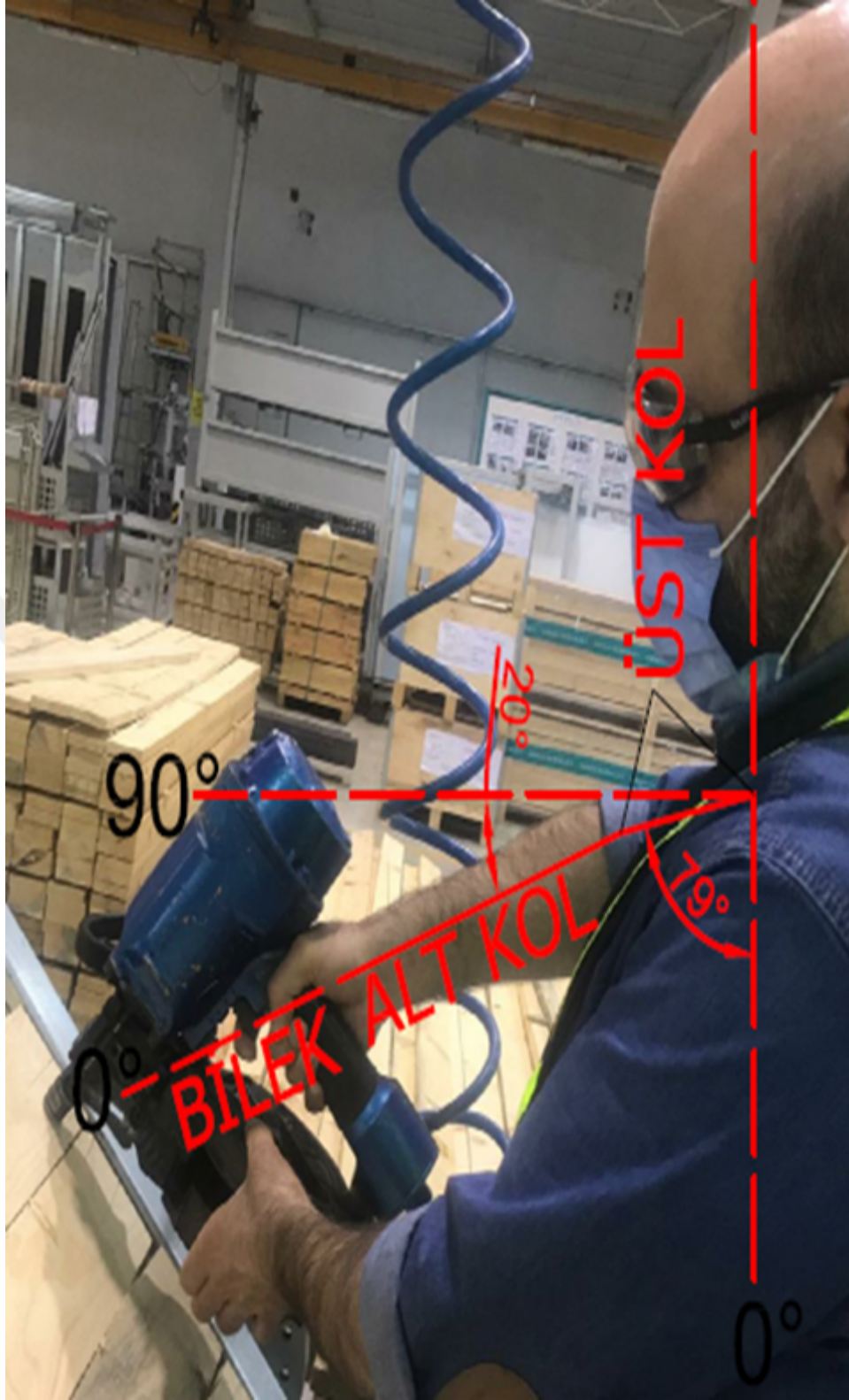
**Şekil 21.** Çalışma tezgâhı

Şekil 21’de görülen çalışma tezgâhı SolidWorks ile tasarlanmıştır. Bu çalışmada ergonomik bir çalışma tezgâhı tasarlanarak imalat aşamasında KİSR’i azaltmak ve çalışma koşullarını iyileştirmek amaçlanmıştır. İyileştirme sonrası tekrardan REBA, OWAS ve Muri yöntemleri uygulanacaktır.

