

MOBİLYA ÜRETEN İŞLETMELERDE ERGONOMİK RİSK ANALİZİ

THE ERGONOMIC RISK ANALYSIS IN FURNITURE PRODUCING COMPANIES

MEHMET UFUK UYTUN

DR. ÖĞR. ÜYESİ ERTAN YESARİ HASTÜRK

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

ÖZET

MOBİLYA ÜRETEN İŞLETMELERDE ERGONOMİK RİSK ANALİZİ

Mehmet Ufuk UYTUN

Yüksek Lisans, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Ertan Yesari HASTÜRK

Eylül 2023, 299 sayfa

Mobilya üretim noktalarında fiziksel işgücü yoğun çalışmalar yürütülmekte olup, çalışanlarda bu fiziksel etkilerden kaynaklanan rahatsızlıklar oluşabilmektedir. Bu tez çalışması ile mobilya üretimi yapan firmalarda bulunan işçilerin, iş noktalarına göre çalışma süresince hareketlerinin fiziksel sınırları ortaya konularak, vücutlarının çeşitli bölgelerinde oluşan stresin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu duruma bağlı olarak da, çalışanların mevcut rahatsızlıkları ile duruş ve hareket bozuklukları arasındaki ilişki ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Çalışanların uygunsuz duruşları ve hareketlerini belirlemek için REBA (Rapid Entire Body Assessment), OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System), HMD (Hızlı Maruziyet Değerlendirme) ve RULA (Rapid Upper Limb Assessment) olarak adlandırılan risk analiz yöntemleri kullanılmıştır. Toplanan veriler, literatürde daha önce ortaya konulmuş çalışmalar ile kıyaslanmıştır. Sonuç olarak, elde edilen ölçüm değerleri kullanılmak suretiyle, mevcut çalışma koşulları ve çalışan hareket sistemlerinin iyileştirilmesi için önerilerde bulunulmuştur. Mobilya üretim atölyeleri ve benzeri sektörlerde, çalışanların iş sırasındaki duruşlarının

uyması gereken açı ve yük sınırları sayısal olarak ortaya konulmuştur. Ayrıca bu çalışma ile benzer sektörlerde ergonomik risk analizi yöntemleri uygulanırken nelere dikkat edilmesi gerektiği belirlenmiş ve yeni bilimsel çalışmalara yol gösterilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mobilya işletmeleri, Ergonomik risk analizi, REBA, OWAS, HMD, RULA.



ABSTRACT

THE ERGONOMIC RISK ANALYSIS IN FURNITURE PRODUCING COMPANIES

Mehmet Ufuk UYTUN

M. Sc. Thesis, Department of Wood Products Industrial Engineering

Supervisor: Dr. Öğr. Üyesi Ertan Yesari HASTÜRK

September 2023, 299 pages

Physical labour intensive work is carried out at furniture production points and discomforts arising from these physical effects may occur in employees. With this thesis study, it is aimed to determine the physical limits of the movements of the workers in the furniture manufacturing companies during the working period according to the work points and to determine the stress in various parts of their bodies. Depending on this situation, the relationship between the existing discomforts of the employees and posture and movement disorders was tried to be revealed. Risk analysis methods called REBA (Rapid Entire Body Assessment), OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System), HMD (Rapid Exposure Assessment) and RULA (Rapid Upper Limb Assessment) were used to determine the inappropriate postures and movements of the employees. The collected data were compared with previous studies in the literature. As a result, by using the measurement values obtained, recommendations were made for the improvement of existing working conditions and employee movement systems. In

furniture production workshops and similar sectors, the angle and load limits that the postures of the employees during the work should comply with have been numerically revealed. In addition, with this study, it is aimed to determine what should be considered when applying ergonomic risk analysis methods in similar sectors and to guide new scientific studies.

Keywords: Furniture companies, Ergonomic risk analysis, REBA, OWAS, HMD, RULA.



TEŐEKKÖR

Tez alışmamın her aşamasında değerli zamanını harcayarak katkı ve yardımlarını esirgemeyen, tecrübe ve birikimlerini aktararak bana yol gösteren değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Ertan Yesari HASTÖRK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Üniversite ve Yüksek Lisans eğitimim boyunca çok değerli bilgi ve birikimlerini bizlere aktaran tüm hocalarıma en içten sevgi ve saygılarımı sunarım. Manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan değerli aileme de çok teşekkür eder, sevgilerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xviii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Mobilya Sektörü ve Tarihçesi	2
2.1.1. Dünya’da Mobilya Sektörü	6
2.1.2. Türkiye’de Mobilya Sektörü	9
2.1.3. Ankara’da Mobilya Sektörü	18
2.2. Çalışma Duruşları ve Ergonomi	23
2.2.1. Ergonomi	23
2.2.2. Postür ve Çalışma Duruşları	24
2.2.2.1. Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları (KİSR)	25
2.2.2.2. Verimlilik-Kalite-Maliyet Üçgeni	28
2.2.3. REBA (Rapid Entire Body Assessment)	29
2.2.4. OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System)	34
2.2.5. HMD (Hızlı Maruziyet Değerlendirme)	39
2.2.6. RULA (Rapid Upper Limb Assessment)	43
3. MATERYAL VE METOT	49
3.1. Materyal	49
3.2. Metot	50

4. UYGULAMA	59
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	207
6. KAYNAKLAR.....	288
EKLER	293
EK 1 – REBA Çalışan Değerlendirme Formu	293
EK 2 – OWAS Çalışan Değerlendirme Formu	294
EK 3 – HMD Çalışan Değerlendirme Formu.....	295
EK 4 – RULA Çalışan Değerlendirme Formu	297
EK 5 – Etik Kurul İzin Belgesi	298
ÖZGEÇMİŞ	299

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Mobilya Sektöründeki Üreticilerin Coğrafi Dağılımı.	18
Şekil 2. Ankara İli Mobilya Firmalarının İlçelere Dağılımı.	19
Şekil 3. Ankara İlinin Yıllara Göre İhracat Değerlerindeki Artış.	21
Şekil 4. Ankara İlinin Yıllara Göre İthalat Değerlerindeki Düşüş.	22
Şekil 5. REBA Duruş Puanlaması.	31
Şekil 6. OWAS Metodu Çalışma Duruşları Puanlaması.	36
Şekil 7. RULA Duruş Puanlaması.	46
Şekil 8. RULA Yöntemi Uygulama Aşamaları.	47
Şekil 9. Firma 1: 1. İş İstasyonuna Ait Görseller.	63
Şekil 10. Firma 1: 1. İş İstasyonu En Riskli Çalışma Pozisyonları.	64
Şekil 11. Firma 1: 2. İş İstasyonuna Ait Görseller.	70
Şekil 12. Firma 1: 2. İş İstasyonu En Riskli Çalışma Pozisyonları.	71
Şekil 13. Firma 1: 3. İş İstasyonuna Ait Görseller.	77
Şekil 14. Firma 1: 3. İş İstasyonu En Riskli Çalışma Pozisyonları.	78
Şekil 15. Firma 1: 4. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait Görseller.	84
Şekil 16. Firma 1: 4. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait En Riskli Çalışma Pozisyonları.	85
Şekil 17. Firma 1: 4. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait Görseller.	91
Şekil 18. Firma 1: 4. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait En Riskli Çalışma Pozisyonları.	92
Şekil 19. Firma 1: 5. İş İstasyonuna Ait Görseller.	98
Şekil 20. Firma 1: 5. İş İstasyonu En Riskli Çalışma Pozisyonları.	99
Şekil 21. Firma 1: 6. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait Görseller.	105
Şekil 22. Firma 1: 6. İş İstasyonu-1. Çalışana Ait En Riskli Çalışma Pozisyonları.	106
Şekil 23. Firma 1: 6. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait Görseller.	112
Şekil 24. Firma 1: 6. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait En Riskli Çalışma Pozisyonları.	113
Şekil 25. Firma 2: Panel Ebatlama İşlemine Ait Görseller.	119
Şekil 26. Firma 2: Panel Ebatlama İşlemi En Riskli Çalışma Pozisyonları.	120
Şekil 27. Firma 3: Lambri Kesme İşlemine Ait Görseller.	126
Şekil 28. Firma 3: Lambri Kesme İşlemi En Riskli Çalışma Pozisyonları.	127

Şekil 29. Firma 3: Bungalov Ev Lambri Çakma İşlemine Ait Görseller.....	133
Şekil 30. Firma 3: Bungalov Ev Lambri Çakma İşlemi En Riskli Çalışma Pozisyonları.	134
Şekil 31. Firma 3 Bungalov Ev Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışana Ait Görseller.	140
Şekil 32. Firma 3: Bungalov Ev Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışana Ait En Riskli Çalışma Pozisyonları.	141
Şekil 33. Firma 3: Bungalov Ev Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışana Ait Görseller	147
Şekil 34. Firma 3: Bungalov Ev Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışana Ait En Riskli Çalışma Pozisyonları.	148
Şekil 35. Firma 3: Zımpara ve Boya İşlemine Ait Görseller.	154
Şekil 36. Firma 3: Zımpara ve Boya İşlemi En Riskli Çalışma Pozisyonları.....	155
Şekil 37. Firma 3: Camlı Kapı Zımpara ve Çıta Vidalama İşlemine Ait Görseller.....	161
Şekil 38. Firma 3: Camlı Kapı Zımpara ve Çıta Vidalama İşlemi En Riskli Çalışma Pozisyonları.	162
Şekil 39. Firma 3: Panel Ebatlama İşlemine Ait Görseller.	168
Şekil 40. Firma 3: Panel Ebatlama İşlemi En Riskli Çalışma Pozisyonları.	169
Şekil 41. Firma 3: Yüzey Rendeleme İşlemine Ait Görseller.	175
Şekil 42. Firma 3: Yüzey Rendeleme İşlemi En Riskli Çalışma Pozisyonları.	176
Şekil 43. Firma 4: Sandalye Döşeme İşlemine Ait Görseller.	182
Şekil 44. Firma 4: Sandalye Döşeme İşlemi En Riskli Çalışma Pozisyonları.....	183
Şekil 45. Firma 5: Menteşe Deliği Delme İşlemine Ait Görseller.....	189
Şekil 46. Firma 5: Menteşe Deliği Delme İşlemi En Riskli Çalışma Pozisyonları.	190
Şekil 47. Firma 6: Panel Ebatlama İşlemine Ait Görseller.	196
Şekil 48. Firma 6: Panel Ebatlama İşlemi En Riskli Çalışma Pozisyonları.	197
Şekil 49. Ergonomik Risk Analizi Yöntemlerine Göre Görevlerin Risk Seviyeleri Yüzdelik Dağılımları.	211
Şekil 50. Ergonomik Risk Analizi Yöntemlerine Göre Alınması Gereken Önlemlerin Yüzdelik Dağılımları.	211
Şekil 51. Düzenleme Sonrası Tekrar Analiz Edilen Görevlerin İndirgenebildiği Risk Seviyelerine İlişkin Yüzdelik Dağılımlar.	281
Şekil 52. Düzenleme Sonrası Tekrar Analiz Edilen Görevler İçin Alınması Gereken Önlemlerin İndirgenebildiği Yüzdelik Dağılımları.	282
Şekil 53. Tüm Görevlere Ait Mevcut Durum ve Önerilen Durum İçin Karşılaştırmalı	

Risk Seviyesi ve Kategorisi Yüzdelik Dağılımları	284
--	-----



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Ülkeler İtibariyle Dünya Mobilya İhracatı.	7
Çizelge 2.2. Ülkeler İtibariyle Dünya Mobilya İthalatı.	9
Çizelge 2.3. Türkiye'nin Ülkeler Bazında Mobilya İhracatı.	14
Çizelge 2.4. Türkiye'nin Ülkeler Bazında Mobilya İthalatı.	17
Çizelge 2.5. Mobilya Sektöründe Girişimci ve Çalışan Sayısı.	17
Çizelge 2.6. Ankara İlinin Yıllara Göre İthalat ve İhracat Verileri.	21
Çizelge 2.7. Mesleki Kas İskelet Sistemi Hastalıkları Risk Faktörleri.	26
Çizelge 2.8 Üst Ekstremitte Hastalıkları (Boyun, Omuz, Dirsek, El ve El Bileği).	27
Çizelge 2.9. REBA Puanlamasında Kullanılan Tablolar.	32
Çizelge 2.10. Elde Edilen Puanlara Göre REBA Skorumaya Algoritması.	33
Çizelge 2.11. REBA Yönteminde Risk Derecelendirmesi.	33
Çizelge 2.12. OWAS Yönteminde Duruş Puanlaması.	37
Çizelge 2.13. OWAS Yöntemi Kaldırılan Ağırlık ve Kodları.	37
Çizelge 2.14. OWAS Kodlama Yapısı.	38
Çizelge 2.15. OWAS Eylem Sınıfları Çizelgesi.	38
Çizelge 2.16. OWAS Yöntemine Göre Tehlike Seviyeleri.	39
Çizelge 2.17. HMD (QEC) Eylem Çizelgesi.	42
Çizelge 2.18. Çalışma Duruşu Analiz Yöntemleri Özet Tablosu.	48
Çizelge 3.1. Ergonomik Risk Analizi Yapılan Firmalar ve Kodları.	49
Çizelge 4.1. Ergonomik Risk Değerlendirmesi Yapılan Görevler.	61
Çizelge 4.2. Çalışanların En Riskli Duruş Pozisyonlarına Ait Açılar.	62
Çizelge 4.3. Firma 1: 1. İş İstasyonu REBA Analizi Skoru.	66
Çizelge 4.4. Firma 1: 1. İş İstasyonu OWAS Analizi Skoru.	67
Çizelge 4.5. Firma 1: 1. İş İstasyonu HMD Analizi Skoru.	67
Çizelge 4.6. Firma 1: 1. İş İstasyonu RULA Analizi Skoru.	69
Çizelge 4.7. Firma 1: 2. İş İstasyonu REBA Analizi Skoru.	73
Çizelge 4.8. Firma 1: 2. İş İstasyonu OWAS Analizi Skoru.	73
Çizelge 4.9. Firma 1: 2. İş İstasyonu HMD Analizi Skoru.	74

Çizelge 4.10. Firma 1: 2. İş İstasyonu RULA Analizi Skoru.....	76
Çizelge 4.11. Firma 1: 3. İş İstasyonu REBA Analizi Skoru.....	80
Çizelge 4.12. Firma 1: 3. İş İstasyonu OWAS Analizi Skoru.....	81
Çizelge 4.13. Firma 1: 3. İş İstasyonu HMD Analizi Skoru.	81
Çizelge 4.14. Firma 1: 3. İş İstasyonu RULA Analizi Skoru.....	83
Çizelge 4.15. Firma 1: 4. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait REBA Analizi Skoru.	87
Çizelge 4.16. Firma 1: 4. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait OWAS Analizi Skoru.....	88
Çizelge 4.17. Firma 1: 4. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait HMD Analizi Skoru.	88
Çizelge 4.18. Firma 1: 4. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait RULA Analizi Skoru.....	90
Çizelge 4.19. Firma 1: 4. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait REBA Analizi Skoru.....	94
Çizelge 4.20. Firma 1: 4. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait OWAS Analizi Skoru.....	95
Çizelge 4.21. Firma 1: 4. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait HMD Analizi Skoru.	95
Çizelge 4.22. Firma 1: 4. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait RULA Analizi Skoru.....	97
Çizelge 4.23. Firma 1: 5. İş İstasyonu REBA Analizi Skoru.....	101
Çizelge 4.24. Firma 1: 5. İş İstasyonu OWAS Analizi Skoru.....	102
Çizelge 4.25. Firma 1: 5. İş İstasyonu HMD Analizi Skoru.	102
Çizelge 4.26. Firma 1: 5. İş İstasyonu RULA Analizi Skoru.....	104
Çizelge 4.27. Firma 1: 6. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait REBA Analizi Skoru.....	108
Çizelge 4.28. Firma 1: 6. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait OWAS Analizi Skoru.....	109
Çizelge 4.29. Firma 1: 6. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait HMD Analizi Skoru.	109
Çizelge 4.30. Firma 1: 6. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait RULA Analizi Skoru.....	111
Çizelge 4.31. Firma 1: 6. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait REBA Analizi Skoru.....	115
Çizelge 4.32. Firma 1: 6. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait OWAS Analizi Skoru.....	116
Çizelge 4.33. Firma 1: 6. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait HMD Analizi Skoru.	116
Çizelge 4.34. Firma 1: 6. İş İstasyonu-2. Çalışana Ait RULA Analizi Skoru.	118
Çizelge 4.35. Firma 2: Panel Ebatlama İşlemi REBA Analizi Skoru.	122
Çizelge 4.36. Firma 2: Panel Ebatlama İşlemi OWAS Analizi Skoru.....	122
Çizelge 4.37. Firma 2: Panel Ebatlama İşlemi HMD Analizi Skoru.	123
Çizelge 4.38. Firma 2: Panel Ebatlama İşlemi RULA Analizi Skoru.....	125
Çizelge 4.39. Firma 3: Lambri Kesme İşlemi REBA Analizi Skoru.	129
Çizelge 4.40. Firma 3: Lambri Kesme İşlemi OWAS Analizi Skoru.....	130
Çizelge 4.41. Firma 3: Lambri Kesme İşlemi HMD Analizi Skoru.	130
Çizelge 4.42. Firma 3: Lambri Kesme İşlemi RULA Analizi Skoru.....	132

Çizelge 4.43. Firma 3: Lambri Çakma İşlemi REBA Analizi Skoru.	136
Çizelge 4.44. Firma 3: Lambri Çakma İşlemi OWAS Analizi Skoru.	137
Çizelge 4.45. Firma 3: Lambri Çakma İşlemi HMD Analizi Skoru.	137
Çizelge 4.46. Firma 3: Lambri Çakma İşlemi RULA Analizi Skoru.	139
Çizelge 4.47. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışan Ait REBA Analizi Skoru.	143
Çizelge 4.48. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışan Ait OWAS Analizi Skoru.	144
Çizelge 4.49. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışan Ait HMD Analizi Skoru.	144
Çizelge 4.50. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışan Ait RULA Analizi Skoru.	146
Çizelge 4.51. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışan Ait REBA Analizi Skoru.	150
Çizelge 4.52. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışan Ait OWAS Analizi Skoru.	151
Çizelge 4.53. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışan Ait HMD Analizi Skoru.	151
Çizelge 4.54. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışan Ait RULA Analizi Skoru.	153
Çizelge 4.55. Firma 3: Zımpara ve Boya İşlemine Ait REBA Analizi Skoru.	157
Çizelge 4.56. Firma 3: Zımpara ve Boya İşlemine Ait OWAS Analizi Skoru.	158
Çizelge 4.57. Firma 3: Zımpara ve Boya İşlemine Ait HMD Analizi Skoru.	158
Çizelge 4.58. Firma 3: Zımpara ve Boya İşlemine Ait RULA Analizi Skoru.	160
Çizelge 4.59. Firma 3: Camlı Kapı Zımpara ve Çıta Vidalama İşlemine Ait REBA Analizi Skoru.	164
Çizelge 4.60. Firma 3: Camlı Kapı Zımpara ve Çıta Vidalama İşlemine Ait OWAS Analizi Skoru.	165
Çizelge 4.61. Firma 3: Camlı Kapı Zımpara ve Çıta Vidalama İşlemine Ait HMD Analizi Skoru.	165
Çizelge 4.62. Firma 3: Camlı Kapı Zımpara ve Çıta Vidalama İşlemine Ait RULA Analizi Skoru.	167
Çizelge 4.63. Firma 3: Daire Testere Makinesiyle Suntalam Ebatlama İşlemine Ait REBA Analizi Skoru.	171
Çizelge 4.64. Firma 3: Daire Testere Makinesiyle Suntalam Ebatlama İşlemine Ait OWAS Analizi Skoru.	172
Çizelge 4.65. Firma 3: Daire Testere Makinesiyle Suntalam Ebatlama İşlemine Ait HMD Analizi Skoru.	172
Çizelge 4.66. Firma 3: Daire Testere Makinesiyle Suntalam Ebatlama İşlemine Ait RULA Analizi Skoru.	174
Çizelge 4.67. Firma 3: Kalınlık Makinesiyle Yüzey Rendeleme İşlemine Ait REBA	

Analizi Skoru.....	178
Çizelge 4.68. Firma 3: Kalınlık Makinesiyle Yüzey Rendeleme İşlemine Ait OWAS	
Analizi Skoru.....	178
Çizelge 4.69. Firma 3: Kalınlık Makinesiyle Yüzey Rendeleme İşlemine Ait HMD	
Analizi Skoru.....	179
Çizelge 4.70. Firma 3: Kalınlık Makinesiyle Yüzey Rendeleme İşlemine Ait RULA	
Analizi Skoru.....	181
Çizelge 4.71. Firma 4: Sandalye Döşeme İşlemine Ait REBA Analizi Skoru.	185
Çizelge 4.72. Firma 4: Sandalye Döşeme İşlemine Ait OWAS Analizi Skoru.	185
Çizelge 4.73. Firma 4: Sandalye Döşeme İşlemine Ait HMD Analizi Skoru.....	186
Çizelge 4.74. Firma 4: Sandalye Döşeme İşlemine Ait RULA Analizi Skoru.	188
Çizelge 4.75. Firma 5: Menteşe Deliği Delme İşlemine Ait REBA Analizi Skoru.	192
Çizelge 4.76. Firma 5: Menteşe Deliği Delme İşlemine Ait OWAS Analizi Skoru.....	193
Çizelge 4.77. Firma 5: Menteşe Deliği Delme İşlemine Ait HMD Analizi Skoru.	193
Çizelge 4.78. Firma 5: Menteşe Deliği Delme İşlemine Ait RULA Analizi Skoru.....	195
Çizelge 4.79. Firma 6: Daire Testere Makinesiyle MDF Lam Kesme İşlemine Ait	
REBA Analizi Skoru.....	199
Çizelge 4.80. Firma 6: Daire Testere Makinesiyle MDF Lam Kesme İşlemine Ait	
OWAS Analizi Skoru.....	200
Çizelge 4.81. Firma 6: Daire Testere Makinesiyle MDF Lam Kesme İşlemine Ait HMD	
Analizi Skoru.....	200
Çizelge 4.82. Firma 6: Daire Testere Makinesiyle MDF Lam Kesme İşlemine Ait	
RULA Analizi Skoru.....	202
Çizelge 4.83. Normallik Testi İçin Kurulan Hipotezler.	203
Çizelge 4.84. Normallik Testi Sonuçları.	204
Çizelge 4.85. Kruskal-Wallis H Testi İçin Kurulan Hipotezler.	205
Çizelge 4.86. REBA, OWAS ve HMD yöntemleri için Kruskal-Wallis H Testi	
Sonuçları.....	206
Çizelge 5.1. Tüm Görevler İçin Ergonomik Risk Değerlendirmesi Sonuçları.	208
Çizelge 5.2. Mevcut Durumda Görevlerin Risk Seviyesi ve Alınması Gereken	
Önlemlerin Görevler İçerisindeki Yüzdelik Dilimleri.	209
Çizelge 5.3. Firma 1: 1. İstasyon REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum	
Analizleri.....	213

Çizelge 5.4. Firma 1: 1. İstasyon REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri	215
Çizelge 5.5. Firma 1: 2. İstasyon REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri	216
Çizelge 5.6. Firma 1: 2. İstasyon REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri	218
Çizelge 5.7. Firma 1: 3. İstasyon REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri	219
Çizelge 5.8. Firma 1: 3. İstasyon REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri	221
Çizelge 5.9. Firma 1: 4. İstasyon 1. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri	223
Çizelge 5.10. Firma 1: 4. İstasyon 1. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri	225
Çizelge 5.11. Firma 1: 4. İstasyon 2. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri	226
Çizelge 5.12. Firma 1: 4. İstasyon 2. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri	228
Çizelge 5.13. Firma 1: 5. İstasyon REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri	230
Çizelge 5.14. Firma 1: 5. İstasyon REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri	232
Çizelge 5.15. Firma 1: 6. İstasyon 1. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri	233
Çizelge 5.16. Firma 1: 6. İstasyon 1. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri	235
Çizelge 5.17. Firma 1: 6. İstasyon 2. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri	236
Çizelge 5.18. Firma 1: 6. İstasyon 2. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri	238
Çizelge 5.19. Firma 2: Panel Ebatlama İşlemi REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri	239
Çizelge 5.20. Firma 2: Panel Ebatlama İşlemi REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen	

Durum Analizleri.....	241
Çizelge 5.21. Firma 3: Lambri Kesme İşlemi REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri.....	242
Çizelge 5.22. Firma 3: Lambri Kesme İşlemi REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri.....	244
Çizelge 5.23. Firma 3: Lambri Çakma İşlemi REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri.....	245
Çizelge 5.24. Firma 3: Lambri Çakma İşlemi REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri.....	247
Çizelge 5.25. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri	248
Çizelge 5.26. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri.....	250
Çizelge 5.27. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri	252
Çizelge 5.28. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri.....	254
Çizelge 5.29. Firma 3: Zımpara ve Boya REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri.....	255
Çizelge 5.30. Firma 3: Zımpara ve Boya REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri.....	257
Çizelge 5.31. Firma 3: Camlı Kapı İmalatı REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri.....	259
Çizelge 5.32. Firma 3: Camlı Kapı İmalatı REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri.....	261
Çizelge 5.33. Firma 3: Suntalam Ebatlama OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri	262
Çizelge 5.34. Firma 3: Suntalam Ebatlama REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri.....	264
Çizelge 5.35. Firma 3: Ahşap Rendeleme OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri.....	266
Çizelge 5.36. Firma 3: Ahşap Rendeleme REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri.....	268

Çizelge 5.37. Firma 4: Sandalye Döşeme OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri	269
Çizelge 5.38. Firma 4: Sandalye Döşeme REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri	271
Çizelge 5.39. Firma 5: Delik Delme OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri	273
Çizelge 5.40. Firma 5: Delik Delme REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri	275
Çizelge 5.41. Firma 6: MDF Lam Kesme OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri	276
Çizelge 5.42. Firma 6: MDF Lam Kesme REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri	278
Çizelge 5.43. Tüm Görevler İçin Önerilen Durumda Ergonomik Risk Değerlendirmesi Sonuçları.	279
Çizelge 5.44. Önerilen Durumda Görevlerin Risk Seviyesi ve Alınması Gereken Önlemlerin Görevler İçerisindeki Yüzdelik Dilimleri.	280
Çizelge 5.45. Mevcut ve Önerilen Durumda Alınması Gereken Önlemlerin Görevler İçerisindeki Yüzdelik Dilimleri.	282
Çizelge 5.46. Tüm Görevler İçin Mevcut ve Önerilen Duruma Ait Karşılaştırmalı Ergonomik Risk Değerlendirmesi Sonuçları.	283

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°	Açı
\$	Dolar
Kg	Kilogram

Kısaltmalar

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BAE	Birleşik Arap Emirlikleri
BDT	Bağımsız Devletler Topluluğu
ÇASGEM	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi
HMD	Hızlı Maruziyet Değerlendirme
HSE	Health and Safety Executive (Sağlık ve Güvenlik Yönetimi)
ISIC	Uluslararası Standart Sanayi Sınıflaması
İKSR	İşle İlgili Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları
KİSR	Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları
ManTRA	Manual Tasks Risk Assessment Tool (Elle Yapılan Görevler için Risk Değerlendirme Aracı)
OWAS	Ovako Working Posture Analyzing System (Ovako Çalışma Duruşu Analiz Sistemi)
PLIBEL	Plan För Identifiering av Belastningsfaktorer (Ergonomik Tehlikelerin Tanımlanmasına Yönelik Kontrol Listesi)
QEC	Quick Exposure Check (Hızlı Maruziyet kontrol)

REBA	Rapid Entire Body Assessment (Hızlı Tüm Vücut Değerlendirme)
RULA	Rapid Upper Limb Assessment (Hızlı Üst Uzun Değerlendirme)
SGK	Sosyal Güvenlik Kurumu



1. GİRİŞ

Çalışmamızın araştırma konusunu, mobilya üretimi yapan firmalarda çalışan işçilerin, iş noktalarına göre çalışma süresince hareketlerinin fiziksel sınırlarının belirlenerek, vücutlarının çeşitli bölgelerinde oluşan stresin tespit edilmesi, bu duruma bağlı olarak da, çalışanların mevcut rahatsızlıkları ile duruş ve hareket bozuklukları arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılmasıdır. Bu kapsamda, mobilya üretimi yapan işletmelerin mevcut yapılarının ortaya konulması amacıyla sektör yapısı incelenmiş, bu işletmelerde gerçekleştirilmiş bilimsel çalışmalar derlenmiş, özellikle ergonomik risk analiz çalışmalarının literatürü incelenmiştir. Çalışanların uygunsuz duruşları ve hareketlerini ortaya koymak için, kullanılacak risk analizi yöntemlerinin belirlenmesinde literatür taramasından yararlanılmıştır.

Çalışmamızda mobilya sektörünün iktisadi yapısını ortaya koymak üzere kullanılan veriler TÜİK ve TradeMap kaynaklarından alınmıştır. Ergonomik risk analizini yapabilmek amacıyla, çalışanların uygunsuz duruşları ve hareketleri REBA (Rapid Entire Body Assessment), OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System), HMD (Hızlı Maruziyet Değerlendirme) ve RULA (Rapid Upper Limb Assessment) olarak adlandırılan risk analiz yöntemleri ile incelenmiştir. Elde edilen sayısal veriler istatistiksel yöntemler kullanılarak değerlendirilmiştir. Literatür araştırması ve bu araştırmaya bağlı olarak uygulanmasına karar verilen risk analiz yöntemlerinin belirlemesi sonrasında araştırmanın yapılacağı yerlerin tespiti gerçekleştirilmiştir. Öncelikli hedef olan mobilya üretimindeki küçük ve orta büyüklükteki işletmeler (KOBİ), Ankara özelinde Siteler bölgesinden seçilmiş, büyük ölçekli fabrikanın seçimi de yine Ankara özelinde ASO 1. OSB bünyesinde bulunan mobilya fabrikalarından yapılmıştır. Tez çalışması kapsamında çalışacak olan kişiler etik kurulu raporu kapsamında belirtilen araştırmacılardan oluşup, çalışma boyunca veri elde edilmesi, depolanması ve değerlendirilmesinde çalışmışlardır. Veriler anket, gözlem ve video kayıt teknikleri kullanılarak toplanmıştır. Risk analiz programları aracılığıyla değerlendirilmiş ve bu değerlendirmede istatistiksel metotlar da kullanılmıştır. Ortaya çıkan sonuçlar önceki verilerle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmeye tabi tutulmuştur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Mobilya Sektörü ve Tarihçesi

Mobilyalar insanlık tarihi boyunca konaklama, seyahat, eğlence gibi birçok farklı alanda oluşan ihtiyaçları karşılamak ve insanların yaşam alanlarını düzenlemek amacıyla ortaya konulan en önemli üretim çıktılarından bir olmuştur. İlk çağlardan günümüze kadar mobilyalar ana ham maddesi ekseriyetle tabiatın doğal bir bileşeni olan ağaçtan üretilmiş olup, özellikle ilk dönemlerde toprak ve taş kullanımına da rastlanılmıştır. Günümüzde ise ağaç ham maddesi ağırlıklı olmakla birlikte, metal ve kompozit malzemelerin de üretime dâhil edilmiştir.

İlk mobilyanın nerede ve ne zaman yapıldığı henüz kesin olarak bilinmemekle birlikte, insanların mağaralarda yaşamaya başladığı yontma taş devrinde (paleolitik çağ) taştan, kemikten ya da ağaçtan yontularak yapılmış olabileceği düşünülmektedir. Elimizdeki en eski ahşap mobilya buluntuları, MÖ 2700 ile MS 450 yılları arasına aittir. Dünyanın ilk taş ve toprak tan mobilyaları Konya ili, Çumra ilçesindeki Çatalhöyük'te bulunmuştur. Çatalhöyük, 1958 yılında İngiliz Arkeolog Mellaart tarafından Konya Ovası yüzey araştırması sırasında bulunmuş, daha sonra Ankara İngiliz Arkeoloji Enstitüsü'nün desteği ile yine Mellaart başkanlığında 1961'de kazılmaya başlanmıştır. Kazılar sonucunda elde edilen bilgiler ışığında, bu neolitik dönem yerleşiminin bilinen en eski yerleşim olduğu kabul edilmektedir. Burada yapılan kazılarda Çatalhöyük'te evlerde bulunan ve topraktan yapıp üzerleri sıvayan, üzerinde oturma veya yatma amacıyla kullanılan oda mobilyaların topraktan yapılan en eski mobilya örnekleri olduğu düşünülmektedir (Bal ve Kılavuz, 2015; Vikipedi, 2022).

Mobilya ürünü, hem fonksiyonel hem de şekilsel fayda sağlayan, üretiminde ise sanatın ve tekniğin birlikte kullanılmasını gerektiren karmaşık bir ürün olarak görülmektedir. Antik kalıntılara bakıldığında, mobilya benzeri eşyaların eski Yunanlılar, Romalılar ve Mısırlılar tarafından kullanıldığı ve üretildiğine ilişkin kalıntılar bulmak mümkündür. Bulunan kalıntılarda, karyola, masa, sandalye, tabure, sandık ve benzeri diğer parçaların doğal masif ahşaptan yapıldığı, ancak kaplama tekniğinin de Mısır'da tabut yapımında,

Romalılar'da ise, çoğunlukla dekoratif amaçlarla kullanıldığı görülmektedir. Romalılara ilişkin bulunan duvar resimlerinde, mutfaklarda ve atölyelerde standart, süslemesiz, ahşap masa ve tezgâhların olduğu, birbirine çok benzer dolapların kullanıldığı gösterilmektedir. Değerli eşyalar için yapılan sandıkların ise ahşaptan yapıp, üzerlerinin çeşitli metallerle kaplandığı görülmektedir (Ticaret Bakanlığı Yayınları, 2018).

15. yüzyılın ortalarından itibaren, artan bir refah seviyesi ile birlikte mobilya imalatında ve talebinde bir canlanma olmuştur. Özellikle dolap, sandık ve diğer ürünlerde süslemelerin arttığı göze çarpmakta olup, kilise ve benzeri dini mekânların özellikle mobilyalarla donatıldığı görülmektedir. Önceleri marangozlar ve ahşap bina yapımı ile uğraşan kişiler mobilya imalatı ile uğraşırken, mobilya ürününe gösterilen talebin artması, kullanılan tekniğin artan karmaşıklığı ve ürünlerin farklılaştırılması gerekliliği, “mobilyacılık” mesleğinin doğmasını sağlamıştır. Bu yeni mesleğin ilk önemli işinin, kaplama tekniği olduğu belirtilmektedir. Bu tekniğin kullanımının ilk olarak antik Mısır'da uygulandığı bilinmektedir. Sonrasında ise, önce kıta Avrupası'nda, daha sonra İngiltere'de başladığı, Kuzey Amerika'da ve diğer yerlerde ise göçlerle beraber yeniden sunulduğuna ilişkin görüşler bulunmaktadır. Marangozluk mesleği içerisinde daha detaylı olarak incelenecek olan çerçeveleme, kalıp oluşturma ve oymalar gibi dekorasyonlar, mobilya ürünlerinin çekiciliğini arttıran başlıca unsurlar olarak öne çıkmaktadır (Ticaret Bakanlığı Yayınları, 2018).

Kaplama tekniğinin gelişimi ile mobilya ahşabı olarak ceviz ağacının kullanılması aynı zamanlara rastlamaktadır. Bu ağacın sert ahşap olarak kullanıldığında çapaklı, dayanıksız ve eğilme eğilimi dolayısıyla verimsiz olmasına karşın görsel olarak çekici olması; ana mobilya keresteden yapılırken, dışının ise kaplanması gerekliliğini doğurmuş, bu sayede mobilya üretim tekniğinde gelişme yaşanmıştır. Kaplama sistemine ek olarak, yeni üretim sisteminde, düz ve yassı parçalar birbirine geçirilerek kaplanmıştır. Böylece hem maliyet açısından, hem de estetik açısından daha üstün ürünler üretilmesi mümkün olmuştur (Ticaret Bakanlığı Yayınları, 2018).

18. yüzyılda, mobilya üretimine ilişkin yaşanan bir diğer önemli gelişme de, sandalye üretimi ile ilgilidir. Önceleri ahşap tornalama ile yakından ilişkili olan sandalye, bacakların biçim değiştirmesinden sonra bu işte uzmanlaşan kişilerce yapılmaya başlandı. Bir diğer ifade ile önceleri ağaç ile uğraşan herkesin, her tür mobilyayı yapabilmesine rağmen, gerek değişen teknikler, gerekse artan talep, mobilyacılık mesleğinin gitgide daha özelleşmesine ve gelişmesine yol açmıştır. Bu bağlamda, torna işini başka biri, parçaların birleştirilmesi işini başka biri, oyma-kakma gibi işleri başka bir zanaatkârın yapması gerekmektedir. Aynı şekilde, döşemecilik ve boyacılık-cilacılık açısından incelendiğinde ise, örneğin sandalyenin çerçevesi tamamlandıktan sonra, döşemecilere gönderilmekte ve en son bitirme işi ise gomalak cilacılar tarafından tamamlanmaktadır. Her ne kadar esas olarak emek yoğun ve el sanatının da yoğun olarak kullanıldığı bir sektör olsa da, mobilya sektöründe iş bölümünün uygulanması ile verimlilik ve kalite artışı sağlandığı görülmüştür. Bu nedenle, bundan sonraki yıllarda da hem iş bölümüne devam edilmiş, hem de mümkün olan kısımlarda makine kullanımı ile verimlilik artışı hedeflenmiştir (Ticaret Bakanlığı Yayınları, 2018).

20. yüzyıla gelindiğinde ise, özellikle II. Dünya Savaşı öncesi ve sonrasında (1939-1945), diğer tüm ürünlerde olduğu gibi, ahşap ürünlerinde de sıkıntının yaşandığı ve mobilya sektörünün daraldığı görülmektedir. Bununla beraber, 1950'li yıllarda yeni ahşap malzemeler, ahşap işleme makineleri, yapıştırıcılar ve ahşap kaplamaların kullanımının artması ile sektör yeniden büyümeye başlamıştır. Gelişen teknoloji ve teknikler ile bir mobilya parçasının fabrikasyon mu yoksa elle hazırlanmış mı olduğunu ayırt etmek gittikçe zorlaşmış, seri üretimde dahi kalite artmıştır. Bununla beraber, daha büyük mobilya fabrikalarının, sabit sipariş arzını sağlamak için gereken yüksek hacimli seri üretim sistemine geçtiği de görülmektedir (Ticaret Bakanlığı Yayınları, 2018).

Günümüzde mobilya yapımında çelik, alüminyum, cam ve plastik gibi diğer malzemeler kullanılmaya başlanmış ise de, mobilya denince halen daha akla öncelikle ahşap malzeme gelmektedir. Kolayca işlenebilmesi, birbirlerine kolayca birleştirilebilmesi, direncinin yüksek oluşu, eskidiğinde kolayca değiştirilebilmesi, boyanabilmesi gibi özellikler, ağaç malzemenin mobilya yapımında daha fazla tercih edilmesinin ana nedenleri olarak kabul edilmektedir. Son yıllarda özellikle büro, okul, hastane, otel,

sinema gibi yerlerde daha dayanıklı mobilya yapımı bir zorunluluk olduğundan, gerek dayanıklılığı gerekse maliyeti nedeniyle metal iskeletli mobilyaya eğilim artmış olsa da, yine de ahşabın mobilya endüstrisindeki liderliği devam etmektedir. İç mekânlarda kullanılan mobilyalar, ihtiyaca göre olduğu kadar, günün moda anlayışına ve eldeki teknolojiye göre de değişim göstermektedir (Ticaret Bakanlığı Yayınları, 2018).

Mobilya sektörü; ağaç üretiminden başlayarak, oturma grubu, yatak grubu, mutfak, banyo ve tuvalet grubu ve ofis mobilyaları gibi, açık ve kapalı alanlar için üretilen bütün mobilya üreticileri ile birlikte, bu üreticilere hammadde, makine, diğer yatırım malzemelerini ve teçhizatları temin eden sanayi kuruluşlarını, yan sanayicileri ve fason üretim yapan üreticileri kapsayan oldukça geniş bir sektördür. Ülkemiz ise diğer ülkelere göre mobilya sektöründe en hızlı gelişim gösteren ülkelerden biri olup, dünya çapında mobilya üretiminde söz sahibi olan ülkeler ile rekabet eder hale gelmiştir. Mobilya, günlük yaşamımızın her alanında kullanılan bir ürün olmakla beraber zaman içinde teknolojik ve ekonomik gelişmelere bağlı olarak refah düzeyinin bir göstergesi olarak da kabul edilmeye başlanmıştır. Bu çerçevede, gelir düzeyi ve yaşam koşullarındaki iyileşmeler mobilya sektörünün gelişiminde en belirleyici unsurlar haline gelmiştir. Tüm bunlar göz önüne alındığında; mobilyaların sınıflandırılmasında, kullanım alanları ve tüketicilerin yapısı büyük önem taşımaktadır (Köksal, 2017; Çalışkan, 2018).