İyileştirme Sonrası REBA, OWAS ve MURİ Yöntemlerinin Analizi





Şekil 22. Palet ve sandık imalatında duruş 3








Şekil 23. Palet ve Sandık imalatında duruş 4

## Ahşap palet ve sandık imalatında REBA yöntemi analizi

A Grubu		Tablo A	Tablo B	B Grubu	
Gövde	2	3	5	4	Üst Kol
Boyun	2			2	Alt Kol
Bacaklar	1			1	Bilek
Yük/Kuvvet		1	0	Kavrama	
A Skoru		4	5	B Skoru	
		C Skoru	5		
		Aktivite Skoru	2		
		<u>REBA Skoru</u>	7		









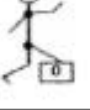

Şekil 24. Ahşap palet ve sandık imalatında tezgâh sonrası çalışma duruşunun REBA analizi

## Ahşap palet ve sandık imalatında OWAS yöntemi analizi

			
<b>Sırt duruş kodu</b>	<b>Kol duruş kodu</b>	<b>Bacak duruş kodu</b>	<b>Yük/Kuvvet</b>
1	1	2	1
			≤10 kg
<b>OWAS kodu:1121</b> <b>OWAS skoru:1</b>			

Şekil 25. Ahşap palet ve sandık imalatında tezgâh sonrası çalışma duruşunun OWAS analizi

## Ahşap palet ve sandık imalatında Muri yöntemi analizi

		Muri puanlaması
	Belden eğilme <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0°-15°</li> <li>• Seviye 1</li> </ul>	1
	Belin dönmesi <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0°-15°</li> <li>• Seviye 1</li> </ul>	1
	Kolların çalışma yüksekliği <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bel Seviyesi</li> <li>• Seviye 1</li> </ul>	1
	Dizlerin bükülmesi/gerilmesi <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0°-30°</li> <li>• Seviye 1</li> </ul>	1
	Dirsek/bilek döndürülmesi <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0°-90°</li> <li>• Seviye 1</li> </ul>	1
	Parça/malzeme alma <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolların gerilerek alınabilmesi</li> <li>• Seviye 2</li> </ul>	2
	Çalışma alanı vücudun dönmesi <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0°-45°</li> <li>• Seviye 1</li> </ul>	1
	Yürüme <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0-4 adım arası</li> <li>• Seviye 1</li> </ul>	1
	Taşıma <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 kg yukarısı</li> <li>• Seviye 3</li> </ul>	3
<b>Toplam</b>		<b>12</b>

Şekil 26. Ahşap palet ve sandık imalatında tezgâh sonrası çalışma duruşunun Muri analizi

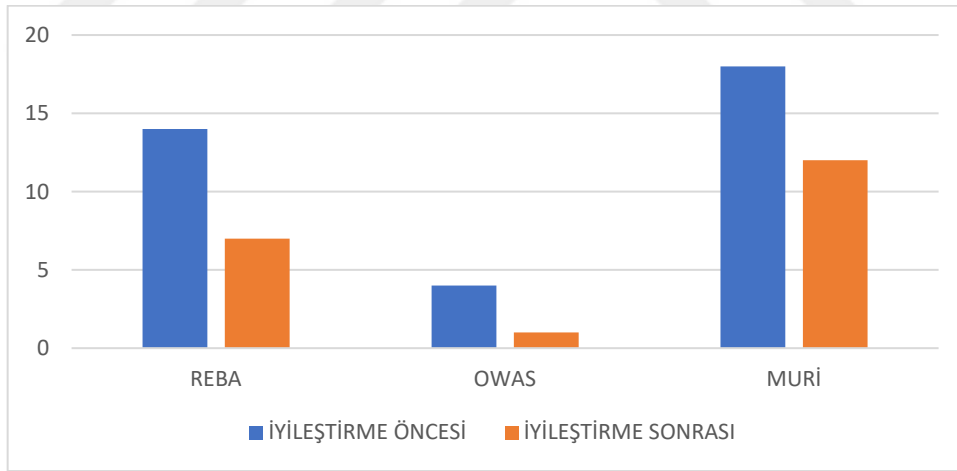
## REBA, OWAS ve Muri yöntemlerinin analizlerinin değerlendirilmesi