Günümüzde konut içi kullanımlar dışında; büro, okul, hastane, otel, sinema gibi alanlar için mobilya üretimi büyük artış göstermektedir. Dünyada küreselleşme ile birlikte ticaret ve yatırım alanlarındaki engellerinin azaltılması ve teknolojik gelişmelerin artması ile beraber mobilya sektöründe de son yıllarda hızlı bir küreselleşme meydana gelmiştir. Bu durum, özellikle son derece rekabetçi bir ortamda maliyetleri azaltmak isteyen büyük üreticiler ve perakendeciler tarafından kurulan küresel üretim ağlarının sonucudur. Mobilya sektörünün büyük kısmı; emek yoğun, düşük ücretli, düşük teknoloji ve tüketici güdümlü olarak tanımlanabilir. Mobilya sektörünün emek ve kaynak yoğun olması, sektörde gelişmekte olan ülkelere ve firmalara küresel ekonomiye katılım sağlayabilmeleri için önemli fırsatlar vermektedir (Çalışkan, 2018).

2.1.1. Dünya’da Mobilya Sektörü

Mobilya ticaretinde son yıllarda göze çarpan başlıca gelişim mobilya pazarının dışa açılma oranındaki artıştır. 47 milyar dolara yaklaşan mobilya dış ticaret açığı ile ABD, 70 milyar doları aşan ihracatı ile AB ve yaklaşık 56 milyar doları aşan mobilya dış ticaret fazlası ile Çin sektörün önemli aktörleri olarak dünya mobilya piyasalarını yönlendirmektedirler. Dünya mobilya ticaretini ağırlıklı olarak gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler gerçekleştirmektedir (Ticaret Bakanlığı, 2021).

Dünya’da Mobilya İhracatı

Dünya mobilya ihracatı, 2002 yılında 66,5 milyar dolar iken, 2008 yılında 140,2 milyar dolara ulaşmış ancak, küresel ekonomik krizin etkisiyle 2009 yılında 115,5 milyar dolara gerilemiştir. Son on yıllık döneme bakıldığında ise 2015 ve 2016 yıllarında bir önceki yıla göre azalan ihracat, 2017, 2018 ve 2019 yıllarında ortalama %4,5 oranında artarak 2019 yılında 261 milyar dolar düzeyine ulaşmıştır. 2020 yılında ise pandeminin etkileriyle birlikte mobilya ihracatının hızı azalmış olup, sınırlı bir artış ile bu miktar 264 milyar dolar seviyesine çıkmıştır. 2021 yılında pandeminin de azalan etkileri ve üretimlerin hız kazanması ile birlikte ülkelerin mobilya ihracatlarında kayda değer artışlar meydana gelmiş ve 325 milyar dolar düzeyinde bir rakama ulaşılmıştır. 2022 yılında savaşlara bağlı olarak meydana gelen küresel ölçekteki finansal krizler sonucu üretim ve ihracatta gözle görülür düşüşler meydana gelmiş ve mobilya ihracatı 318 milyar dolar seviyelerine gerilemiştir. 2023 yılı itibariyle ise üretimde ve ticaretle bir miktar artış kaydedilmiş olup, nihai veriler yılsonu itibariyle ortaya çıkacaktır (Ticaret Bakanlığı, 2021; Trademap, 2023; TUİK, 2023).

Dünya mobilya ihracatının yaklaşık üçte biri Çin tarafından gerçekleştirilmekte olup, AB ülkeleri de dünya mobilya ihracatının yaklaşık üçte birini gerçekleştirmektedir. AB üyesi birçok ülkede temel endüstrilerden biri mobilya imalatıdır. Çin’in ardından bazı AB ülkeleri ile birlikte ABD ve Vietnam en çok mobilya ihracatı yapan ülkeler arasında yer almaktadır. AB ülkeleri mobilya üretiminde dünyada rekabetçi bir konuma sahiptir. Bu ülkeler arasında sırasıyla Polonya, Almanya, İtalya, Hollanda, Çekya, İspanya ve Fransa en büyük mobilya ihracatçısı konumundadır. AB mobilya endüstrisi son derece uzmanlaşmış olup, pek çok alt sektörden oluşmaktadır. Döşenmiş/kaplanmış mobilyalar

ile mutfak mobilyaları en büyük iki üretim grubudur. AB ülkeleri aynı zamanda ahşap mobilya transit ticaretinde de önemli bir konuma sahiptir. Türkiye'nin ise dünya mobilya ihracatındaki payı 2019 yılı itibariyle %1,48, 2020 yılı itibariyle yine %1,48, 2021 yılı itibariyle %1,47, 2022 yılı itibariyle ise %1,66 olarak gerçekleşmiş olup, ülkemiz mobilya ihracatında dünya sıralamasında ilk 15 ülke arasında yer almaktadır. Dünyadaki toplam mobilya ihracatı yıllara göre değişiklik göstermekle birlikte 2022 yılı itibariyle ilk 15'e giren ülkelere ait veriler Çizelge 2.1'de yer almaktadır (Ticaret Bakanlığı, 2021; Trademap, 2023; TÜİK, 2023).

Çizelge 2.1. Ülkeler İtibariyle Dünya Mobilya İhracatı (Değer: Bin Dolar) (Trademap, 2023'ten değiştirilerek kullanılmıştır).

Sıra	Ülke Adı	2018	2019	2020	2021	2022
	Dünya Toplamı	258134109	261236096	263953098	324965965	317478504
1	Çin	96416994	99063088	109366915	139481266	130893407
2	Vietnam	7418417	9487582	11982026	13833399	21080717
3	Almanya	18628722	17861644	16494955	19473946	18407442
4	İtalya	14651205	13994740	12653666	15874595	17171077
5	Meksika	10597580	10296728	9112154	11065214	12783517
6	Polonya	14833478	14689114	14394281	17641656	12087656
7	ABD	10835329	10245746	8512601	9277421	10087139
8	Kanada	5790126	5946951	4987716	5583364	6594049
9	Hollanda	4933716	4897578	5123274	6664541	6016049
10	Çekya	5675833	5386608	5151703	5804971	5734314
11	Türkiye	3130600	3868865	3897049	4788354	5260727
12	Fransa	4174526	4036762	3712500	4283390	4279956
13	İspanya	3827272	3910175	3470274	4340072	4245084
14	Danimarka	3078649	3073096	3154338	3912828	3696672
15	Malezya	2740814	3109449	3463297	3467232	3621892

2022 yılında en büyük miktarda mobilya ihracatının 130.893.407 bin dolar ile Çin'e ait olduğu görülmektedir. Çin'i sırasıyla Vietnam, Almanya, İtalya, Meksika, Polonya ve ABD izlemekte olup, Türkiye 11. sıradaki konumunu koruyarak dünyanın en büyük ilk 15 mobilya ihracatçısı arasına girmeyi başarmıştır.

Dünya'da Mobilya İthalatı

Dünya mobilya ithalatı son 20 yıldır artış trendine girerek yükselen bir ivme yakalamıştır. Ancak 2009, 2015 ve 2019 yıllarında bir önceki yıla nazaran düşüş gözlemlenmiştir. Özellikle 2020 yılında pandeminin ortaya çıkması ile birlikte dünya mobilya ithalatı bir önceki yıla oranla %5 civarında bir azalma göstererek 231,8 milyar dolar düzeyinde gerçekleşmiştir. 2021 yılında 289 milyar dolar seviyelerinde gerçekleşen dünya mobilya ithalatı rakamları, 2022 yılı itibariyle 296 milyar dolar seviyelerine ulaşmıştır (Ticaret Bakanlığı, 2021; Trademap, 2023; TÜİK, 2023).

Dünyanın en büyük mobilya ithalatçısı konumundaki ülke ABD'dir. ABD 2021 yılında 81 milyar dolar değerindeki ithalatı ile tek başına, dünya mobilya ithalatının yaklaşık %28'lik kısmını gerçekleştirmiştir. Aynı yıl ABD'yi yaklaşık 26 milyar dolarlık ithalat ile Almanya ve 14 milyar dolarlık payları ile Birleşik Krallık ve Fransa takip etmiştir (Trademap, 2023; TÜİK, 2023).

2022 yılında ise ABD mobilya ithalatını artırarak yaklaşık 87 milyar dolar ile dünya birinciliği konumunu korumuştur. ABD'nin ardından yaklaşık 25 milyar dolar ile Almanya ikinci, 15 milyar dolar ile Birleşik Krallık üçüncü ve 14 milyar dolar ile de Fransa dördüncü en büyük mobilya ithalatçısı konumuna erişmişlerdir (Trademap, 2023; TÜİK, 2023).

Dünyadaki toplam mobilya ihracatı yıllara göre değişiklik göstermekle birlikte 2022 yılı itibariyle ilk 14'e giren ülkeler ve Türkiye'nin dünya sıralamasındaki yeri Çizelge 2.2'de yer almaktadır (Trademap, 2023; TÜİK, 2023).

Çizelge 2.2. Ülkeler İtibariyle Dünya Mobilya İthalatı (Değer: Bin Dolar) (Trademap, 2023'ten değiştirilerek kullanılmıştır).

Sıra	Ülke Adı	2018	2019	2020	2021	2022
	Dünya Toplamı	248940870	243536810	231768631	289319440	296105479
1	ABD	71856672	66842480	65457994	81318355	86736616
2	Almanya	21711123	21057544	21191685	25682045	24449858
3	Birleşik Krallık	11779566	11867701	10386937	14305158	14543852
4	Fransa	12135845	11875231	10784697	14157955	13811568
5	Kanada	9346361	9177184	8296701	9906165	10642843
6	Hollanda	7235554	7528131	7935435	10223331	9512002
7	Japonya	8161514	8354581	8056976	8961757	8859508
8	Avustralya	4825614	4560542	4678007	5571307	5703951
9	İtalya	4216848	3935733	3676658	4850593	5587131
10	İspanya	4796015	4631777	4207848	5551098	5522200
11	İsviçre	4617299	4430996	4536045	5323739	5195470
12	Belçika	3873863	3958785	3935983	5190950	4777961
13	Meksika	4003649	3758785	3019519	4053974	4612096
14	Avusturya	3885093	3913081	3832089	4583816	4230230
45	Türkiye	843292	758159	720772	796706	906033

Çizelge 2.2'de görüldüğü üzere 2022 yılı itibariyle dünya çapında 296.105.479 bin dolar tutarında mobilya ithalatı yapılmıştır. 2022 yılında en büyük mobilya ithalatının 86.736.616 bin dolar ile ABD'ye ait olduğu görülmektedir. ABD'yi sırasıyla Almanya, Birleşik Krallık, Fransa, Hollanda ve Kanada izlemekte olup, Türkiye 45. sırada yer almıştır.

2.1.2. Türkiye'de Mobilya Sektörü

Ülkemizdeki mobilya endüstrisine bakıldığında 19. yüzyılın ortalarına doğru bulunan ağaç işleme makineleri ile yalnız saray ve çevresine yönelik mobilya gereksiniminin,

sosyal değişimler ve ekonomik gelişmelerin de etkisiyle geniş halk kitlelerine yayılmaya başladığı görülmektedir. Özellikle Selçuklu ve Osmanlı döneminde, ahşap işçiliği çok ön plana çıkmış, sonrasında Cumhuriyet döneminde farklı tarzda üretimler yapılmış, günümüzde ise farklı malzeme kullanımı ile farklı tarzda mobilyalar üretilebilmektedir. Genel olarak ülkemizde mobilya talebi küçük atölye tipi üretim yapan ve emek yoğun olarak çalışılan imalatçılar tarafından karşılanmaya çalışılmaktadır. Kesikli üretim ile düşük maliyetler yakalanamaması, mobilya sektörünün dünya çapında rekabetini zorlaştırmaktadır. Ancak yeni gelişmelerle birlikte, özellikle Bursa- İnegöl ve Kayseri bölgesinde mobilya ürünleri, seri üretim teknolojileri ve yeni malzemelerle üretim yapılabilir. Bununla beraber, el işçiliği ve kullanılan masif malzeme ile yüksek kalite ve farklılaşma sayesinde yüksek kar elde etmek de mümkün olabilmektedir. Ancak, yüksek katma değer elde edilebilmesi için, özellikle tasarım ve markalaşma konusunda gelişmeye ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir (Ticaret Bakanlığı Yayınları, 2018).

Mobilya sanayi, markalaşma ve tasarım alanında ön plana çıkan firmalarıyla meydana getirdiği “katma değer” ile ülkemizde stratejik bir önem taşımaktadır. Türk mobilya sanayinin sahip olduğu stratejik önem ve yüksek istihdam potansiyelinin bu açıdan ön plana çıkmaktadır. Mobilya, nitelikleri ve cevap verdiği ihtiyaçlar bakımından dünya çapında tüm kültürler tarafından kullanılmakta olup, artan rekabet karşısında son yıllarda ülkemizde ekonomik ölçekte ve dünya standartlarında üretim yapan tesisler kurulmuş ve bayilik teşkilatlarıyla ülke iç piyasasına ve dünyaya ürün satma konuma ulaşılmıştır (Ankara Sanayi Odası, 2022).

Mobilya sektörünün ülkemizdeki başlangıcı her ne kadar eskilere dayansa da endüstriyel üretim 1970’li yıllarda başlamış olup, 44,6 milyar TL üretim değerine sahiptir. Türk mobilya endüstrisi, genelde çoğu geleneksel yöntemlerle çalışan atölye tipi, küçük ölçekli işletmelerin ağırlıkta olduğu bir görünüme sahiptir. Buna karşın özellikle son yıllarda süreçte küçük ölçekli işletmelerin yanı sıra orta ve büyük ölçekli işletmelerin sayısı artmaya başlamıştır. Fabrikasyon üretim yapan firmalar istihdam düzeyi yüksek büyük firmalardan oluşmakta olup, sayıları her geçen gün artmaktadır (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2020; Ticaret Bakanlığı, 2021).

Türkiye’de mobilya sektörünün ihracat performansı ülkenin genel ihracat performansı ile karşılaştırıldığında üst sıralarda yer almaktadır. Bu yönden incelendiğinde mobilya sektörün bütünü açısından Türkiye, küresel düzeyde önemli bir aktördür. Mobilya sektöründeki bazı ürün alt grupları bakımında Türkiye küresel pazarda öncü ülkeler arasında yer almaktadır. Araba koltukları, yatağa dönüştürülebilir koltuklar, cerrahide kullanılan koltuklar, yatak odası takımları, metal büro mobilyaları ve yaylı yataklarda Türkiye ihracat ortalamasının üzerinde ihracat yapılmaktadır. Bambu mobilyalar ve aydınlatma cihazları haricinde hemen hemen tüm alt sektörlerde Türkiye ortalamasının üzerinde ihracat yapılmaktadır. Aynı zamanda tüm alt gruplarda Türkiye ortalamasının altında ithalat yapılmaktadır. Üretimin yoğun olması, ihracat miktarlarının ithalat miktarlarını ciddi oranda geçmesi ve teknoloji yatırımları ile Türkiye mobilya sektöründe dünyanın sayılı ülkeleri arasına girmeyi başarmıştır (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Orta Anadolu Kalkınma Ajansı, 2021).

Türkiye’de mobilya sektörü, Pazar payının büyük olduğu ve orman ürünlerinin yoğun olduğu belirli bölgelerde toplanmıştır. Önem arz eden başlıca mobilya üretim bölgeleri toplam üretimdeki paylarına göre; İstanbul, Ankara, Bursa (İnegöl), Kayseri, İzmir ve Adana olarak sıralanmaktadır. Ankara ili de Türkiye mobilya üretiminde ikinci önemli merkez olup, TÜİK verilerine göre toplam istihdam düzeyi ve işletme sayısı itibari ile İstanbul’un ardından gelmektedir. Ankara da mobilya sektörü Siteler semtiyle özdeşleşmiştir. Sitelerde bulunan işletmeler emek yoğun işletmelerdir. Büyük ormanlık alanlara sahip olan ve bunun sonucu olarak ağaç sanayiinin hızlı bir gelişme gösterdiği Bursa (İnegöl) ili ve çevresi ise tarihi ipek yolu üzerinde bulunmakta olup, hammadde kaynaklarına yakın olmasının ve ticari hareketliliğe sahip bir alanda yer almasının avantajları ile ülkemizin önemli mobilya merkezlerinden biri haline dönüşmüştür. Bursa (İnegöl) mobilya sektörü istihdam düzeyi itibari ile Ankara’dan sonra gelmektedir. Ancak sektörde yapılan ihracatın bölgelerimize göre dağılımında Kayseri ve İstanbul’un ardından üçüncü sıradadır (Ticaret Bakanlığı, 2021).

Kayseri’de ise mobilya sektörünün yükselişi kanepeler, koltuk ve yatak üretimi ile başlamış olup, teknolojik gelişmelere ayak uydurulması ve yeni yatırımlar yapılması ile günümüzde mobilyanın her dalında üretim yapabilen bir konuma ulaşılmıştır. TOBB

verileri ve TÜİK ihracat rakamlarına göre Kayseri, Türkiye mobilya sektörünün en büyük firmalarından bir kısmına ev sahipliği yapmaktadır. Bunlardan yaklaşık 400 tanesi, fabrikasyon seri üretim yapabilen ve ağırlıklı olarak ihracata yönelik çalışan firmalardır (Ticaret Bakanlığı, 2021).

İzmir ili ise istihdam düzeyine göre Kayserinin ardından 5. sırada yer almaktadır. Şehir sahip olduğu liman ve ulaşım kolaylığı ile de ihracatta söz sahibi illerimiz arasına girmiştir. İzmir ili ve çevresi firma başına düşen çalışan sayısı açısından 2,66 kişi ile Türkiye ortalamasının altında bir istihdam düzeyine sahip olup, bölgede daha çok küçük firmalar bulunmaktadır (Ticaret Bakanlığı, 2021).

Mobilya Sektöründe Türkiye'nin Dış Ticareti

Mobilya endüstrisi Türk ekonomisinin önemli bir bileşenini oluşturmaktadır. Mobilya sanayisi istihdam ve ihracat bakımından önemli bir sanayi dalı konumundadır. Günümüzde mobilya Türkiye'nin önemli bir ihraç kalemini oluşturmakta olup, Türkiye'nin mobilya ihracatı son 15 yıllık dönemde yaklaşık olarak 16 kattan fazla bir artış göstermiştir (Bashimov, 2017; TÜİK, 2023).

Söz konusu verilerden de anlaşılabileceği üzere, Türk mobilya sanayii 2000'li yılların başından itibaren günümüze kadar dış ticarete sürekli olarak artan bir ivme yakalamıştır. Geçen dönemlerde yaşanan ekonomik krizlerle birlikte iç talepte meydana gelen daralma, firmalarca ihracata yönelinerek atlatılmaya çalışılmış olup, yaşanan süreç sonunda bu durum geçici bir yöneliş olmaktan çıkmış ve firmaların tercihi haline gelmeye başlamıştır. Ülkemiz mobilya sektöründe yapılan ihracatın üçte biri AB'ye yapılmakta olup, ithalatın yarıdan fazlası da yine AB ülkelerinden yapılmaktadır (Ticaret Bakanlığı, 2021).

Mobilya Sektöründe Türkiye'nin İhracatı

Mobilya sektörü, işyeri sayısı ve bunların meydana getirdiği istihdam ile önemli bir sektör olmasına karşın ihracatımız içindeki payı sınırlı düzeydedir. Çizelge 2.3'te yer alan ürün grupları dikkate alınmak suretiyle; 2018 yılı itibariyle mobilya ihracatı

Türkiye'nin toplam ihracatının %1,60'ını oluşturmuş olup, bu rakam 2019 yılında %1,78, 2020 yılında %2,13, 2021 yılında %1,76, 2022 tarihi itibariyle ise %1,49 olarak gerçekleşmiştir (Ticaret Bakanlığı, 2021; TÜİK, 2023).

Mobilya sektörünün gelişmesinde rol oynayacak faktörlerden birinin mobilya ihracatının gelişmesi olduğu düşünülmektedir. Türkiye'nin mobilya ihracatı 2001 yılında 191 milyon dolar olarak gerçekleşirken, son yıllarda önemli oranda artış kaydedilmiştir. 2019 yılında yaklaşık 3,9 milyar dolar civarında bir mobilya ihracatı rakamına ulaşan Türkiye, ticarete olumsuz etkileri önemli ölçüde hissedilen pandemi koşullarına rağmen 2020 yılı itibariyle de 3,9 milyar dolar seviyelerinde gerçekleşen ihracat ile konumunu korumuştur. 2021 yılında önemli bir miktarda artış gerçekleştirerek 4,8 milyar dolar seviyelerine ulaşılmıştır. 2022 yılı sonu itibariyle ise artan bir ivme ile 5,3 milyar dolarlık bir mobilya ihracatı hacmine ulaşılmıştır. Sektördeki firmaların bir kısmı doğrudan ihracat yaparken, büyük bir kısmı, diğer firmalar ve özellikle yurtdışı taahhüt işleri yapan müteahhitlik ve mimarlık firmaları aracılığıyla ürünlerini ihraç etmektedir. Diğer yandan, son yıllarda yurtdışı pazarlara doğrudan kendi dağıtım kanalları ile açılan firmalarımızın sayısında önemli bir artış olmuştur (Ticaret Bakanlığı, 2021; TÜİK, 2023).

1980'li yıllara kadar ihracatın büyük çoğunluğu Orta Doğu ülkelerine yönelmiş durumda iken 1990 sonrası AB ülkeleri, Bağımsız Devletler Topluluğu (BDT) ve Rusya Federasyonu'na yönelmiştir. Ancak 1997 yılından itibaren ekonomik krizlerle birlikte Rusya Federasyonu'na gerçekleştirilen mobilya ihracatı eski seviyesini yakalayamamıştır. Son yıllarda komşu ve çevre ülkelere yapılan ihracat artarken AB ülkelerine yapılan ihracatın toplam mobilya ihracatına oranı azalmaktadır. Bu eğilimin pazar çeşitlenmesi açısından olumlu bir süreç olduğu söylenebilir (Ticaret Bakanlığı, 2021).

Mobilya ihracatımız ülkeler bazında incelendiğinde son yıllarda en büyük pazarın Irak olduğu görülmektedir. Bu ülkeye ihracatımızda 2020 yılında bir önceki seneye göre %5,3 oranında bir düşüş yaşanmış ve 474 milyon dolar seviyesinde ihracat gerçekleştirilmiştir. 2021 yılında ise en yüksek mobilya ihracatı 512 milyon dolar ile

yine Irak’a yapılmış olup, 2022 yılı itibariyle bu miktar 456 milyon dolar düzeyinde gerçekleşmiştir. Mobilya ihraç ettiğimiz diğer önemli pazarlar ise ABD, Almanya, Fransa, Hollanda, Birleşik Krallık, Suudi Arabistan, Romanya, Fransa, İngiltere, İsrail ve Libya’dır.

Çizelge 2.3’te Türkiye’nin en çok mobilya ihracatı gerçekleştirdiği ülkeler (ISIC Rev3 - 361 (Mobilya) kodu ile tarama yapılmıştır) yer almaktadır. 2022 yılında en fazla mobilya ihracatı 455.957 bin dolar ile yine Irak’a yapılmış olup, onu sırasıyla Almanya, ABD ve İsrail izlemiştir (Ticaret Bakanlığı, 2021; TÜİK, 2023).

Çizelge 2.3. Türkiye’nin Ülkeler Bazında Mobilya İhracatı (Değer: Bin Dolar) (TÜİK, 2023’ten değiştirilerek kullanılmıştır).

Sıra	Ülke Adı	2018	2019	2020	2021	2022
1	Irak	442.605	503.540	473.722	512.130	455.957
2	Almanya	192.181	209.559	227.387	294.856	313.715
3	ABD	114.692	145.813	169.799	250.555	216.960
4	İsrail	91.301	114.743	132.013	198.937	191.862
5	Fransa	144.930	139.028	132.361	176.533	165.332
6	Libya	113.306	195.069	128.692	181.689	149.578
7	Katar	62.759	84.953	72.756	89.055	147.485
8	Birleşik Krallık	89.695	96.605	104.952	143.861	134.305
9	Romanya	55.466	70.002	75.191	101.371	122.305
10	Hollanda	65.256	72.43	77.618	103.208	106.987
11	BAE	59.879	69.419	63.956	95.253	87.867
12	İtalya	59.784	63.283	63.054	79.156	77.106
13	Fas	34.610	39.673	42.337	66.994	75.321
14	Belçika	33.310	34.126	45.833	60.854	54.977
15	Bulgaristan	26.357	31.059	34.047	50.562	52.937

Türkiye’de mobilya üretiminde kullanılan teknoloji, artan ihraç imkânları ve ihracatçı firma sayısı ile birlikte her geçen gün gelişmekte ve dünya ile rekabet edebilmektedir. Diğer yandan, zanaat geleneğinin devam ettirildiği KOBİ nitelikli firmalarımız ile de el yapımı mobilya üretimi ağırlığını/önemini korumaktadır. Sektörde ürün tasarımının öneminin anlaşılması, marka bilincinin oluşması/oluşturulması çabaları ile bu konulara ayrılan bütçe imkânları da artırılmaktadır. Mobilya tasarımcılarının yetiştirilmesine gereken ilginin gösterilmesi ve istihdamlarının sağlanması, sektörün gelişimi açısından büyük önem arz etmektedir. AB ile süre gelen yoğun ticari alışveriş, sektörle ilgili olarak AB’de var olan kalite ve sağlığa ilişkin standartlara uyumu kolaylaştırmaktadır. Fabrikasyon üretimin yaygınlaşması, tüketicinin bilinçlendirilmesi ve artan ihracat da bu ve benzeri gelişmeleri, zorunlu kılmaktadır (Ticaret Bakanlığı, 2021).

Mobilya Sektöründe Türkiye’nin İthalatı

Ülkemizde mobilya ithalatının serbestleştirilmesi 1986 yılında hız kazanmış olup, 1996 yılında Gümrük Birliğine girmemiz ile birlikte mobilya ithalatında artış görülmüştür. 1994’te mobilya ithalatı 38 milyon dolar civarında gerçekleşirken bir sonraki yıl %79’luk bir artışla 68 milyon dolar civarında gerçekleşmiştir. İthalattaki bu hızlı yükseliş daha sonraki yıllarda da devam etmiştir. Ancak 2001 yılında, yaşanan krizin etkisiyle mobilya ithalatı, 184 milyon dolar olan 2000 yılına kıyasla %38,6 oranında azalarak 113 milyon dolar seviyelerine kadar düşmüştür (Ticaret Bakanlığı, 2021; TUIK, 2023).

Kriz sonrası dönemde mobilya ithalatında yaşanan gerileme 2002 yılı ile birlikte küçük bir artışla 124 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Sektör ithalatı sonraki yıllarda da, ekonomik iyileşmeye paralel olarak, artışını sürdürmüştür. Ancak 2009 yılında küresel krize bağlı olarak mobilya ithalatı, 697 milyon dolar olan 2008 yılına kıyasla %25,5 oranında bir azalma kaydederek 519 milyon dolar seviyelerine kadar gerilemiştir. 2010 yılı verilerine göre ise ülkemiz tarafından 655 milyon dolar civarında mobilya ithalatı yapılmış olup, krizin etkilerinin iyice azaldığı 2011 yılında ise sektör ithalatı, 2008 yılı değerini de aşarak 825 milyon dolar seviyelerine kadar çıkmıştır (Ticaret Bakanlığı, 2021; TUIK, 2023).

Oransal olarak incelediğimiz zaman, Çizelge 2.5'te yer alan ürün grupları dikkate alınmak suretiyle; 2018 yılında mobilya ithalatı Türkiye'nin toplam ithalatının %0,27'sini oluşturmuş olup, bu rakam 2019 yılında %0,27, 2020 yılında %0,24, 2021 yılında %0,22, 2022 yılı itibariyle ise %0,17 olarak gerçekleşmiştir. Rakamsal verilere baktığımız zaman; 2020 yılı itibariyle 498 milyon dolar seviyelerine düşen mobilya ithalatı, 2021 yılında bir ivme kazanarak 570 milyon dolar düzeyine çıkmıştır. 2022 yılında ise mobilya ithalatında bir miktar gerileme yaşanmış olup, 517 milyon dolar seviyelerine düşmüştür (Ticaret Bakanlığı, 2021; TÜİK, 2023).

Türkiye ülke bazında en fazla Çin'den mobilya ithalatı yapmakta olup, onu AB ülkeleri takip etmektedir. 2020 yılı itibariyle en fazla mobilya ithalatı yapılan ülke 60 milyon dolar ile Çin olup, Çin'i 56 milyon dolarlık ithalat ile Polonya takip etmektedir. 2021 yılında mobilya ithalatı 77 milyon dolar ile en yüksek miktarda Çin'den yapılmış olup, onu 61 milyon dolarlık ithalat ile İtalya takip etmektedir. 2022 yılı itibariyle ithalat verilerini incelediğimiz zaman ise; en yüksek miktardaki mobilya ithalatının 73 milyon dolar ile Çin'den, daha sonra sırasıyla 64 milyon dolar ile İtalya'dan yapıldığını görmekteyiz (Ticaret Bakanlığı, 2021; TÜİK, 2023).

Mobilya ithalatımızda öne çıkan diğer ülkeler arasında; Romanya, Bosna-Hersek, İspanya, Japonya, ABD ve Hindistan yer almaktadır. AB ülkeleri ve Çin mobilya sektöründe dünyanın en büyük üreticisi ve ihracatçısı konumunda yer almakta olup, bu ülkelerce üretilen mobilyaların Türk pazarında kabul görmesi, Türkiye'de de yenilikçi ve modern mobilya tüketebilecek geniş bir kesimin varlığını ortaya koymaktadır. İthal ettiğimiz başlıca ürün grupları; oturmaya mahsus mobilyaların aksam-parçaları, diğer ahşap mobilyalar, diğer metal mobilyalar, metal iskeletli içi doldurulmuş oturmaya mahsus diğer mobilyalar, ahşap iskeletli içi doldurulmuş oturmaya mahsus diğer mobilyalar, metal iskeletli içi doldurulmamış oturmaya mahsus diğer mobilyalar şeklinde sıralanabilir. Çizelge 2.4'te Türkiye'nin ülkeler bazında mobilya ithalatına ilişkin (ISIC Rev3 - 361 (Mobilya) kodu ile tarama yapılmıştır) verilere yer verilmiştir. Görüldüğü üzere en fazla mobilya ithalatı 2022 yılında 77.478 bin dolar ile Çin'den yapılmış olup, onu sırasıyla İtalya, Polonya ve Almanya izlemiştir (Ticaret Bakanlığı, 2021; TÜİK, 2023).

Çizelge 2.4. Türkiye'nin Ülkeler Bazında Mobilya İthalatı (Değer: Bin Dolar) (TÜİK, 2023'ten değiştirilerek kullanılmıştır).

Sıra	Ülke Adı	2018	2019	2020	2021	2022
1	Çin	67.694	55.679	59.690	77.215	72.478
2	İtalya	73.107	58.581	50.568	61.158	64.048
3	Polonya	48.683	47.564	56.338	52.929	61.201
4	Almanya	73.589	56.308	45.578	53.544	58.211
5	Romanya	23.578	23.615	24.300	26.051	21.571
6	ABD	18.051	32.104	15.236	1.020	19.531
7	Malezya	10.899	9.123	12.077	19.156	17.366
8	Litvanya	10.382	11.183	8.334	10.674	17.071
9	Fransa	28.711	22.005	13.629	10.879	16.182
10	Birleşik Krallık	9.752	18.098	9.239	6.100	14.446
11	Bosna-Hersek	747	729	441	15.146	13.046
12	Slovakya	6.642	5.445	8.112	8.666	11.779
13	Çekya	8.729	7.887	5.220	8.142	11.035
14	Endonezya	4.923	4.005	4.574	7.284	10.550
15	Hindistan	7.017	7.127	8.083	10.013	10.237

2020 yılı Mobilya Sektörü Raporunda yer alan TÜİK verilerine göre Türkiye genelinde mobilya sektöründe çalışan sayısı 197.733 kişidir. İmalat sanayinin firma bazında %9,7'sini, istihdam olarak da %4,8'ini mobilya sektörü oluşturmakta olup, bunlara ilişkin veriler Çizelge 2.5'te yer almaktadır.

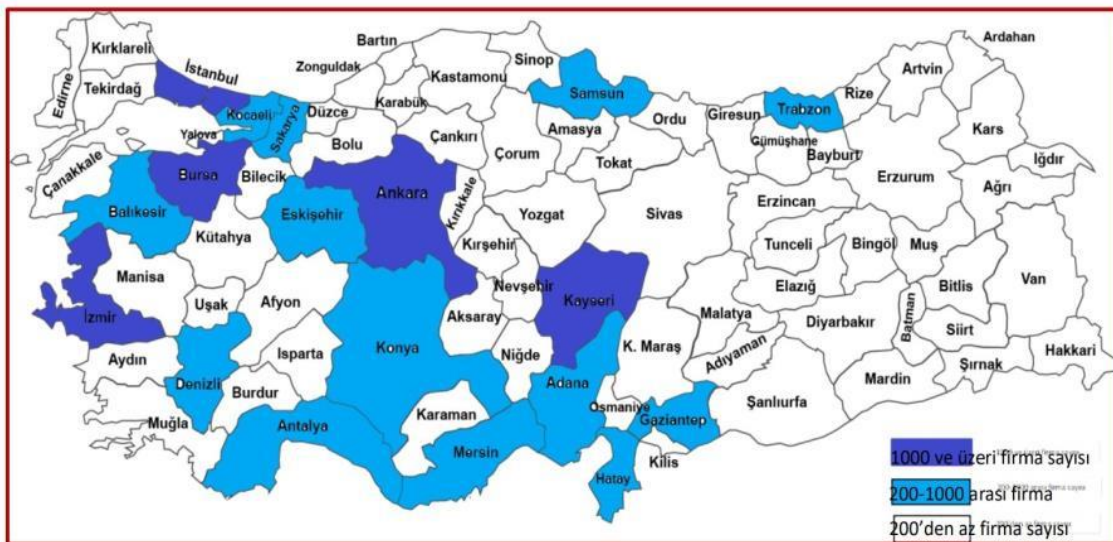
Çizelge 2.5. Mobilya Sektöründe Girişimci ve Çalışan Sayısı (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

	Girişimci Sayısı	Çalışan Sayısı
İmalat Sanayi	403.018	4.084.281
İmalat sanayi İçerisindeki Payı (%)	9,7	4,8
Mobilya Sektörü	39.042	197.733

2.1.3. Ankara’da Mobilya Sektörü

Ankara mobilya üretiminde her zaman için önemli bir merkez olmuştur. TÜİK verilerine göre toplam istihdam düzeyi ve işletme sayısı itibari ile İstanbul’un ardından gelmektedir. Ankara’da mobilya sektörünün ilk yoğunlaştığı merkez Siteler olmuştur. Siteler 1960’lı yıllarda Marangozlar Odasının önderliğinde kurulmuş olup, bugün 5.000 dönüm arazi üzerinde faaliyet gösteren büyük bir sanayi bölgesidir. Bölge, küçük ve orta ölçekli mobilya üretimi ve satışı yapan birçok işletmeyle, diğer hizmet sektörü işletmelerini barındırmaktadır. Siteler’deki kayıtlı firma sayısı 10 bini aşmaktadır. Ancak bunlar çoğunlukla mobilya üretimi yapan emek yoğun işletmeler olup, büyük ölçekli üretim yapan firma sayısı azdır. Ankara’da Siteler’i Akyurt yolu ve İvedik Organize Sanayi Bölgesi’nde yoğunlaşan firmalar takip etmektedir (Ticaret Bakanlığı, 2021; Ankara Kalkınma Ajansı, 2022)

Şekil 1’de mobilya sanayinde SGK veri tabanına kayıtlı üretim faaliyeti göstermekte olan üreticilerin sektördeki istihdam büyüklüklerine göre coğrafi dağılımları yer almaktadır. Mobilya sektöründeki işletmelerin coğrafi dağılımı analiz edildiğinde, sektörde faaliyet gösteren ve SGK’ya kayıtlı 1000 adetten daha fazla sayıda olan üreticilerin İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa ve Kayseri’de bulunduğu görülmektedir (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Orta Anadolu Kalkınma Ajansı, 2021).



Şekil 1. Mobilya Sektöründeki Üreticilerin Coğrafi Dağılımı (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Orta Anadolu Kalkınma Ajansı, 2021).

Türkiye mobilya sektöründeki işletmelerin yaklaşık %18'i Ankara'da yer almaktadır. Bu oranla İstanbul'dan sonra ikinci sırada bulunmaktadır. Mobilya firmalarının Ankara'nın 25 ilçesinden 18'inde hizmet vermektedir. Ankara'daki mobilya firmaların %83,6'sı, enerji, çevre ve ulaşım gibi asgari altyapı şartlarının tek bir elden

yönetilmesine, üretim maliyetlerinin azalmasına ve kalite standardının yükselmesine zemin hazırlayan OSB ve sanayi sitelerinde bulunmaktadır. Sincan'da mobilyacıların %40'ı sanayi sitesinde yer alırken, Yenimahalle'de bu oran %70'e, Altındağ'da ise Siteler'de yer alan firmalar ile %96'ya çıkmaktadır. Gölbaşı, Kazan ve Polatlı İlçelerinde de sanayi siteleri bünyesinde mobilya firmaları bulunmaktadır (Öndağ, 2019).

Ankara ilinde şehirle organik bağı yüksek olan küçük firmalar küçük sanayi sitelerinde bir araya gelirken, orta ve büyük ölçekli sanayi firmaları şehirlerarası ana ulaşım yolları üzerinde ucuz arsa temin edebildikleri yerlere yerleşmekte, özellikle de showroom ve satış ünitelerini bu noktalara konumlandırmakta, bir bölümü ise organize sanayi bölgelerinde yer seçerek şehir dışına çıkma eğilimi göstermektedir. Ayrıca, Ankara'yı komşu illere bağlayan ana arterler üzerinde daha büyük çaplı entegre sanayi işletmelerinin kurulması da sektörün mekânsal ve yapısal gelişimini desteklemektedir (Öndağ, 2019).

Son yıllarda mobilya sektörünün ihracattaki rolünün artması Türkiye'de mobilya sektöründe firmaların ve çalışanların ikinci sırada Ankara'da yer seçmesine yol açmıştır. Bunun sebebi, özellikle yüksek teknoloji kullanan ve daha fazla fabrikalaşmış birçok büyük firmanın Siteler bölgesi dışında yer alan, Akyurt, Sincan, İstanbul Yolu gibi Mobilya Sanayi Sitesi olarak da bilinen alanları tercih etmesidir. Türkiye'de illerin mobilya satışları içindeki ihracat payı incelendiğinde, Ankara ilinin yaklaşık %18'lik bir orana sahip olduğu görülmektedir (Öndağ, 2019; Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Orta Anadolu Kalkınma Ajansı, 2021).

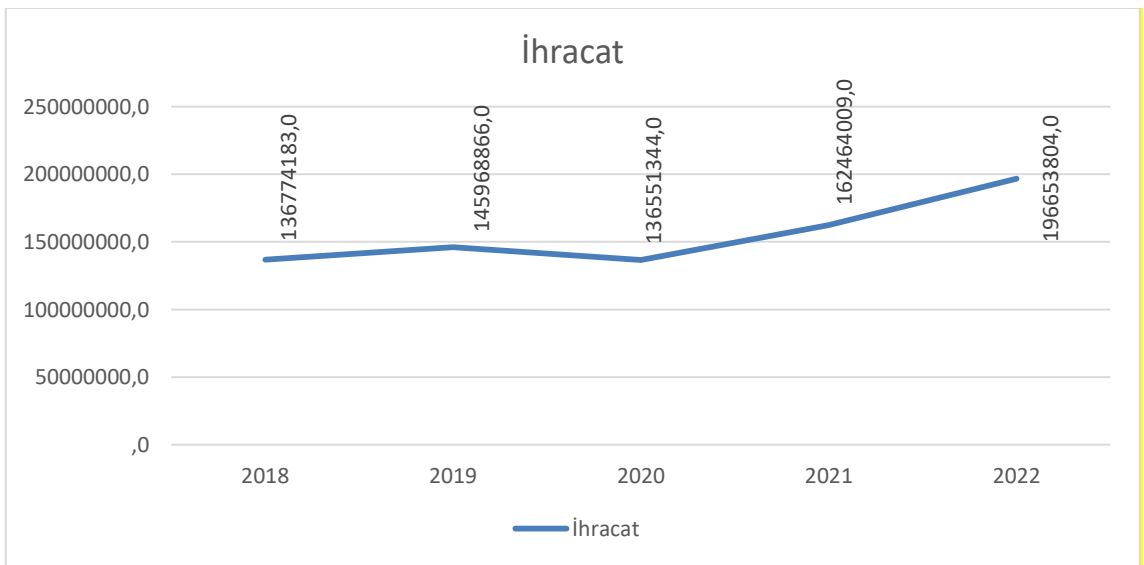
Ankara'da bulunan mobilya sektörü oldukça geniş bir yelpazede ürün üretiyor olsa da işletmelerin büyük kısmının “panel mobilya, oturma grubu, yatak ve büro mobilyası” üretiminde yoğunlaşmış olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte özellikle Siteler bölgesinde klasik mobilya üretimi yapan Türkiye'nin köklü mobilya firmaları bulunmaktadır. Çizelge 2.6'da Ankara ilinin ISIC (3610) sınıflamasına göre dış ticaret verileri yer almaktadır.

Çizelge 2.6. Ankara İlinin Yıllara Göre İthalat ve İhracat Verileri (TÜİK, 2023'ten değiştirilerek kullanılmıştır).