**Tablo 10.** Ahşap Palet ve Sandık İmalatında Tezgâh Sonrası REBA, OWAS ve Muri'nin Değerlendirilmesi

	REBA	OWAS	MURİ
<b>PUAN</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>12</b>
<b>Risk düzeyi</b>	Orta	KİS'e zararlı etkisi olmayan normal ve doğal duruş	Riskli bölge
<b>Eylem düzeyi</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Eylem</b>	Gerekli	Eylem gerekmemekte	Kısa zaman içerisinde gerekli

### Tezgâh Üretimi Sonrası Çalışmalar ve Öneriler

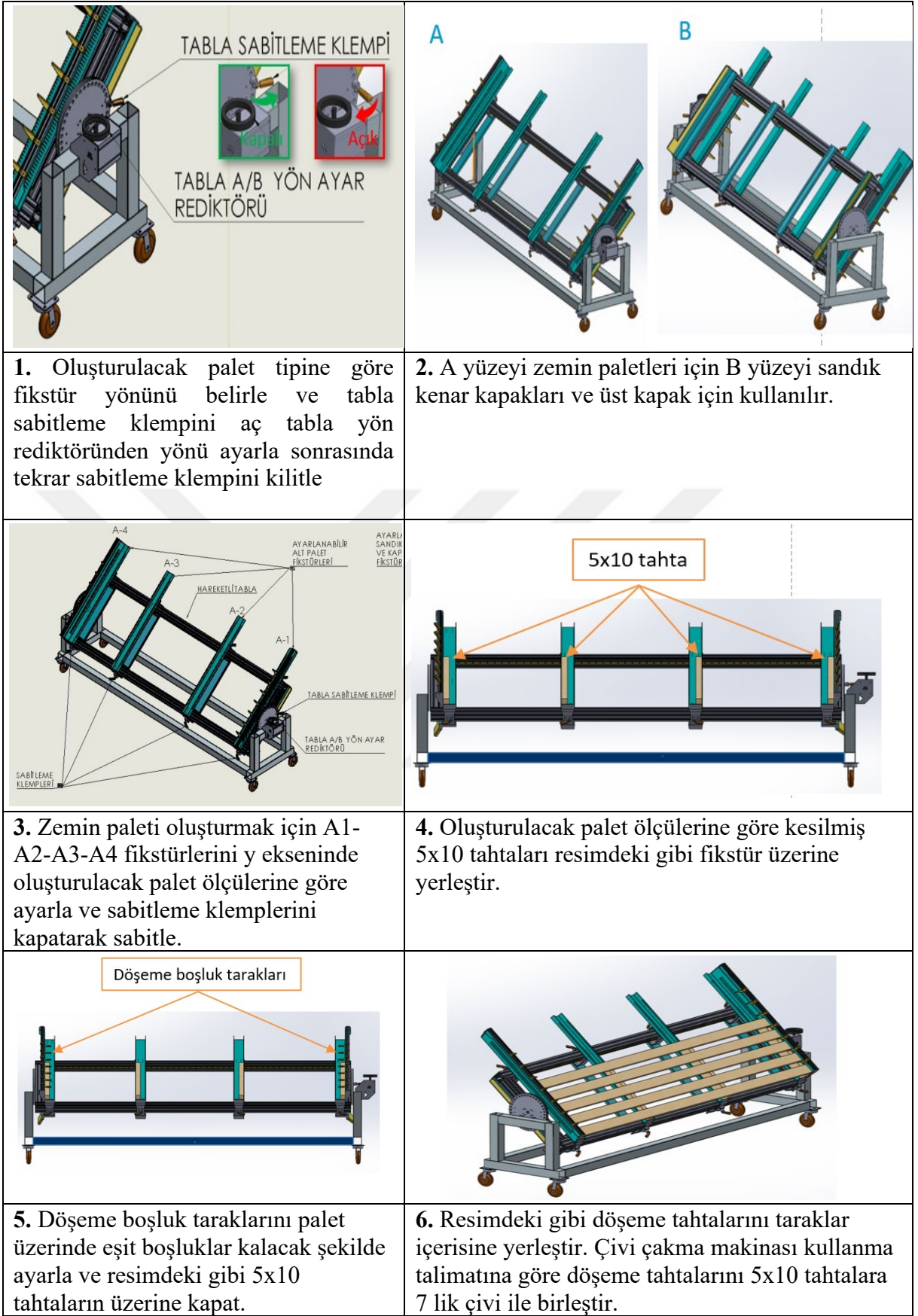
Çalışma tezgâhı sonrası uygulanan yöntemler sonucunda REBA'da sisteme müdahale gerekli, OWAS'da eylem gerekmemekte ve Muri'de ise kısa zaman içerisinde gerekli olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 27). İyileştirme sonrası çalışanlar üzerinde özellikle bacak ve gövde kısmında ciddi anlamda iyileştirme olduğu puanlarla kanıtlanmıştır. Fakat REBA ve Muri'de çivi çakma makinesinden dolayı ayrıca kol duruşlarının iyileştirme öncesi ile hemen hemen aynı duruşlara sahip olduğu için kol kısmında iyileştirmenin etkisi fazla görülmemiştir.



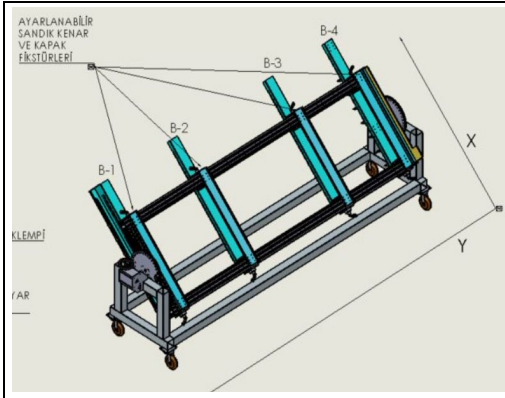
**Şekil 27.** İyileştirme öncesi ve sonrası REBA, OWAS ve Muri yöntemleri analiz değerleri

Seçilen yöntemler uygulanırken çalışanların duruş pozisyonlarının değerlendirilmesi gözlem esaslı olduğu için çalışanlara herhangi bir temasa dayalı deney yapılmamış ve zarar verilmemiştir.

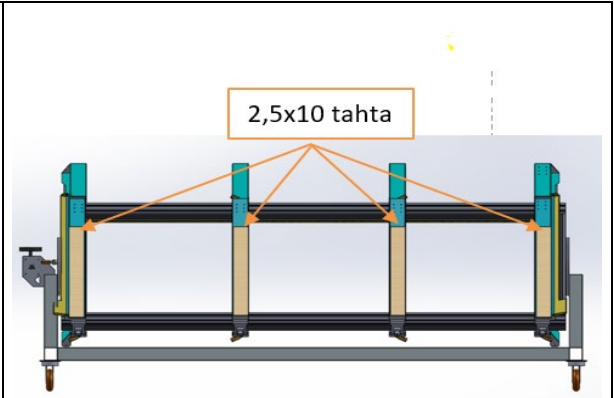
KİSR'in dışında çalışanlar için ayrıca iş talimatı düzenlenmiştir (Şekil 28 ve 29). Bu talimat ile üretim aşamasında zamandan tasarruf, ekonomiklik, talep edilen ölçülerde hata payını en aza indirmeye, iş kazalarının azaltılması ve çalışanın daha az efor harcaması hedeflenmiştir.



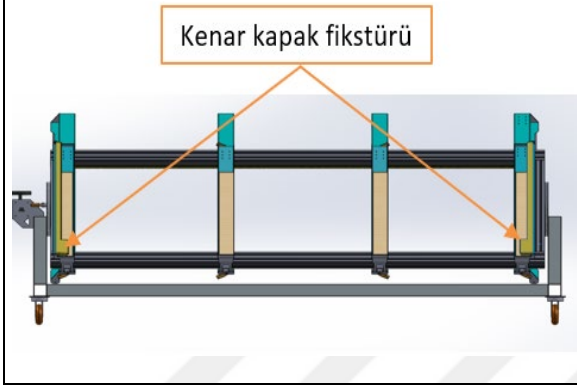
Şekil 28. Ahşap palet ve sandık oluşturma şeması 1