Yıl	ISIC Kodu	İhracat (Dolar)	İthalat (Dolar)
2018	3610	136.774.183	19.211.971
2019	3610	145.968.866	14.537.922
2020	3610	136.551.344	14.108.587
2021	3610	162.464.009	14.523.384
2022	3610	196.653.804	11.864.529

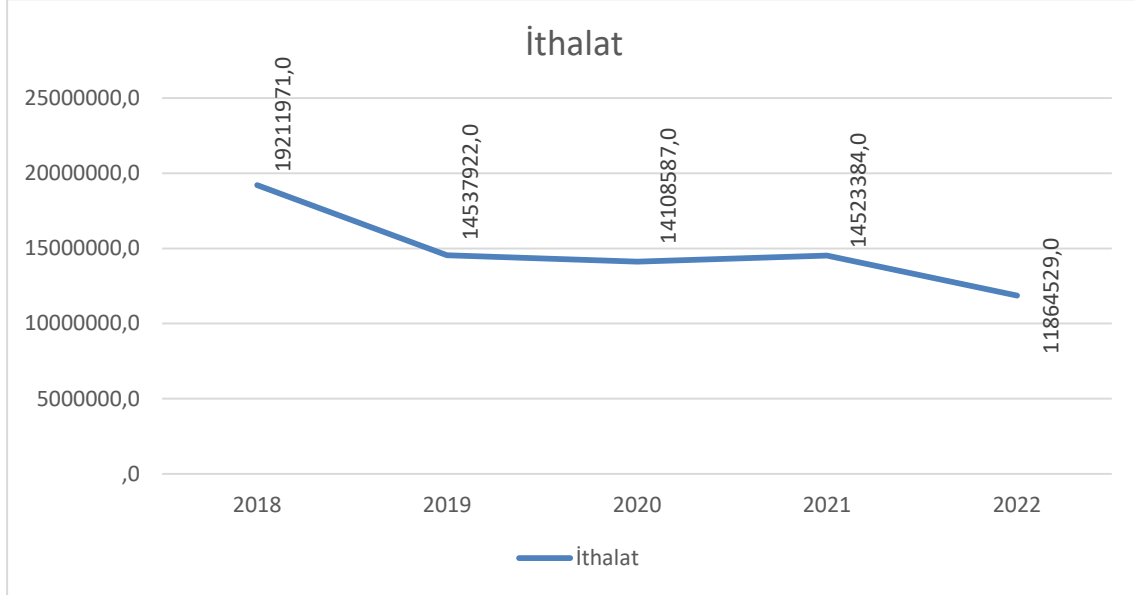
Ankara mobilya ihracat ve ithalat rakamlarına bakıldığında 2002 yılında yaklaşık 20 milyon olan ihracat 2010 yılında 90 milyon dolara yükselmiştir. İthalat ise aynı yıllarda 13 milyon dolardan 42 milyon dolara çıkmıştır. 2002-2010 yılları arasında toplam ihracatın toplam ithalatı karşılama oranı ise yaklaşık %214 olmuştur (Ticaret Bakanlığı, 2021; Ankara Kalkınma Ajansı, 2022, TÜİK, 2023).

Şekil 3'te Ankara ilinin ihracat değerlerinin yıllara değişimi yer almaktadır. Grafikten görüldüğü üzere geçmişten günümüze Ankara mobilya ihracatında artan bir ivme yakalanmıştır. Girişimcilik ve sanayileşmede iddialı olan Ankara ili mobilya firmaları ile Türkiye'nin yanı sıra birçok ülkeye de model olmaktadır. Bu durum Ankara mobilya dış ticaretinde bundan sonraki dönemlerde de artışın devam edeceğine işaret etmektedir.



Şekil 3. Ankara İlinin Yıllara Göre İhracat Değerlerindeki Artış (TÜİK, 2023'ten değiştirilerek kullanılmıştır).

Şekil 4'te ise Ankara ilinin ithalat değerlerinin yıllara göre değişimi yer almaktadır. Grafikten görüldüğü üzere geçmişten günümüze Ankara mobilya ithalatında düşüş yaşanmakta olup, mobilya üretiminde ve piyasaya arzında kendine daha çok yeten bir il konumuna gelmiştir.



Şekil 4. Ankara İlinin Yıllara Göre İthalat Değerlerindeki Düşüş (TUIK, 2023'ten değiştirilerek kullanılmıştır).

Özetle, Ankara ili sektörde meydana getirdiği istihdam ile Türkiye'nin önde gelen mobilya kentlerinin arasında yer almakta olup, üretim kapasitesi yüksek olan ve ihracatın hatırı sayılır bir bölümünü karşılayan birçok mobilya firmasına ev sahipliği yapmaktadır. Ankara ili mobilya sektörü sağladığı istihdam bakımından ülke ortalamasının üzerinde yer almaktadır. Mobilya sektörü genel olarak emek yoğun bir özellik taşımasına rağmen Ankara'da bu sektörde teknolojiye dikkat çeken yatırımlar yapılmıştır. Ankara ilinde ulusal ve uluslararası pazarlara açılmış çok sayıda mobilya firması bulunmaktadır. Bahsi geçen nitelikleri ve Türkiye'nin mobilya alanında öncü illerinden biri olması sebebiyle, bu tez çalışmamızda mobilya sektöründe ergonomik risk analizi kapsamında gerekli ölçüm ve tespitlerin yapılabilmesi için Ankara ili seçilmiştir. Seçilen görevlerde çalışan insanlar üzerinde fiziksel baskıdan kaynaklanan olumsuzlukları tespit etmek amacıyla, çalışanların iş noktalarına göre çalışma anı hareket sınırları belirlenmiş, ortaya çıkan risk seviyelerinin azaltılmasına yönelik önerilerde bulunulmuştur.

2.2. Çalışma Duruşları ve Ergonomi

2.2.1. Ergonomi

Çalışanların verimliliğinin sektöre uğramaması için çalışan ile çalışma ortamı arasındaki dengeyi sağlayan faktörler “ergonomi” olarak adlandırılmaktadır. Ergonomi, çalışma bilimi olarak tanımlanır ve insanların iş yapma yeteneklerini geliştirmeye odaklanan değerli bir disiplindir. Ergonomi, etkili iş tasarlamaya yönelik ve ilgili bilişsel, fiziksel ve organizasyonel faktörlerin dikkate alınmasını gerektiren bir sistem yaklaşımını benimsemektedir. Bu nedenle, ergonomik yeniden tasarım, yalnızca fiziksel çevreyi değil, aynı zamanda kişinin çalışma yeteneğini geliştirmek için, ilgili faktörleri de dikkate almalıdır. Ayrıca ergonomi; çalışanın maksimum sınırlarını tespit eden, anatomik, antropometrik, fizyolojik, psikolojik ve sosyolojik açıdan inceleyen, özetle işin çalışana, çalışanın ise işe uyumunu araştıran, disiplinler arası bir bilim dalı olarak tanımlanmaktadır. Ergonominin sağladığı pek çok fayda olmakla beraber, verimlilik ve kalite gibi performanslarını iyileştirmek ve insan merkezli güvenlik, sağlık ve konforu sağlamak gibi iki genel amacı vardır (Ağar ve Kızıltan, 2022).

Bunlarla birlikte ergonomi, bu etkileşimleri geliştirmek için insanların temel anlayışının yanı sıra etkileşimlerini ve uygulamalarını da vurgular. Bu amaçlar yerine getirilerek çalışanlar ve işveren arasında bir güven duygusu oluşturulur. Bu sayede iş barışına katkıda bulunulmuş olunur. Bununla birlikte ergonomi iş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenmesi içinde önemli bir etkidir. Kazaların ve hastalıkların olmadığı bir işyeri ortamında çalışanlardan daha yüksek verim alınır (Ağar ve Kızıltan, 2022).

Kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları sıklıkla ergonomik risk faktörleri ile ilişkilidir. Ergonomik risk faktörlerinin değerlendirilmesinde kullanılabilecek öz değerlendirme araçları (anketler), gözlem araçları ve doğrudan ölçüm araçları gibi birçok araç tanımlanmıştır. Öz değerlendirme araçları, kas iskelet sistemi rahatsızlık riskine maruz kalmayla ilgili bilgi toplamak için çalışanların açıklamalarına ve deneyimlerine dayanır. Gözlemsel değerlendirme araçları, işteki fiziksel iş yükünü değerlendirmek ve ergonomik değişikliklerin etkilerini izlemek için, kontrol listesi kullanarak değerlendiren en yaygın yaklaşımdır (Ağar ve Kızıltan, 2022).

Örnek olarak hızlı tüm vücut değerlendirmesi (REBA), hızlı üst ekstremité değerlendirme (RULA), çalışanın kas-iskelet sistemindeki yüklenmeyi ve sistemin neden olduğu kötü duruşları belirlemeye yarayan gözleme dayalı bir çalışma duruşu analizi olan (OWAS), Çalışanların maruz kaldıkları risk düzeyini belirleyerek maruziyette değişimi değerlendiren Hızlı Maruziyet Değerlendirme (HMD) ve ofis çalışanları için geliştirilen Hızlı Ofis Gerilme Değerlendirmesi (ROSA) sıklıkla kullanılan ergonomik risk analiz yöntemleridir (Ağar ve Kızıltan, 2022).

2.2.2. Postür ve Çalışma Duruşları

Duruş (postür) genel tanımıyla; vücudun, başın, gövdenin, kol ve bacak üyelerinin boşluktaki konfigürasyonu (yapılandırması) ve hizalanması olarak tanımlanmaktadır. Çalışma duruşu ise bu tanıma bağılı olarak; vücudun, başın, gövdenin, kol ve bacakların yapılan işe ve işin özelliklerine göre hizalanması şeklinde tanımlanmaktadır. Bir başka deyişle, postür iskelet sisteminin doğru duruş şeklidir. Vücudumuzun duruşu, duygusal durum, vücut tipi, alışkanlıklar, kalıtım ve kas dengesi gibi birçok faktör tarafından belirlenir. Postür statik ve dinamik olarak ikiye ayrılır. Oturma, ayakta durma, yatma gibi hareketsiz durumdaki vücudun duruş şekline statik postür (sabit duruş), hareket esnasındaki vücudun şekline ise dinamik postür (hareketli duruş) denir. Kas iskelet sisteminde bir zorlanmaya sebep olmayan, vücudun normal eğriliklerinin korunduğu, eklemlere uygulanan kuvvetlerin dengeli dağıldığı duruşa normal postür denir. Uygun olmayan duruşlar ise bir veya birden fazla uzvun, hareketsiz vücut duruşundan sapması olarak tanımlanmaktadır (Akay ve ark., 2003; Carrara, 2021).

Doğru postür için:

- Ayakta, oturma ve yatma pozisyonunda omurgada bulunan fizyolojik eğriliklerin korunması için özen gösterilmelidir.
- Uzun süre aynı pozisyonda kalınmamalıdır.
- Ayakta kalma pozisyonu uzun sürecekse, tabure ile tek ayağı destek sağlanmalı, oturma pozisyonunda bel desteğı konulmalı ve yatakta boyun çukurunu destekleyecek yastıkla yatılmalıdır.
- Objeleri kaldırırken dizler hafif bükük olmalı, ağır objeler iki el kullanılarak ve vücuda mümkün olduğunca yaklaştırılarak taşınmalıdır.

- Rahat ve giyip çıkarması kolay, taban desteği uygun ayakkabılar tercih edilmeli, uzun süreli ve sık sık yüksek topuklu ayakkabılar giymekten kaçınılmalıdır.
- Egzersizler düzenli yapılmalıdır (Medstar, 2020).

İyi bir çalışma duruşunun önemi 18.yy'ın başlarında Ramazzini'nin düzensiz ve şiddetli çalışma hareketlerinin ve doğal olmayan vücut duruşlarının, çalışanlar için nasıl zararlı sonuçlar doğurduğunu açıklamasıyla anlaşılmıştır. Ramazzini, çeşitli kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının, yüksek oranda durağan görevler yapan operatörlerde ortaya çıktığını ve hatta bunların uzun dönemde ciddi rahatsızlıklara sebep olacağını belirtmiştir. Duruş, stres ve iş sırasında duyulan rahatsızlığın minimize edilmesi ve sağlıklı çalışmayı sağlamak, işin performans değeri kadar önemlidir. Eğer duruş doğru değilse, bunun yansımaları operatöre stres, yorgunluk ve ağrı olarak geri döner. Bunun sonucu olarak çalışan, kasları kendini yenileyene kadar çalışmasına ara vermek zorunda kalır. Uygun olmayan çalışma duruşlarını endüstride önemli kılan faktörler “kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları” ve “verimlilik-kalite-maliyet üçgeni” olmak üzere iki grupta değerlendirilmektedir (Akay ve ark., 2003; Carrara, 2021).

2.2.2.1. Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları (KİSR)

Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları; kaslarda, sinirlerde, tendonlarda, kıkırdakta, bağlarda, birleşme noktalarında ve disklerde (omurga) meydana gelen rahatsızlıklardır. İskelet ve kas sistemi sendromları; eğilme, doğrulma, tutma, kavrama, bükme ve uzanma gibi sıradan vücut hareketlerinden meydana gelmektedir. Bu hareketler günlük yaşamda zararlı olmayıp, onları hareketleri zararlı yapan etkenler; iş yaşamındaki sürekli tekrarlar, güç gerektiren davranışlar ve hızlı hareketlerdir. İskelet ve kas sistemi sendromları anında gelişen bir rahatsızlık olmayıp, derece derece, yavaş yavaş gelişen travmalardır. Endüstride en sık görülen Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları bel ve sırt ağrıları (Miyofasyal ağrı sendromu, kas kuvveti dengesizlikleri, ligamentteki stres gibi özellikle lomber bölgede karşılaşılan sorunlar), tendinitis, tenosinovitis, karpal tünel sendromu, gergin boyun sendromudur (Akay ve ark., 2003).

Mesleki Kas İskelet Sistemi Hastalıklarının (MKİH) gelişimi için işyeri risk faktörleri arasında ağır fiziksel çalışma, aşırı zorlama, garip ve sürekli duruşlar, tekrarlayan

hareket ve titreşim yer almaktadır. Söz konusu risk faktörleri Çizelge 2.7’de detaylandırılmıştır. Yapılan araştırmalar, MKİH'nın yorgunluk, stres, psikososyal sıkıntı ve uyku bozukluğu arasında anlamlı bir pozitif ilişki olduğunu göstermiştir. Ayrıca MKİH, işe devamsızlıkta, işe gelmemede, düşük yaşam kalitesinde, meslek değişikliğinde, artan işle ilgili yaralanmalarda ve artan tıbbi harcamalarda etken olan ana faktör olarak kabul edilmektedir (Ağar ve Kızıltan, 2022).

Çizelge 2.7. Mesleki Kas İskelet Sistemi Hastalıkları Risk Faktörleri (Ağar ve Kızıltan, 2022’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Ağır Efor	Uygunsuz Pozisyon	Uzun Süre Aynı Pozisyonunda Kalma	Tekrarlanan Hareketler	Çevresel Faktörler	Psikososyal Faktörler
Ağır kaldırma	Kolun omuz üzerinde baş üzerinde çalışması	Gün boyu ayakta çalışmak veya durmak	İş istasyonunda sürekli aynı işlemi yapmak	Havalandırma ve/veya aydınlatmanın yetersiz olması	Uzun süreli mesai yapmak
İtme ve çekme	Uygun olmayan aletler ile çalışma	Gün boyu oturarak çalışmak	Sürekli cıvata, somun vb. sıkmak	Düşük veya yüksek sıcaklık	Sosyal desteğin yeterince sağlanamaması
Malzeme taşıma	Ergonomik olmayan masada bilgisayar kullanma	Gün boyu vücudun aynı pozisyonunda çalışması	Bilgisayarda sürekli fare ve klavye kullanmak	Titreşimin mevcut olduğu bir ortamda çalışmak	Sosyal ihtiyaçların karşılanamaması
Vida sıkma	Bilekleri ve eklemleri zorlayacak şekilde çalışmak		Montaj hattında çalışmak	Darbeli matkap vb. titreşim yayan aletler kullanmak	

Kas iskelet sistemi hastalıkları genel olarak üst ekstremitte hastalıkları (boyun, omuz, dirsek, el ve el bileği) ve bel hastalıkları olmak üzere ikiye ayrılmakta olup, bu hastalıklar ve neden olan işler Çizelge 2.8’de verilmiştir (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2013).

Çizelge 2.8 Üst Ekstremitte Hastalıkları (Boyun, Omuz, Dirsek, El ve El Bileği)
(Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2013'ten değiştirilerek kullanılmıştır).

HASTALIKLAR	NEDEN OLAN İŞLER
Karpal tünel sendromu	Taşılama, zımparalama, cilalama, montaj, müzik aletleri çalma, cerrahi, paketleme, temizlik işleri, yer döşeme, tuğla kesim, çekiç kullanma, el yıkama veya ovma
Lateral Epikondilit, tenisçi dirseği	Tenis, bowling, oynama, çekiç, tornavida kullanma, küçük parça montajı, et kesme, müzik aletleri çalma
Boyun gerilmesi	Yük taşıma, montaj, paketleme
Pronator teres sendromu	Lehimleme, cilalama, taşılama, parlatma, kumlama
Radiyal tunel sendromu	El aletleri kullanımı
Omuz tendiniti, rotator kılıf sendromu	Zımbalama, tavan montajı, tavan kaynağı, tavan boyama, oto tamiri, paketleme, depolama, inşaat, postacılık
Tetikçi parmağı	El aletleri kullanırken elle yapılamayan işlerin sürekli işaret parmağıyla yapılması
Guyon tuneli sendromu	Müzik aletleri çalma, marangozluk, tuğla örme, çekiç kullanma
Beyaz parmak sendromu	Zincir testere, havalı çekiç, titreşimli aletler, kumlama, püskürtme; özellikle soğuk ortam
Omuz tendiniti, rotator kılıf sendromu	Zımbalama, tavan montajı, tavan kaynağı, tavan boyama, oto tamiri, paketleme, depolama, inşaat, postacılık
Dirsek tendiniti	Zımbalama, montaj, kablolama, paketleme, pense kullanma
DeQuervain Tenosinovit sendromu	Polisaj, parlatma, kumlama, taşılama, baskı işleri, cerrahi, vidalama, sıkma, testere, pense kullanma

Çizelge 2.8'de verilen 12 farklı hastalığa neden olan işler incelendiğinde, nedenlerden en az birinin mobilya sektöründeki işler kapsamına girdiği görülmektedir. Bu da demek oluyor ki üst ekstremitte hastalıkları olarak verilen tüm hastalıklar mobilya sektöründe karşılaşılabilecek muhtemel hastalıklar sınıfına girmektedir.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın 2013 yılında yayınladığı Meslek Hastalıkları listesinde belirtilen bel hastalıklarına neden olan sebepler ise altı ayrı başlıkta (elle taşıma, gövdeyi eğme bükme, tüm vücut vibrasyon etkilenimi, aşırı fiziksel yük, sabit çalışma pozisyonu ve tekrarlanan hareketler) toplanmış olup, bu sebepler mobilya imalat sektöründe işçilik aşamasında tespit edilen duruş ve hareket pozisyonlarıyla eşleşmektedir.

2.2.2.2. Verimlilik-Kalite-Maliyet Üçgeni

Günümüzde rekabetçi üretim ortamında hedef, çevrim zamanlarını azaltarak üretim maliyetlerini azaltmak, fire ve boş zamanları minimize etmektir. Bu da ürüne değer katmayan aktivitelerin üretim sürecinden çıkarılmasıyla mümkündür. Üretim sürecindeki en kritik faktör olan insanın işe ve iş çevresine uyumunu sağlamadan, çalışan açısından optimum bir çalışma çevresini oluşturmadan, bu hedeflere ulaşmak mümkün değildir. Duruş, stres ve iş sırasında duyulan rahatsızlığın minimum düzeye indirilmesi ve sağlıklı çalışmayı sağlayabilmek, verimlilik, kalite ve benzeri unsurları barındıran işin performansı kadar önemlidir (Akay ve ark., 2003).

Volvo otomobil fabrikasındaki montaj bantlarından birinde yapılan çalışmada, parça ve ekipmanlara uzanma mesafesinin azaltılması sonucu, hem çalışanların kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları hem de uzanma için gerekli olan süre azaltılmıştır. Çalışmanın başlangıç noktası ergonomik iyileştirme olmasına rağmen 0,5 saniye/parçalık uzanma süresinin elemine edilmesiyle, süreden de tasarruf sağlanmıştır. Bu tasarruf süresinin, istasyonda yılda üretilen parça sayısı olan 150.000 ile çarpılması sonucu, yılda 750.000 saniye/yıl (yılda 20,8 saatlik) bir kazanç sağlamıştır. Sürecin iyileştirilmesi sonucunda işçi maliyetinde \$541'lık (20,8 saat x \$26-işçinin saatlik ücreti) yıllık bir tasarruf sağlanmıştır. İstasyon başına yapılan ergonomik düzenleme, \$150'lık bir yatırım gerektirmiştir. Bu yatırımın dönüş süresi ise $\$150 / \$541 = 0.277$ yıl (14,4 hafta) gibi kısa bir süre olmuştur (Akay ve ark., 2003).