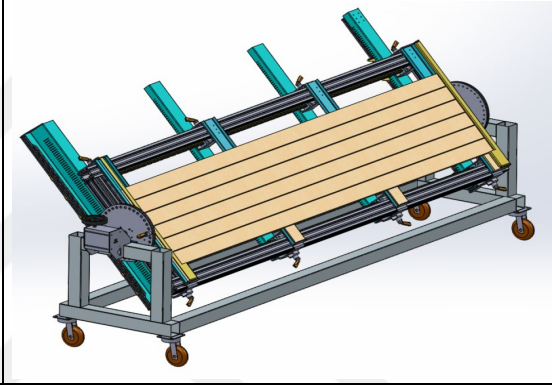
7. Sandık kenar kapağı ve üst kapak oluşturmak için B1-B2-B3-B4 fikstürlerini y ekseninde oluşturulacak palet kenar kapak veya üst kapak ölçülerine göre ayarla ve sabitleme klemplerini kapatarak sabitle.



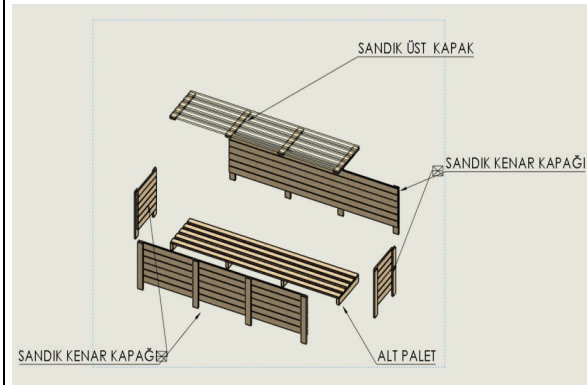
8. Oluşturulacak sandık kenar kapakları ve üst kapak ölçülerine göre kesilmiş 2,5x10 tahtaları resimdeki gibi fikstür üzerine yerleştir.



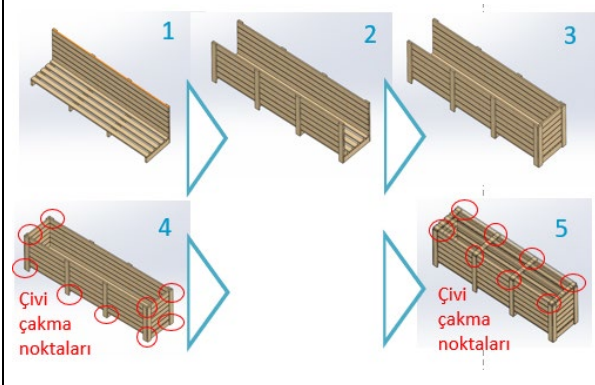
9. Sandık kenar kapağı için kenar kapak fikstürlerini resimdeki gibi kapat. Not: Sandık üst kapak oluşturmada kenar fikstürleri kullanılmaz.



10. Resimdeki gibi sandık kenar kapak tahtalarını yerleştir. Çivi çakma makinası kullanma talimatına göre döşeme tahtalarını 2,5x100 tahtalara 4 lük çivi ile birleştir.



11. Resimdeki gibi oluşturulmuş alt palet ve yan kapaklar



12. Fikstür üzerinde oluşturulan palet parçalarını yukarıdaki sıralama ile çivi çakma makinası kullanma talimatına göre 7 lik çivi ile belirtilen noktalardan 3 er adet çivi ile birleştir. Not: 5. sıradaki kapak birleştirme sandık doldurulduktan sonra yapılmalıdır.

Şekil 29. Ahşap palet ve sandık oluşturma şeması 2



Şekil 30. Ahşap palet ve sandık imalatında gerekli kişisel koruyucu ekipmanları



Şekil 31. Ahşap palet ve sandık imalatında gönye testere



**Şekil 32.** Ahşap palet ve sandık imalatında vinç

Çalışanlara imalat öncesi kişisel koruyucu donanımlar (Şekil 30) ve oluşturulan iş talimatı hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Sisteme eklenen gönye testere (Şekil 31) ile istenilen parçalar çalışanlar tarafından zorlanmadan kesilebilmektedir. İş bitiminde yapılan sandık veya palet vinç (Şekil 32) yardımıyla taşıma aracına yüklenerek ilgili iş istasyonuna ulaşımı sağlanacaktır.

Sonuçlar doğrultusunda gereksiz kas aktivitelerini önleyebilecek sistemler geliştirildiği takdirde çalışanların sağlıkları ve üretim zamanının kısalacağı görülmüştür.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Roman-Liu (2014) tarafından yayınlanan çalışmada metotların ekseriyetle sınırlı bir vücut segmenti ve belirli görevler için kullanıldığı belirtilmiştir. Bu nedenle detaylı analiz için birden fazla yöntemlerin bir arada uygulanmasının bir ihtiyaç olduğu ortaya çıkmıştır. İş yerlerinin ERD'sinde bir yöntemin tek başına uygulanması yerine birkaç yöntemin birlikte uygulanmasının daha açıklayıcı sonuçlar vereceği belirtilmiştir. Bu tez çalışmasında benzer amaçlarla kullanılan yöntemler olmasına rağmen sonuçlar karşılaştırıldığında REBA, OWAS ve Muri yöntemleri sonuçları bir arada karşılaştırıldığı için analizlerin daha detaylı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

REBA, OWAS ve Muri yöntemleri basit gözleme dayalı yöntemler olduğu için çalışanların fiziki yapıları ve vücut bölümlerinin koordineli hareketleri analiz aşamasında dikkate alınmadığı için yöntemlerin tek bir çalışana uygulanması yeterli olmaktadır. Bundan dolayı tek kişiye indirilen öznel değerlendirme sonucu analizlerin güvenilirliğini kısmen etkileyebilmektedir. Daha kesin sonuçlara ulaşabilmesi için bilgisayar destekli program ve görüntüleme cihazları ile çalışanların fiziki yapıları ve vücut bölümlerinin koordineli hareketleri birlikte değerlendirilmelidir.

Bu tez kapsamında, ahşap sandık imalatında çalışan işçilerin ergonomik risk değerlendirmeleri REBA, OWAS ve Muri yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda imalat aşamasında işçi duruşlarının ergonomik riskler taşıdığı sonucu ulaşılmış ve imalat aşamalarında işçi duruşlarını daha az riskli hale getirecek bir çalışma tezgâhı önerilmiştir. Tezgâh imalatından sonra tekrar ergonomik risk değerlendirmesi yapılarak önceki sonuçlara göre daha düşük risk skorlarına ulaşılmıştır. Riskleri daha da küçültmek amacıyla ilave öneriler de tez kapsamında çalışanlara ve yöneticilere sunulmuştur.

## KAYNAKLAR

- Akay, D., Dağdeviren, M., ve Kurt, M. (2003). Çalışma duruşlarının ergonomik analizi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18(3), 73-84.
- Atasoy, A., Keskin, F., Başkesen, N., ve Tekingündüz, S. (2010). Laboratuvar Çalışanlarında İşe Bağlı Kas-İskelet Sistemi Sorunları Ve Ergonomik Risklerinin Değerlendirilmesi. Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi, 2(2), 90-113.
- Ayan, B. (2015). Montaj hattında ergonomik risk unsurlarının incelenmesi: otomotiv sektörüne yönelik bir uygulama. Uzmanlık Tezi, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi Ankara.
- Brandl, C., Mertens, A., and Schlick, C. M. (2017). Effect of sampling interval on the reliability of ergonomic analysis using the Ovako working posture analysing system (OWAS). International Journal of Industrial Ergonomics, 57, 68–73.
- Ceylan, E., ve Can, G. (2015). Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları ve Çalışma duruşları Analizi. Çevrimiçi, <https://slideplayer.biz.tr/slide/7669428/> (30.06.2021)
- Cuixart, S. N. (2001). NTP 601: Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment). Inst. Nac. Segur. e Hig. en el Trab, 7.
- Çakan, O. (2017). Kalite Yönetim Sisteminde 3MU Yaklaşımı. Çevrimiçi, <https://labakademi.com/kalite-yonetim-sisteminde-3mu-yaklasimi/> (11.02.2021)
- Çanakçıoğlu, M. (2019). Yalın Düşünce Felsefesinde İsrarla Mücadele Araçları. Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi, 8(3), 270-282.
- Dul, J., Bruder, R., Buckle, P., Carayon, P., Falzon, P., Marras, W. S., Wilson, J. R., and van der Doelen, B. (2012). A strategy for human factors/ergonomics: developing the discipline and profession. Ergonomics, 55(4), 377–395.
- Girgin, S. (2019). Bitkisel Gıda Takviyesi Üretim Firmasında İş Hijyeni ve Ergonomi Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Esenyurt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.127.
- Hermans, V., and Van Peteghem, J. (2006). The relation between OSH and ergonomics: A ‘mother–daughter’ or ‘sister–sister’ relation? Applied Ergonomics, 37(4), 451–459.
- Hignett, S., and McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). Applied Ergonomics, 31(2), 201–205.
- Kahya, E., ve Söylemez, S. (2019). Jant Sektöründe QEC ve Reba Yöntemleriyle Ergonomik Risk Değerlendirmesi. Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi.
- Karhu, O., Kansil, P., and Kuorinka, I. (1977). Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. Applied Ergonomics, 8(4), 199–201.
- Karwowski, W. (2005). Ergonomics and human factors: the paradigms for science, engineering, design, technology and management of human-compatible systems. Ergonomics, 48(5), 436–463.
- Karwowski, W., and Marras, W. S. (Eds.). (1998). The occupational ergonomics handbook. Crc Press.
- Lins, C., Fudickar, S. ve Hein, A. (2021). OWAS değerlendiriciler arası güvenilirlik. Uygulamalı Ergonomi, 93, 103357.