Çalışma duruşunu önemli kılan bir diğer faktörde kalite seviyesindeki azalmadır. Axelsson yapmış olduğu çalışmada, aynı işi doğru duruşta yapmaya nazaran, yanlış duruşta çalışma sonucu oluşan işin kalitesizliğinin 10 kat daha fazla olduğunu göstermiştir. Çünkü çalışanın zorlanmaya maruz kalmadan yapacağı bir iş ile, zorlanmaya maruz kaldığı durumdaki işin kalitesi arasında belirgin farklılıklar oluşmaktadır. Bahsi geçen örnek ve istatistikler çalışma duruşlarının ne denli önemli olduğunu göstermektedir (Akay ve ark., 2003).

2.2.3. REBA (Rapid Entire Body Assessment)

REBA yöntemi statik olsun dinamik olsun tüm vücut faaliyetleri esnasında çalışanın duruşunu analiz ederek mesleki kas ve iskelet rahatsızlıklarına neden olabilecek çalışma şeklinin saptanmasına ve önlem alınmasına olanak sağlayan gözleme dayalı bir duruş analiz metodudur. Türkçe adıyla “Hızlı Tüm Vücut Değerlendirme Metodu” olarak anılmaktadır. REBA Hignett (Nottingham Şehir Hastanesi, Nottingham, Birleşik Krallık) ve McAtamney (COPE, İş Sağlığı ve Ergonomi Hizmetleri Ltd., Nottingham, Birleşik Krallık) adlı iki ergonomist tarafından, metal sektörü için kullanılagelen OWAS (Ovako Working Posture Analysis System) metodunu temel alan RULA (Rapid Upper Limb Assessment) yönteminin üzerine bina edilerek geliştirilmiştir. REBA, 1995'te Avustralya Ergonomi Derneğinin Konferansında sunulmuş, 2000 yılında da yayımlanmıştır (Atıcı ve ark., 2015; ergonomiriskanalizi.com, 2022).

REBA, çalışma döngüsü içinde birden çok çalışma pozisyonunun ve görevin, genellikle önemli bir zaman, çaba ve maliyet sarf etmeden değerlendirebilmesine imkân tanır. REBA yöntemi kullanırken, vücudun sağ ve sol tarafı aynı anda değerlendirilir. REBA yöntemi analiz edilmek istenilen bir çalışma duruşu veya hareketin neden olduğu riski sayısal olarak ifade etmeye olanak sağlar. REBA yönteminde bir çalışma duruşu esnasında ortaya çıkan Fleksiyon (bükülme) ve Extansiyonlara (gerilme/esneme) ve bu duruşlar esnasında çalışanın maruz kaldığı yüklere bağlı olarak 1 ila 15 arasında değişen bir skor belirlenmektedir (Sağıroğlu ve ark., 2015; Ulutaş ve Gündüz, 2017).

REBA yöntemi tüm vücut duruşunu dikkate alarak değerlendirme yapmaktadır. REBA yöntemini uygulamak üzere, duruş değerlendirmeleri yapmak için çalışmanın fotoğraf veya video ile analiz edilmesi önerilmektedir. Elde edilen görüntülerden sık tekrarlanan, daha çok fiziksel kuvvet gerektiren, çalışanı daha çok zorlayan, daha çok zaman alan hareket seçilerek duruş analizi yapılır. REBA yönteminde analiz edilecek duruş esnasında; boynun, gövdenin, bacakların, üst kol ve alt kolun anlık duruşu dikkate alınarak duruşlara puanlar vermek yoluyla risk skoru belirlenir (ergonomiriskanalizi.com, 2022).

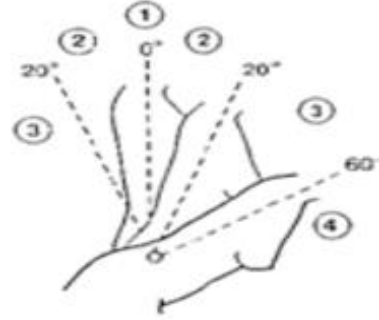
REBA; çeşitli görevlerde kas-iskelet sistemi için duyarlı bir postüral analiz sistemi geliştirmek, hareket düzlemlerine göre, gövdeyi ayrı ayrı kodlanacak segmentlere ayırmak, statik, dinamik, hızlı değişen veya dengesiz duruşlar sebebiyle oluşan kas aktiviteleri için bir puanlama sistemi temin etmek, yüklerin taşınmasında kavramanın önemli olduğunu yansıtmak ve aciliyet göstergesi olan bir eylem seviyesi belirlemek amaçlarıyla geliştirilmiştir (Hignett ve McAtamney, 2000).

KİSR’de en sık tutulan bölgeler bel, boyun, eller, el bilekleri, dirsekler ve omuzlardır. REBA kullanılarak analiz edilmek istenilen duruş veya hareketin neden olduğu toplam risk sayısal olarak ifade edilebilir. Riski sayısal olarak ifade edebilmek analiz edilen duruştaki özel hareket ve duruşların ayrı ayrı meydana getirecekleri risk ve tehlikeli durumları belirtmeye yarar. Belirtilen her bir hareket veya duruş üst ve alt vücut için açılara ayrılmıştır. Toplam skor; boyun, gövde, alt ve üst uzuvların pozisyonlarının kombinasyonu ile hesaplanır. REBA metodundaki diğer etken faktörler, kaldırılacak yükün kolaylık derecesi, yük üzerindeki kavrama şekli, hareketin ne sıklıkta yapıldığı, hareket sırasında vücudun sabit durması veya hareket ettiğinde aynı zamanda dönme, bükülme olup olmadığıdır (Atıcı ve ark., 2015).

REBA yönteminde puanlama; Şekil 17’de yer alan vücut pozisyonlarına ilişkin veriler ve Çizelge 2.9’da yer alan tablolar kullanılmak suretiyle gerçekleştirilir. Tablo A değeri, incelenen duruşa ait boyun, gövde ve bacak analizleri ile ortaya koyulur. Vücudun duruş esnasında aldığı açısal değerlere ve duruş şekline göre puanlar verilir. Tablo A değeri bulunduktan sonra, bu değere Kuvvet/Yük (Tablo 2) Puanının eklenmesiyle Tablo C’de yerine koyulmak üzere “Puan A” değeri bulunur. Tablo B değeri ise incelenen duruşa ait alt kol, üst kol ve bilek analizleri ile ortaya koyulur. Yine vücudun duruş esnasında aldığı açısal değerlere ve duruş şekline göre puanlar verilir. Tablo B değeri bulunduktan sonra, bu değere Kavrama (Tablo 4) Puanının eklenmesiyle Tablo C’de yerine koyulmak üzere “Puan B” değeri bulunur. Puan A ve Puan B’nin Tablo C’de (Tablo 6) karşılığı olan değer bulunduktan sonra, bu puana Aktivite Skor Değerinin (Tablo 5) eklenmesiyle birlikte nihai puan elde edilir. Nihai puan ise Çizelge 2.11’de yer alan derecelere göre değerlendirilerek risk seviyesi ve alınması gereken önlem tespit edilir (Atıcı ve ark., 2015; ergonomiriskanalizi.com, 2022).

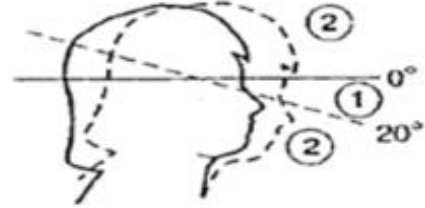
GÖVDE

Hareket	Skor	Skor Değişimi
Dik	1	Yana esneme veya dönme varsa +1
0° - 20° Fleksiyon	2	
0° - 20° Ekstansiyon	3	
20° - 60° Fleksiyon > 20° Ekstansiyon	4	



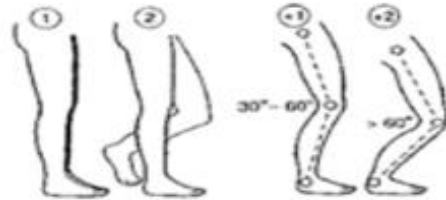
BOYUN

Hareket	Skor	Skor Değişimi
0° - 20° Fleksiyon	1	Yana esneme veya dönme varsa +1
> 20° Fleksiyon Veya Ekstansiyon	2	



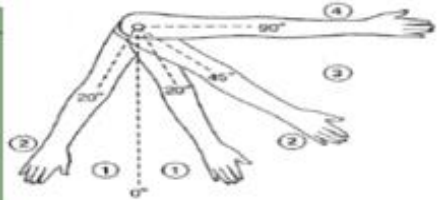
BACAKLAR

Hareket	Skor	Skor Değişimi
Bilateral (iki taraflı) ağırlık taşıma, yürüme veya oturma	1	Diz(ler)de 30°-60° arası fleksiyon +1
Unilateral (tek taraflı) ağırlık taşıma veya sabit olmayan duruş	2	Diz(ler)de >60° fleksiyon (oturma hariç) +2



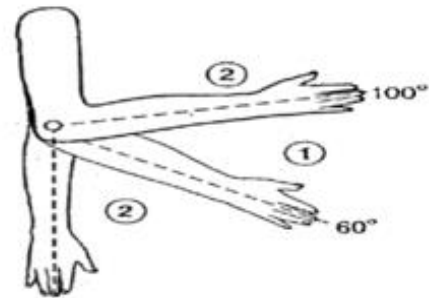
ÜST KOLLAR

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



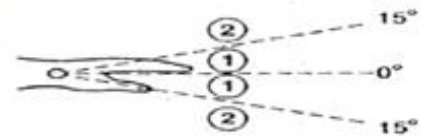
ALT KOLLAR

Hareket	Skor
60° - 100° Fleksiyon	1
< 60° Fleksiyon veya > 100° Fleksiyon	2



BİLEKLER

Hareket	Skor	Skor Değişimi
0° - 15° Fleksiyon veya Ekstansiyon	1	Bileklerde yana esneme veya dönme varsa +1
> 15° Fleksiyon veya Ekstansiyon	2	



Şekil 5. REBA Duruş Puanlaması (Atıcı ve ark., 2015).

Çizelge 2.9. REBA Puanlamasında Kullanılan Tablolar (Atıcı ve ark., 2015).

Tablo 1. REBA - Tablo A

BOYUN												
1				2				3				
BACAKLAR				BACAKLAR				BACAKLAR				
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
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

Tablo 4. Kavrama Değerleri

Derece	Açıklama	Skor
İyi	İyi bir tutma kolu ve orta şiddette kavrama gücü	0
Uygun	El tutuşu uygun fakat ideal değil veya vücudun başka bir bölgesi ile kavrama uygun	1
Kötü	El tutuşu uygun olmamasına rağmen mümkün	2
Uygun değil	Zor ve güvenli olmayan tutuş, tutma kolu yok Vücudun başka bir bölgesi kullanılarak tutuş uygun değil	3

Tablo 2. Yük/Kuvvet Değerleri

Yük / Kuvvet	Skor
< 5 kg	0
5 – 10 kg	1
> 10 kg	2
Ani veya hızlı kuvvet artışı	+1

Tablo 5. Aktivite Skor Değeri

Aktivite	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

Tablo 3. REBA - Tablo B

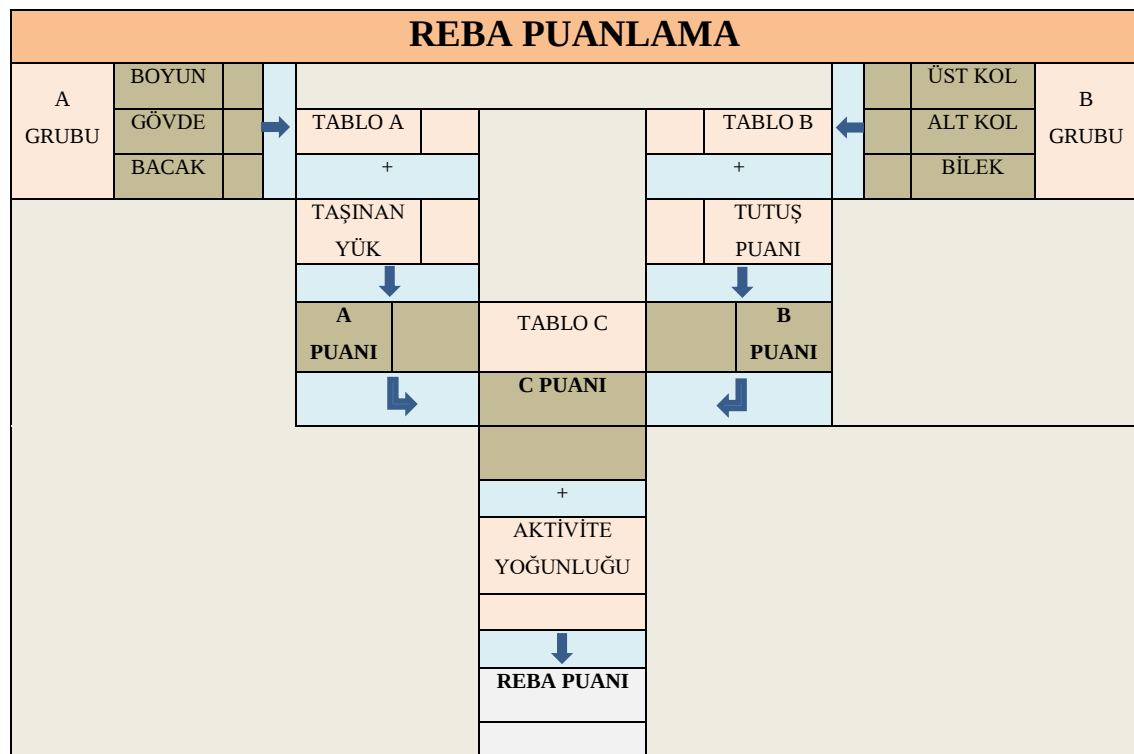
ALT KOL						
1			2			
BİLEK			BİLEK			
1	2	3	1	2	3	
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Tablo 6. REBA - Tablo C

B SKORU											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	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

REBA yönteminde Şekil 5 ve Çizelge 2.9’da yer alan tablolar aracılığıyla elde edilen puanlar Çizelge 2.10’da gösterilen skorlama algoritması kullanılarak da nihai puan bulunabilir. Bu puan da Çizelge 2.11’de yerine konulmak suretiyle risk seviyesi ve alınması gereken önlem tespit edilebilmektedir.

Çizelge 2.10. Elde Edilen Puanlara Göre REBA Skorlama Algoritması (Sağıroğlu ve ark., 2015'ten değiştirilerek kullanılmıştır).



Çizelge 2.11. REBA Yönteminde Risk Derecelendirmesi (Atıcı ve ark., 2015'ten değiştirilerek kullanılmıştır).

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

2.2.4. OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System)

OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System) yöntemi Karhu ve arkadaşları tarafından 1974 yılında geliştirilmiş ve ilk örneği 1977 yılında yayımlanmıştır (Scott ve Lambe, 1996). OWAS çalışanın kas-iskelet sistemindeki yüklenmeyi ve sistemin neden olduğu kötü duruşları belirlemeye yarayan gözleme dayalı bir çalışma duruşu analiz metodudur. OWAS metodu, iş etütçülerine hizmet etmeye yarayan bir analiz aracı olarak tasarlanmış olup her duruşta oluşan zamanlara dayalı bir iş örnekleme aracıdır. Bu analiz metodunda ağır sanayinde iş görenlerin çalışma esnasındaki fotoğrafları çekilmiş ve şematik olarak ifade edilmiştir. Bu çalışma duruşları standartlaştırılmış ve “OWAS Çalışma Duruşları” olarak endüstriye tatbik edilmiştir (Akay ve ark., 2003).

OWAS metodu kötü duruşların ve faaliyetlerin tespit edilmesi, işgücünün harcadığı güce göre farklı sistemlerin karşılaştırılması ve en uygun iş metodlarının tahmin edilmesine imkân verir. Ayrıca, iş yerinin verimlilik, konfor ve mesleki sağlık açısından değerlendirilmesine ve insan makine ara kesitinin sistematik bir biçimde incelenmesini sağlar. Bu metoda göre duruşlar sınıflandırılır ve çalışanı rahatsız edici unsurları ortadan kaldırmak amacı ile tasarıma yönelik sistematik çalışmalar yapılır (Akay ve ark., 2003).

Bu sistemde, analist gözlemler yoluyla sırt, kollar, bacaklar ve yükün 4 dijital kod yardımıyla kaydını tutar. Her bir duruş için harcanan zaman ve o duruşun görülme sıklığı değerlendirilir. Değerlendirme de duruşların kaydedilmesi aşamasında video-kamera da kullanılabilir ve görüntüler incelenen işe göre farklı zaman aralıkları ile incelenir. Analiz aşamasında uzun süreli faaliyetlerde 15 saniye, daha küçük zaman diliminden oluşan faaliyetlerde ise 5 saniye ara ile çalışma duruşunun kaydedilip değerlendirilmesi önerilmektedir (Akay ve ark., 2003).

Literatürde OWAS yöntemi ile çalışma duruşlarının değerlendirilmesine yönelik birçok çalışma bulunmaktadır. Corlett ve Manenica, endüstriyel iş ortamında, işyeri boyutlarının çalışana uygun olmadığı durumlarda konforun azalacağını ve kötü çalışma duruşlarının ortaya çıkacağını vurgulamışlardır (Akay ve ark., 2003).

Mattila ve arkadaşları, inşaat işlerinde çekiç kullanımı sırasında oluşan kötü duruşları, OWAS metodunu bilgisayara uyarlayarak analiz etmişlerdir. Bu metotta 15 ve 5 saniyelik aralıklarla video görüntülerinden elde edilen resimler bilgisayar ortamında analiz edilmiş olup 6 adet öneri sınıfına göre değerlendirme yapılmıştır. Hignett, Nottingham Şehir Hastanesinde çalışan hemşireler için uygun olmayan çalışma duruşlarının tespitinde OWAS yönteminden faydalanmış ve yöntemin tespit ettiği kötü duruşlar için ergonomik düzenlemelere gitmiştir (Akay ve ark., 2003).

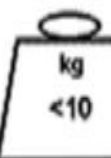
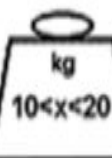
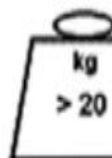
Winkel ve Mathiassen, literatürde yer alan tüm çalışma duruşu analizi yöntemlerini maliyet, kapasite ve doğru sonuç verme kriterleri açısından incelemişler ve çalışmalarının sonuçlarını Şekil 18’de belirtmişlerdir. Sonuçta gözleme dayalı yöntemlerin maliyet (yöntemin uygulanma ve değerlendirme maliyeti), kapasite (farklı iş kollarında çalışanlara uygulanabilirliği) ve doğruluk (çalışma duruşunun işin tehlike derecesini doğru belirleyebilme özelliği) açısından endüstride kullanılabilirliğinin daha yüksek olduğu sonucuna varmışlardır (Akay ve ark., 2003).

OWAS Metodunun Uygulama Basamakları

- Gerçekleştirilen görev esnasında değerlendiricinin yapmış olduğu gözlemler ile sırt, bacak, kol ve yük durumlarını içeren kodlar belirlenir,
- OWAS sisteminde tanımlanmış her bir duruş birleşimi için eylem sınıfları çizelgesi kullanılır. Bir önceki aşamada elde edilen 4 kod bu çizelgeye yerleştirilerek, OWAS eylem sınıfı belirlenir.
- Yapılan değerlendirme sonucunda, riskli vücut duruşları belirlenerek bu risklere yönelik önleyici tedbirler belirlenir ve iyileştirme faaliyetleri yapılır (Çeyrek Mühendis, 2019).

OWAS Metodunda Kodlama

Temel OWAS metodu vücudu dört kısımda incelemektedir: Sırt duruşu, Kol duruşu, Bacak duruşu, Baş duruşu. Aşağıdaki şekil ve çizelgede bu duruşlar ve ilgili kod numaraları verilmiştir (Akay ve ark., 2003).

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

Şekil 6. OWAS Metodu Çalışma Duruşları Puanlaması (Yamankaradeniz ve ark., 2020).

Çizelge 2.12. OWAS Yönteminde Duruş Puanlaması (Akay ve ark., 2003'ten değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kod	Kol Duruşu	Kod
Düz	1	Her iki kol omuz hizasının altında	1
Eğik	2	Bir kol omuz hizasının üstünde	2
Çevrilmiş	3	Her iki kol omuz hizasının üstünde	3
Bükülmüş ve eğilmiş	4		
Baş Duruşu	Kod	Bacak Duruşu	Kod
Serbest	1	Oturma	1
Öne eğilmiş	2	Dik olarak iki bacak üzerinde ayakta durma	2
30° ile yana eğilmiş	3	Dik olarak tek bacak üzerinde ayakta durma	3
45° ile yana eğilmiş	4	Dik durumda, her iki bacak bükülmüş durma	4
Arkaya eğilmiş	5	Dik durumda, bir bacak bükülmüş durma	5
Serbest	1	Diz çökerek durma	6
		Yürüme	7

İş esnasında kaldırılan ağırlık ya da harcanan güç de kodlama içinde kullanılmaktadır. Bunlara ilişkin kodlamalar ise aşağıdaki çizelgede yer almaktadır (Akay ve ark., 2003).

Çizelge 2.13. OWAS Yöntemi Kaldırılan Ağırlık ve Kodları (Akay ve ark., 2003'ten değiştirilerek kullanılmıştır).

Kaldırılan Yük (Ağırlık)	Kod
10 kg'm altında	1
10 kg ile 20 kg arasında	2
20 kg'dan fazla	3

OWAS Metodunda Kodlama Sırası

OWAS Metodunda vücut kısımları kodlaması genel olarak aşağıda yer alan çizelgedeki yapıya göre düzenlenmektedir. Daha detaylı bir analiz için ayrıca baş duruşlarının da kodlama yapısına dâhil edilmesi önerilmektedir (Atıcı ve ark., 2015).

Çizelge 2.14. OWAS Kodlama Yapısı (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı

OWAS Metodu uygulanırken öncelikle Çizelge 2.12'de yer alan vücut pozisyonu kodları ve Çizelge 2.13'te yer alan kuvvet kullanımı kodları tespit edilerek, Çizelge 2.14'te yer alan sıralama ile kodlama yapılır. Daha sonra elde edilen kod Çizelge 2.15'te yer alan sıralama takip edilerek yerine konulur ve nihai puan elde edilir. Nihai puan 1 ile 4 arasında bir rakam olur.

Çizelge 2.15. OWAS Eylem Sınıfları Çizelgesi (Çeyrek Mühendis, 2019'dan değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt	Kollar	Bacaklar																				
		1			2			3			4			5			6			7		
		Kaldırılan Yük			Kaldırılan Yük			Kaldırılan Yük			Kaldırılan Yük			Kaldırılan Yük			Kaldırılan Yük			Kaldırılan Yük		
		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

OWAS Metodunda Tehlike Seviyeleri

Gözlenen duruş kombinasyonları OWAS metoduna göre derecelendirilmiş tehlike sınıflarına ayrılır. Bu ayırım uzmanların çalışma duruşları ve duruş kombinasyonlarının kas-iskelet sisteminde meydana getirebileceği sağlık problemleri üzerine yaptıkları bilimsel çalışma ve tahminlerine dayanmaktadır. Tüm duruşlar daha önce açıklanan kodlama yapısı sınıflarından birine aittir. Çizelge 2.15'teki sıralama ile 1 ile 4 arasında bir rakama tekabül eden eylem sınıfı belirlendikten sonra, son aşamada nihai puan aşağıda yer alan çizelgede yerine konularak OWAS metoduna göre tehlike seviyesi tespit edilir. Tehlike seviyesine göre ise yapılması gereken düzeltici faaliyet Çizelge 2.16'nın açıklama bölümünde yer almaktadır (Atıcı ve ark., 2015).

Çizelge 2.16. OWAS Yöntemine Göre Tehlike Seviyeleri (Çeyrek Mühendis, 2019'dan değiştirilerek kullanılmıştır).

Kod	Eylem Sınıfı	Açıklama
1	Normal Duruş	Ergonomik Düzenleme Gerekli Değil
2	Zorlanma Fazla Değil	Ergonomik Düzenleme Yakın Bir Zaman Yapılmalıdır
3	Yüklenme ve Zorlanma Fazla	Ergonomik Düzenleme Mümkün Oldukça Erken Yapılmalıdır
4	Yüklenme ve Zorlanma Çok Fazla	Ergonomik Düzenleme Derhal Yapılmalıdır

2.2.5. HMD (Hızlı Maruziyet Değerlendirme)

HMD (Hızlı Maruziyet Değerlendirme) yöntemi İngilizce adıyla QEC (Quick Exposure Check) olarak anılmakta olup, 1998 yılında Li ve Buckle tarafından geliştirilmiştir. 2003 yılında ise David, Woods ve Buckle tarafından tekrar gözden geçirilerek düzenlenmiştir. Yaklaşık 200 sağlık ve güvenlik uygulayıcısının katılımcı yaklaşımıyla oluşturulan ölçeğin önemli özelliklerinden biri değerlendirme sürecinde çalışanın da katılımını sağlamasıdır. Böylece ergonomik girişimlerde katılımcı yaklaşımı cesaretlendirilmektedir (Özcan ve ark., 2007).

Günümüzde endüstriyel ergonominin temel amaçlarından biri kas-iskelet sisteminden kaynaklı rahatsızlıklarının önlenmesini sağlama için kas-iskelet sistemi üzerinde oluşan riskleri ortadan kaldırmak veya en az düzeye indirmektir. HMD yöntemi de kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarını önleyebilmek amacıyla geliştirilen, bilimsel geçerliliği ve güvenilirliği olan, kullanımı kolay bir inceleme aracı olan sayısal bir risk değerlendirme yöntemidir (Erdinç ve Vayvay, 2006).

Çalışanların maruz kaldıkları risk düzeyini belirleyerek maruziyette değişimi değerlendiren HMD ölçeği, ergonomik girişim yapılması gereken öncelikli işlerin belirlenmesinde ve uygulanan ergonomi programının etkinliğinin değerlendirilmesinde yardımcıdır. Hem çalışanlar, hem de değerlendiriciler için kılavuz özelliği taşımaktadır. İngiltere’de ‘Health Safety Executive’ tarafından, Kanada’da ise ‘Comission de la sante et de la securite’ tarafından HMD ölçeğine dayanarak hazırlanan risk değerlendirme kılavuzları Mesleki Kas İskelet Hastalıkları için endüstride kullanılmaktadır (Özcan ve ark., 2007; Zengin, 2020).

HMD ölçeği iki bölümden oluşmakta olup, gözlemciye ait bölümünde; çalışma esnasında bel, omuz/kol, el bileği/el ve boyunda postür ve hareketleri değerlendiren 18 madde bulunur. Çalışana ait bölümde ise; elle kaldırılan, taşınan en fazla ağırlık, iş süresi, bir elle uygulanan en fazla kuvvet, işin gerektirdiği görsel dikkat, taşıt kullanma, titreşim, iş temposu, iş ve iş stresini değerlendiren 25 madde bulunur. Bunların birbiriyle etkileşiminden bir puanlama tablosu oluşturulur. Her bir vücut kısmı için bireysel risk puanları ve sınıflandırmalar üretilir. Tüm vücut gruplarından puan eklenir ve toplamı elle taşıma işleri için 176 ya diğer işler için 162 ye bölünerek nihai bir risk skoru belirlenir. Elde edilen puanlara göre maruziyet düzeyi; düşük, orta ve yüksek olarak değerlendirilir (Özcan ve ark., 2007; Zengin, 2020).

HMD’nin Başlıca Faydaları

- Sağlık ve güvenlik alanında uygulayıcılara geçerliliği olan kullanıcı dostu bir değerlendirme aracı sağlar,
- Kullanımı kolaydır,

- Kuruluşları ergonomi alanında değişiklikler ve iyileştirmeler yapamaya ikna etmeye yardımcı olur,
- İngiltere Sağlık ve Güvenlik Kuruluşunun (HSE) risk değerlendirme yöntemleriyle uyumludur,
- Hem uygulayıcıyı hem de çalışanı değerlendirmeye dâhil eder, böylece çalışma uygulamalarının tam olarak anlaşılmasını sağlar (David ve ark., 2005).

HMD Yönteminin Uygulama Aşamaları

HMD yöntemi aşağıda açıklanan 5 adım gerçekleştirilerek tamamlanmaktadır (Zengin, 2020).

1. Eğitim/ Bilinçlendirme:

Gerek gözlemciler gerekse çalışan değerlendirmesinin doğru bir şekilde yapılabilmesi için HMD formunun nasıl yorumlanacağı ve doldurulacağıın öğrenilmesi gerekmektedir. Bu adım deneyimli gözlemciler tarafından atlanabilir (Zengin, 2020).

2. Gözlemci Değerlendirmesi:

Gözlemciler EK 3'te verilen HMD Yöntemi Hızlı Maruziyet Kontrol Listesi'nin (Tokgöz Ltd. Şti., 2022) sol tarafında yer alan Sırt, Omuz/Kol, Bilek/el, Boyun postürleri ile ilgili A/B/C/D/E/F/G sorularına uygun cevapları verir. Değerlendirme en az bir kere direk gözlem veya video/fotoğraf aracılığı ile yapılabilir. Değerlendirmede her bir görev için ayrı ayrı değerlendirme formu kullanılmalıdır. Eğer görevler arasında ayırım yapılamıyorsa en kötü duruşu esas alarak ortak değerlendirme yapılabilir (Zengin, 2020).

3. Çalışan Değerlendirmesi:

Çalışan 2. Adıma benzer şekilde HMD Yöntemi Hızlı Maruziyet Kontrol Listesi'nin sağ tarafında verilen H/J/K/L/M/N/P/Q sorularına uygun cevapları vererek değerlendirmesini gerçekleştirir (Zengin, 2020).

4. Maruziyet Puanının Hesaplanması:

Çalışan ve gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından EK 3’de verilen HMD Yöntemi Maruziyet Puanları Çizelgesi (Zengin, 2020) aracılığıyla “Bel”, “Omuz/Kol”, “El/Bilek”, “Boyun”, “Taşıt kullanma”, “Titreşim”, “İş hızı”, “Stres” parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri hesaplanır (Zengin, 2020).

5. Eylem Değerlendirmesi:

Eylem değerlendirmesini yapmak için, maruziyet puanının hesaplanmasının ardından HMD Yöntemi Maruziyet Puanları çizelgesi aracılığı ile “Bel”, “Omuz/Kol”, “El/Bilek”, “Boyun”, “Taşıt kullanma”, “Titreşim”, “İş hızı”, “Stres” parametreleri üzerinden toplam yüzdenin hesaplanması gerekmektedir. Toplam yüzde aşağıdaki formül ile hesaplanabilir (Zengin, 2020).

$$\text{HMD Puanı (E \%)}: \frac{x}{x_{Maks}} \times 100 \text{ (QEC Puanı olarak da adlandırılır).}$$

Bu formülde; x: Gerçek maruziyet puanı toplamını, xMaks: mümkün olan en yüksek değeri ifade etmektedir. (Elle taşıma işleri için xMaks=176, diğer işler için ise xMaks=162 alınır). Bulunan nihai değer Çizelge 2.17’de yerine konularak, gerçekleştirilecek eylem belirlenir (Zengin, 2020).

Çizelge 2.17. HMD (QEC) Eylem Çizelgesi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

HMD (QEC) Puanı (E) Toplam Yüzde	Eylem
%≤40	Kabul edilebilir
%41-50	Daha Fazla araştırılmalı
%51-70	Daha fazla araştırılmalı ve yakın zamanda değişiklik yapılmalı
%>70	Araştırılmalı ve hemen değişiklik yapılmalı

2.2.6. RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

RULA yöntemi, ilk olarak Nottingham Üniversitesi Mesleki Ergonomi Enstitüsü'nden Dr. Lynn McAtamney ve Dr. Nigel Corlett tarafından geliştirilmiş ve 1993 yılında Applied Ergonomics Dergisi'nde tanıtılmıştır. Türkçe adıyla “Hızlı Üst Uzuv Değerlendirme” olarak anılmaktadır. RULA yöntemi, montaj işlerinde, üretim kapsamındaki işlerde, dikim işlerinde, depolama ve istifleme işlerinde, telefon ve ultrasound operatörlerinin işlerinde, bankacılık sektöründeki muhtelif işlerde, ofis işlerinde, dış hekimliği faaliyetlerinde ve halı dokuma faaliyetlerinin analizinde kullanılabilen bir yöntemdir (Can, 2013).

Literatürde RULA yöntemi ve uygulamalarına yer veren birçok çalışma bulunmaktadır. Shuval ve Donchin tarafından monitör takip çalışanlarının duruşları RULA ile analiz edilmiştir. Diniz de SA vd. tarafından, dış hekimliği öğrencilerinin çalışma duruşları RULA ve REBA yöntemleri kullanılarak analiz edilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Choobineh ve arkadaşları tarafından iletişim sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın montaj ve kapalı devre TV bölümlerinde çalışanların duruş analizinde RULA kullanılmıştır. Kaufman ve Ratzon tarafından profesyonel klasik müzik sanatçılarının çalışma duruşları RULA ile analiz edilmiştir. Najarkola ve arkadaşları tarafından bir tekstil fabrikasındaki dokuma işlerinde sergilenen çalışma duruşları RULA ile analiz edilmiştir (Can ve Fırlı, 2017).

RULA, tekrarlı olarak yapılan işlere ve işi gerçekleştirirken yaşanan zorlanmalardan kaynaklanan üst beden rahatsızlıklarına odaklanmıştır. RULA analizi sonucunda “1” ile “7” arasında değişen bir skor elde edilmektedir. Yüksek skorlar, yüksek risk seviyelerini göstermektedir. Ancak, yüksek skorlar her zaman işin tasarımında birçok problem olduğunu belirtmemektedir. Aynı şekilde, düşük skorlar da ergonomik bir riskin olmadığını göstermemektedir. Bu yöntem, sadece daha fazla dikkat edilmesi gereken çalışma duruşlarını veya risk faktörlerini belirlemektedir. RULA, matrislerle çalışan bir yöntemdir. Matriste bulunan skorlar, vücudun belli bölümlerinde sergilenen duruşların tehlike düzeylerini belirlemek amacıyla birbiriyle karşılaştırılmaktadır. Matrislerin bu şekilde değerlendirilmesiyle elde edilen skorlar, alınması gereken önlem düzeyini göstermektedirler (Can, 2013).

RULA yönteminde iş seçimi yapılırken, en fazla tekrar eden ya da en fazla yükün olduğu iş belirlenmektedir. En yüksek risk seviyesine sahip işin seçimi, sergilenen en uzun duruşa ya da en fazla duruşsal sapmanın olduğu işe göre de yapılabilir. Uzun iş süreçlerinde ise; düzenli aralıklarla gözlemler alınabilmektedir. Belirli aralıklarla gözlem alınması söz konusu ise; farklı duruşlarda geçen zamanların yüzde olarak değeri belirlenmelidir. RULA yöntemi ile belli bir sürede vücudun tek bir yanı gözlemlenmektedir. Ancak, gözlemci isterse iki yanı birden gözlemleyebilmektedir. Sağ ve sol yan bir arada gözlemlendiğinde elde edilen sonuçlar yaklaşık sonuçlar olmaktadır ve analiz fazla zaman almaktadır (Can, 2013).

Bilindiği gibi yöntem gözleme dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle, iki yanı aynı anda gözlem yoluyla değerlendirmek oldukça zor olmaktadır. RULA yönteminin en önemli avantajı, uygulanması için özel bir araç gerektirmemesidir. Uzman bir gözlemci tarafından iş yapıldığı sırada gözlemlenmekte ve listeyi doldurmak için birkaç basit soru sorulmaktadır. Duruşlar, uygulanan kuvvetler ve sıklıklar arasındaki etkileşimi hesaplamak için deneysel veriler kullanılmamaktadır. RULA yönteminde yer alan veri kümelerine göre; üst kol için “6”, alt kol için “3”, bilek için “4”, bilek dönmesi için “2”, boyun için “6”, gövde için “6” ve bacaklar için “2” olmak üzere; toplam “10.368” adet farklı duruş kombinasyonu söz konusudur. Aşağıda RULA yönteminin faydaları ve sınırları sıralanmaktadır (Can, 2013).

RULA Yönteminin Faydaları

- İş gücünü hızlı bir şekilde izleyerek değerlendirmekte, böylece mesleki üst ekstremitelerde rahatsızlıklarının ortaya çıkma olasılığını belirlemektedir,
- Sergilenen çalışma duruşu sırasında harcanan kas kuvvetini ve kas yorgunluğuna sebep olan işleri belirlemektedir,
- Epidemiyolojik, çevresel, organizasyonel, mental ve fiziksel faktörleri içeren sonuçlar vermektedir,
- İşte aksama yaratılmadan uygulanabilmektedir,
- Gözlemcinin uygulamayı yapmak için yönetime ilişkin fazladan bilgisinin olması gerekmemektedir (Can, 2013).

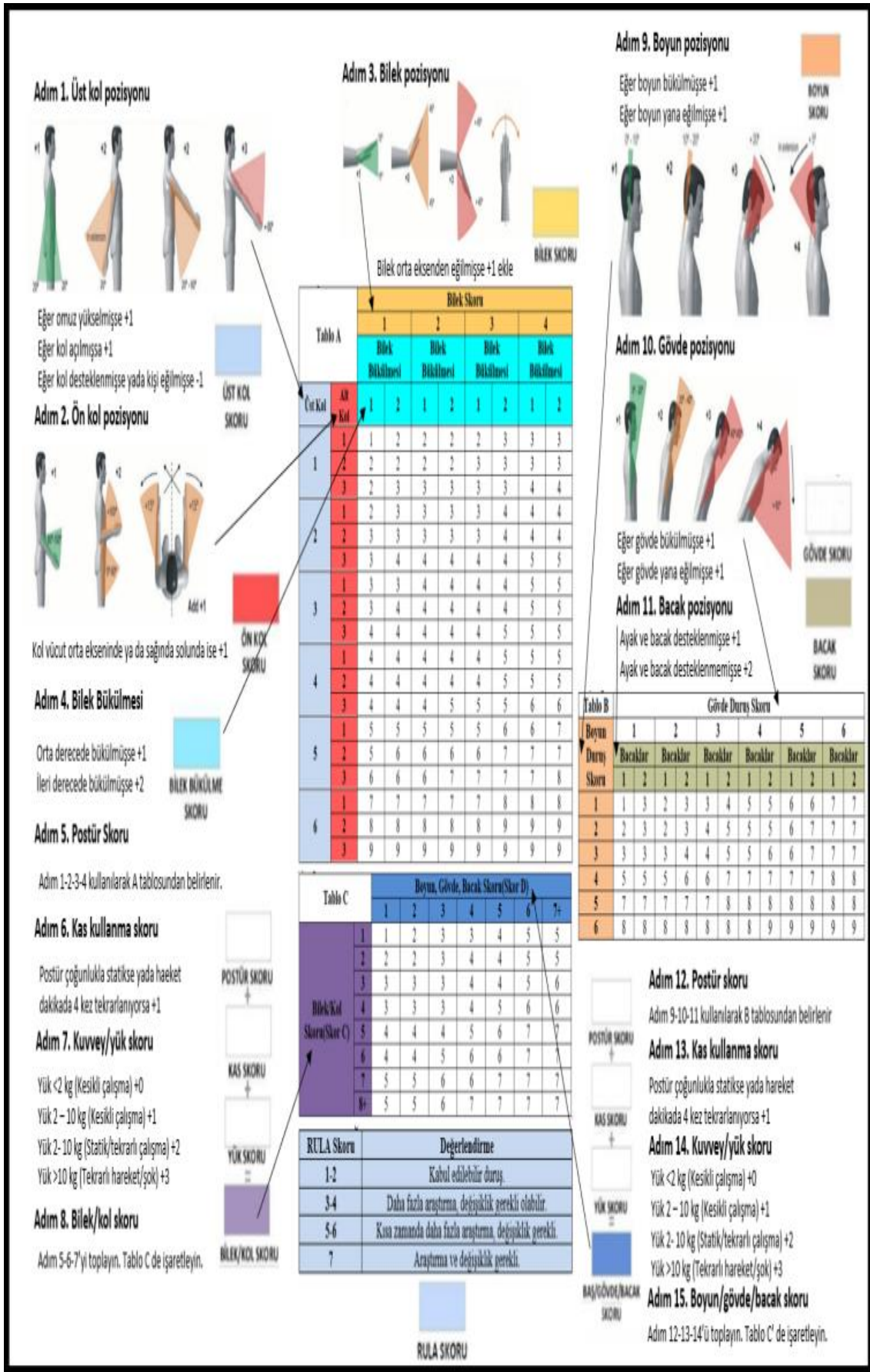
RULA Yönteminin Sınırları

- Odak noktası üst ekstremité ve gövdedir.
- Görev zamanının belli bir noktası için dikkate alınmaktadır.
- RULA yönteminde, hareket aralıklarını değerlendirirken belirli sınırlar söz konusudur. Örneğin, üst kolun 20° fleksiyonu düşük bir skorla sonuçlanırken 21° için durum belirsizdir.
- Bu yöntem, görevin süresini, dinlenme zamanını ve titreşimi dikkate almamaktadır.
- Yöntemde, bacakların dizden bükülme açıları dikkate alınmamaktadır. Oysaki bu durum, operatörün yüke dayanım süresini büyük ölçüde etkilemektedir.
- Yöntem, gözleme dayalı bir şekilde gerçekleştirildiği için elde edilen sonuçların kesinliği tartışmalıdır.
- Yöntem açısından farklı işlerde yapılacak uygulamalar için en iyi gözlem süresi ve gözlem aralıkları belirsizdir (Can, 2013).