- Mert, E. A. (2014). Ergonomik risk değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması ve bir çanta imalat atölyesinde uygulanması. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, TC Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Oral, A., Gönen, D., Karaoğlan, A. D., Tuncer, C., ve Kundakçı, S. S. (2018). Makina Montajında Zaman İsrafının Kaldırılması İçin Reba Ve Muri Çalışması. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6, 102–111.
- Özay, M. E., ve Doğanbatur, Ç. Ş. (2018). Perakende Sektöründe Bir Süpermarkette Reba, Niosh Ve Snook Tabloları Yöntemlerini Kullanarak Ergonomik Risk Analizi Vaka Çalışması. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6(3), 448–459.
- Özcan, E. (2011). İş Yerinde Ergonomik Risklerin Değerlendirilmesi Ve Hızlı Maruziyet Değerlendirme (HMD) Yöntemi. Engineer & the Machinery Magazine, (616).
- Özel, E., ve Çetlik, O. (2010). Mesleki Görevlerin Ergonomik Analizinde Kullanılan Araçlar Ve Bir Uygulama Örneği. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, (022), 41-56.
- Özoğul, B., Çimen, B., ve Kahya, E. (2018). Bir Metal Sanayi İşletmesinde Ergonomik Risk Analizi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6, 159–175.
- Pheasant, S., and Haslegrave, C. M. (2010). Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work. 3rd.
- Roman-Liu, D. (2014). Comparison of concepts in easy-to-use methods for MSD risk assessment. Applied Ergonomics, 45(3), 420–427.
- Sivaslı, E. (2006). İşletme süreçlerinde yalın tekniklerin kullanılması üzerine bir araştırma (Doctoral dissertation, DEÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü).
- Stanton, N. A., Hedge, A., Brookhuis, K., Salas, E., & Hendrick, H. W. (Eds.). (2004). Handbook of human factors and ergonomics methods. CRC press.
- Şeren, T., ve Öz, E. (2018). Asansör Montaj İşlemlerinin Ergonomik Yönden Değerlendirilmesi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6, 40–48.
- Turan, D. (2007) Endüstri İşletmelerinde Günlük İş Yaşamında Uygulanan Ergonomi Metotlarının İncelenmesi (tez), İstanbul: İstanbul Ticaret Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü
- Endüstri Müh., ABD. Ülker, O., & Burdurlu, E. (2012). Panel mobilya imalatında kullanılan bazı makinelerde OWAS yöntemi ile eylemsel duruş analizi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 12(2), 291-300.
- Ülker, O., ve Burdurlu, E. (2012). Panel mobilya imalatında kullanılan bazı makinelerde OWAS yöntemi ile eylemsel duruş analizi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 12(2), 291-300.

## ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
<b>Adı Soyadı:</b>	Burak KOÇ
<b>Doğum tarihi:</b>	
<b>Doğum Yeri:</b>	
<b>Uyruğu:</b>	
<b>Adres:</b>	
<b>Tel:</b>	
<b>E-mail:</b>	
Eğitim	
<b>Lise:</b>	Mehmet Akif Ersoy Lisesi
<b>Lisans:</b>	Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
Yabancı Dil Bilgisi	
<b>İngilizce:</b>	Orta
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
	Makine Mühendisleri Odası