RULA yöntemi “boyun, gövde, üst kol ve ellerin iş görevlerindeki” biyomekanik ve postüral yük gereksinimlerini dikkate almaktadır. Özellikle vücudun üst kısmındaki baskıların fazla olduğu, bel, sırt ve bacaklardaki yükün ise daha az olduğu işlerden kaynaklanan kas iskelet sistemi hastalığı risklerini analiz etmeye yardımcı olur. RULA yöntemine göre bir çalışma duruşunda vücut kısımları A (Üst Kol, Alt Kol ve Bilekler) ve B (Boyun, Gövde ve Bacaklar) grubu olarak ikiye ayrılır. Üst kol, alt kol ve bileklerin ayrı ayrı skorları belirlenir ve Tablo A yardımıyla bu skorların kombinasyonundan oluşan bir postür skoru belirlenerek bu skora Kuvvet/Yük Skoru ve Kas Kullanım Skorunun eklenmesiyle Bilek/Kol Skoru elde edilir. Boyun, gövde ve bacakların da ayrı ayrı skorları belirlenir ve Tablo B yardımıyla bu skorların kombinasyonundan oluşan bir postür skoru belirlenerek bu skora da Kuvvet/Yük Skoru ve Kas Kullanım Skorunun eklenmesiyle Boyun/Gövde/Bacak Skoru elde edilir. Daha sonra Tablo C kullanılarak Bilek/Kol Skoru ve Boyun/Gövde/Bacak Skorunun kombinasyonundan oluşan RULA Skoru elde edilir. RULA yöntemindeki bu hesaplamalar Şekil 7 ve 8’de gösterilen adımlar takip edilerek yapılmaktadır (Baş ve Yapıcı, 2020).

	Hareket	Puan	Puan değişimi	Temsili pozisyon
Üst Kol	0° - 20° fleksiyon (bükülme)	1	Omuz yükselmişse +1 Eğer kollar açılmışsa +1 Eğer kol desteklenmi ş yada kişi ağılmış ise - 1.	
	0° - 20° ekstansiyon (esneme)	2		
	20° - 45° fleksiyon (bükülme)	3		
	> 20° ekstansiyon (esneme)	4		
Ön Kol	0° - 90° fleksiyon (bükülme)	1	Kol vücut orta ekseninden sağında ya da solunda ise +1 ekle	
	> 90° fleksiyon (bükülme)	2		
Bilek	0° Nötr halde	1	Bilek orta ekseninden sağa-sola bükülüyorsa +1 ekle	
	0° - 15° fleksiyon (bükülme)	2		
	0° - 15° ekstansiyon (esneme)	3		
	> 15° fleksiyon (bükülme)	4		
Gövde	Nötr- düz duruş	1	Eğer gövdede bükülme ile beraber sağa-sola dönme varsa +1 ekle	
	0°-20° fleksiyon (bükülme)	2		
	20°-60° fleksiyon (bükülme)	3		
	> 60° fleksiyon (bükülme)	4		
Boyun	0°-10° fleksiyon (bükülme)	1	Eğer çalışma esnasında boyunda dönem yada yana bükülme varsa +1 ekle	
	10°-20° fleksiyon (bükülme)	2		
	> 20° fleksiyon (bükülme)	3		
	> 20° ekstansiyon (esneme)	4		

Şekil 7. RULA Duruş Puanlaması (Baş ve Yapıcı, 2020).



Şekil 8. RULA Yöntemi Uygulama Aşamaları (Baş ve Yapıcı, 2020).

Aşağıdaki çizelgede HMD (QEC), REBA, RULA ve OWAS analiz yöntemlerinin karşılaştırılmasına ilişkin bilgiler yer almaktadır.

Çizelge 2.18. Çalışma Duruşu Analiz Yöntemleri Özet Tablosu (Can, 2013'ten değiştirilerek kullanılmıştır).

Değerlendirme Kriterleri	REBA	OWAS	HMD (QEC)	RULA
Tipi	Risk Değerlendirme	Risk Değerlendirme	Kontrol Listesi	Risk Değerlendirme
Ana Özelliği	Değerlendirme için eylem seviyelerinin kullanarak vücut duruşlarının ve kuvvetin sınıflandırılması	Vücut duruşları ve kuvvet için zaman örnekleme	İşçi beyanı ve gözlemci cevaplarıyla ana vücut bölgelerindeki zorlanma seviyelerinin belirlenmesi	Değerlendirme için eylem seviyelerinin kullanarak vücut duruşlarının ve kuvvetin sınıflandırılması
Değerlendirilen Vücut Kısımları	Gövde, boyun, kollar, bilekler, bacaklar	Sırt, baş, kollar, bacaklar	Boyun, omuz, kollar, bilekler, eller, bel	Boyun, gövde, kollar, bilekler
Gerekli Olan Araçlar	REBA formu ve tabloları		Kontrol Listesi	RULA formu ve tabloları

Aşağıda yer alan bölümde, çalışma için seçilen ve kullanılan materyaller ile izlenen metotlara ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Çalışmanın devamında yer alan uygulama bölümünde, seçilen ergonomik risk analizi yöntemlerinin belirlenen görevler üzerindeki uygulama aşamaları gösterilmiştir.

Çalışmanın son bölümü olan sonuçlar ve tartışma bölümünde ise, elde edilen bulgular ışığında yapılan değerlendirmelere ve önerilere yer verilmiş olup, karşılaştırmalı veriler sunulmuştur.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmamızda, mobilya üretimi yapan bir adet büyük ölçekli, bir adet orta ölçekli ve dört adet küçük ölçekli olmak üzere toplam altı farklı işletmede ergonomik risk analizi yapılmış olup, çalışma yapılan firmalara ilişkin bilgiler Çizelge 3.1’de yer almaktadır. Çalışmamızda firma isimleri yerine bu çizelgede verilen firma kodları kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Ergonomik Risk Analizi Yapılan Firmalar ve Kodları.

Firma Kodu	Firmanın Yer Aldığı Bölge	Firma Ölçeği
Firma 1	ASO 1. OSB Sincan/ANKARA	Büyük Ölçekli
Firma 2	Siteler/ ANKARA	Orta Ölçekli
Firma 3	Siteler/ ANKARA	Küçük Ölçekli
Firma 4	Siteler/ ANKARA	Küçük Ölçekli
Firma 5	Siteler/ ANKARA	Küçük Ölçekli
Firma 6	Siteler/ ANKARA	Küçük Ölçekli

Büyük ölçekli işletme olan Firma 1’de, 6 farklı iş istasyonunda yerine getirilen çeşitli görevler ve bu görevlerde çalışan işçiler analiz için seçilmiştir. Orta ölçekli işletme olan Firma 2’de, 1 adet iş istasyonunda yapılan görev ve bu görevde çalışan işçi analiz için seçilmiştir. Küçük ölçekli olan işletmelerden Firma 3’te ise, 6 farklı iş istasyonunda yerine getirilen çeşitli görevler ve bu görevlerde çalışan işçiler analiz için seçilmiştir. Küçük ölçekli olan işletmelerden Firma 4’te, 1 adet iş istasyonunda yapılan görev ve bu görevde çalışan işçi analiz için seçilmiştir. Bir diğer küçük ölçekli işletme olan Firma 5’te, 1 adet iş istasyonunda yerine getirilen görev ve bu görevde çalışan işçi analiz için seçilmiştir. Küçük ölçekli işletmelerin sonuncusu olan Firma 6’da ise, 1 adet iş istasyonunda yapılan görev ve bu görevde çalışan işçi analiz için seçilmiştir.

Çalışanların eylemsel duruşlarının gözlenmesi; iş istasyonlarının çalışma sürelerine bağlı olarak ortalama 3,5-6,5-7,5 ve 11,5 dakikalık video çekimleri, fotoğraf çekimleri, gözlem ve maruziyet değerlendirme formları ile yapılmıştır. Çalışmamızda en yoğun çalışılan iş istasyonları seçilmiş olup, bu görevlerde çalışan işçilerin çalışma anındaki

faaliyetleri; iş tekrarlarını ortaya koyacak çeşitli süreler boyunca hem video kamera ile kaydedilmiş hem de gözle incelemeye dayalı gözlemler ile değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Kamera kaydı ve fotoğraf çekimleri sonucu çalışma duruşları arasından en uygun olanları seçilmiş olup, çalışma duruşlarına ait açılar ise Smart Protractor isimli uygulama ile ölçülmüştür. Ergonomik risk analizi sonucu elde edilen risk düzeyi sonuçlarına ait veriler ise SPSS programı kullanılarak normallik testine tabi tutulmuş ve kullanılan dört yöntem arasında anlamlı bir fark olup olmadığı analiz edilmiştir.

Çalışanların iş esnasındaki duruş pozisyonları, makine çeşidine bağlı süreçlere ve yapılan işin türüne bağlı olarak REBA, OWAS, HMD ve RULA yöntemleri ile ergonomik risk analizine tabi tutulmuştur. Söz konusu yöntemlere ilişkin olarak kullanılan; duruşlar ve ilgili kod numaraları, kaldırılan kütle kodları, duruş şekillerinin sınıflandırılması ve tehlike sınıfları “genel bilgiler” başlığı altında yukarıda verilmiştir.

3.2. Metot

Çalışmada Kullanılan Risk Analizi Metotları

Günümüzde teknolojinin ilerlemesiyle endüstri alanında birçok üretim sürecinde insan gücüne olan ihtiyaç azalmıştır. Buna rağmen birtakım üretim sistemlerinde halen emek yoğun bir çalışma sürdürülmektedir. Bu sistemlerde ergonomik açıdan incelenen en önemli konulardan biri çalışma duruşlarıdır. İnsan gücüyle gerçekleştirilen bazı işlerde çalışanları rahatsız eden duruşlar oluşmaktadır. Özellikle; ayakta, eğilerek, dönerek veya uzanarak çalışma gibi duruşlar çalışan sağlığını ve performansını etkileyen ve ergonomik açıdan uygun olmayan duruşlardır (Atıcı ve ark., 2015).

Çalışanların iş esnasındaki uygun olmayan çalışma duruşları başta sırt, bel ve boyun olmak üzere bazı vücut bölgelerinde ağrı ve rahatsızlık oluşmasına ve yorulmaya sebep olabilmektedir. Bu sebeple bahsedilen duruşlar kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına sebep olmakla beraber, aynı zamanda çalışanın iş performansının ve üretim kalitesinin düşmesine de neden olmaktadır. Hem işletme açısından hem de çalışan açısından önemli bir konu olan çalışma duruşlarının incelenmesi ve değerlendirilmesi de ergonomi bilimi içerisinde önemli bir yer tutmaktadır (Atıcı ve ark., 2015).

Söz konusu tez çalışmamız ile yapılan literatür taraması sonucu, REBA, OWAS, HMD ve RULA yöntemlerinden bir veya birkaçı kullanılarak çeşitli sektörlerde yapılmış olan ergonomik risk analizine ilişkin çalışmalar incelenmiş olup, aşağıda bu çalışmaların sonuçlarına yer verilmiştir.

- Ülker ve Burdurlu (2012) “Panel Mobilya İmalatında Kullanılan Bazı Makinelerde OWAS Yöntemi ile Eylemsel Duruş Analizi” isimli çalışmalarında; panel mobilya imalatının belirli bir sürecine ait kenar bantlama, dikey delik ve daire testere makineleri ile yapılan işler esnasında, çalışanların iş anındaki duruşlarını fiziksel zorlanma ve yüklenmeleri göz önüne alarak analiz yapmışlardır. Risk değerlendirme yöntemi olarak OWAS kullanılmıştır. Analiz sonucuna göre riskli duruşları ortadan kaldırmak amacıyla çeşitli iyileştirmeler yapmışlar, devamında iyileştirme öncesi ve sonrası durumları karşılaştırarak risk düzeylerinde toplamda %37’lik bir azalma elde ettiklerini belirtmişlerdir.
- Koç ve Testik (2016) “Mobilya Sektöründe Yaşanan Kas-İskelet Sistemi Risklerinin Farklı Değerlendirme Metotları İle İncelenmesi ve Minimizasyonu” isimli çalışmalarında; bir mobilya fabrikasında çalışanlar üzerinde işe bağlı gelişen rahatsızlıkları tespit etmek amacıyla OWAS, REBA, QEC (HMD) ve ManTRA yöntemleri ile ergonomik risk değerlendirmesi yapmışlar ve belirledikleri ergonomik risklere yönelik çözüm önerileri geliştirmişlerdir. Değerlendirmeye tabi tuttukları görevlerin her biri için, 4 risk analizi yönteminden en az birine göre hemen iyileştirme yapılması gerektiğini ortaya koymuşlardır. Belirledikleri risk faktörlerinin başında yanlış çalışma duruşunun geldiğinden bahsetmişler, bel seviyesi altında çalışmaya engel olmak amacıyla lift kullanılması önermişler ve yapılan iyileştirme sonrası çalışma duruşlarında düzeltilmeler olduğu ortaya koymuşlardır. Diğer bir riskin, çalışanın omuz yüksekliğinin çok üzerinde çalışması olduğu belirlenmişler, buna yönelik istiflenen parça miktarının azaltılmasını ve omuz seviyesini aşmayacak bir yükseklikte çalışılmasını önermişlerdir. Bunların dışında kas-iskelet sistemi üzerindeki yükü artıran çalışma pozisyonları (transpalet kullanımı, tır yükleme-boşaltma görevleri, hiçbir ayarı olmayan sandalyelerde sabit görevler yapılması, bel seviyesi altında yapılan görevler, aşırı eğilerek yapılan görevler, çalışanların kapasiteleri üzerinde yük taşınması vb.) olduğunu belirlemişler ve düzeltilmesine yönelik öneriler sunmuşlardır. Önerilerin fabrika tarafından hayata geçirilmesi

sonucu, kullanılan risk analizi yöntemlerine göre iyileşmelerin olduğu ortaya konulmuştur.

- Çiçek ve arkadaşları (2018) “Bir Mobilya İşletmesinin Montaj Hattında Ergonomik Risk Analizi” isimli çalışmalarında; mobilya sektöründe fiziksel zorlanmaların yoğun olduğunu, işçilerin aşırı yük altında çalıştıklarını, buna bağlı olarak da kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının meydana geldiğini ortaya koymuş olup, çalışan duruşlarını analiz etmek için REBA, OWAS ve HMD yöntemlerini kullanmışlardır. En çok riskin sünger takma işi esnasında ortaya çıktığını tespit etmişler ve iyileştirmeye yönelik öneriler sunmuşlardır. Diğer riskli işlemin ise gövdeyi iskelete zımbalama olduğunu belirlemişler ve risk değeri yüksek çıkan bu işlem için de işçiler için daha ergonomik ve konforlu bir çalışma ortamı oluşturulması gerektiğini vurgulamışlardır.
- Akay ve arkadaşları (2003) “Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi” isimli çalışmalarında; bir oto-servis istasyonunda uygun olmayan çalışma duruşlarının yol açtığı meslek hastalıklarını tespit etmek amacıyla OWAS yöntemini kullanarak ergonomik risk analizi yapmışlardır. Analiz sonucunda yapılan işlerin %20 civarında bir bölümünün kas-iskelet sistemi üzerinde zorlanmaya yol açtığını belirlemiş ve çözüm olarak arabaların kaldırma tertibatları ile yükseltilmesini önerilmişlerdir. Yapılan düzenleme ile tehlike seviyesi yüksek olan çalışma duruşlarının görülme sıklığını %20’den %9,5’e kadar düşürmüşlerdir.
- Erdiç ve Vayvay (2006) “Hızlı Maruziyet Değerlendirme Ölçütü (Quick Exposure Check) Yöntemiyle Tekstil Üretimindeki Ergonomik İyileştirmelerin Kas-İskelet Risklerine Etkisinin İncelenmesi” isimli çalışmalarında; tekstil üretiminde makine ile gerçekleştirilen dikim işlemi esnasında meydana gelen riskleri HMD (Hızlı Maruziyet Değerlendirme) yöntemiyle incelenmişlerdir. Çalışanlara ergonomi eğitimi verilmesi ve düşük maliyetli ergonomik iyileştirmeler yapılması gibi öneriler sunmuşlardır. Yapılan ergonomik düzenlemelerden sonra risk düzeylerinin anlamlı seviyede azaldığını belirlemişlerdir.
- Atasoy Mert (2014) “Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Çanta İmalat Atölyesinde Uygulanması” isimli çalışmada; OWAS, QEC (HMD), REBA, PLIBEL ve ManTRA ergonomik

risk değerlendirme yöntemleriyle, 6 alışanlı bir deri çanta imalat atölyesinde İşle İlgili Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları (İKİSR) oluşumuna sebep olabileceği düşünölen tüm görevleri analiz etmişlerdir. Yaptıkları bu çalışma neticesinde, tek yöntemle ergonomik risk değerlendirmesi yapılmasının doğru sonuçlar vermeyeceğini belirlemiş ve çalışma duruşları ile risk düzeylerine göre düzeltici önlemler alınmasının, ergonomik açıdan iyileştirilme sağlanabilmesinde önemli rol oynadığı sonucuna varmışlardır. Özellikle düzeltici önlemlerin planlanması aşamasında çalışanların fikirlerinin alınması ve işlerin buna göre tekrar düzenlenmesi gerektiği, bununla birlikte duyarlılık eğitimleri verilmesinin gerektiği yönünde görüş belirtmişlerdir.

- Atıcı ve arkadaşları (2015) “alışanlarda Zorlanmaya Neden Olan Duruşların REBA Yöntemi İle Ergonomik Analizi” isimli çalışmalarında; kablo imalatı yapan bir işletmede uygunsuz çalışma duruşlarının iyileştirilmesi amacıyla REBA yöntemi ile analiz gerçekleştirmişlerdir. Yaptıkları analiz ile çalışanlar üzerinde oluşan fiziksel zorlanmalar belirlenmiş ve bunlara yönelik düzenlemeler ortaya koymuşlardır. Montaj işleri esnasında uzun süre ayakta kalmanın, eğilerek ve uzanarak çalışmanın yorulmalara ve zorlanmalara neden olduğu belirlemişler ve iyileştirme için yeni bir çalışma hattı tasarımı önermişlerdir. Çalışma sonunda, montaj masalarının çalışanın boyuna göre ayarlanabilmesi temin edilerek ergonomik iyileştirmeler sağlanmıştır.
- Sağiroğlu ve arkadaşları (2015) “REBA İle Bir Üretim Hattındaki İş İstasyonlarının Ergonomik Risk Analizi” isimli çalışmalarında; kompresör üreten bir fabrikada, on adet iş istasyonunu risk analizi yaparak REBA yöntemi ile değerlendirmişler ve gerekli iyileştirme önerilerini fabrika yönetimine sunmuşlardır. Sonuç olarak, krank sepetinin konumunun değiştirilmesi, çalışanlara için yükseklik ayarlı koltuklar temin edilmesi, ağır yüklerin kaldırıldığı iş noktalarına vakumlu yük kaldırma araçlarının alınması sağlanarak mevcut ergonomik riskler azaltılmıştır.
- Ulutaş ve Gündüz (2017) “Otomotiv Kablo İmalatında Ergonomik Risk Analizi” isimli çalışmalarında; kablo üretimi yapılan bir fabrikada kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının tespit edebilmek amacıyla, iki adet iş istasyonunda, HMD ve REBA yöntemleri ile ergonomik risk analizi yapmışlardır. Mevcut problemleri ortadan kaldırabilmek için yeni üretim hattı tasarlamışlardır. Sonuç olarak, yeniden yapılan analizler ile kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına sebep

olabilecek etkenlerin anlamlı düzeyde azaldığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca, yaptıkları düzenlemeler neticesinde, çalışanların memnuniyetinde ve üretim kalitesinde artış olduğunu ve iş gücü kayıplarının azaldığını belirlemişlerdir.

- Özoğul ve arkadaşları (2017) “Bir Metal Sanayi İşletmesinde Ergonomik Risk Analizi” isimli çalışmalarında; genişleme tankı imal eden bir işletmede yedi farklı görev için çalışanların maruz kaldıkları ergonomik risk seviyelerini belirlemek amacıyla REBA ve OWAS yöntemleri ile analiz yapmışlardır. Risk düzeylerinin çalışanların çoğunda orta veya yüksek seviyede olduğunu belirlemişler ve bunlara yönelik iyileştirme önerilerinde bulunmuşlardır. Önerdikleri düzenlemeler neticesinde, işlemlerin risk düzeylerinin en alt seviyelere çekerek, kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının önlenebileceğini ve işletmede buna bağlı kayıpların azaltılabileceğini ortaya koymuşlardır.
- Delice ve arkadaşları (2018) “Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemleri ve AHP Yöntemi İle Çalışma Duruşlarının Analizi: Ağır ve Tehlikeli İşler İçin Bir Uygulama” isimli çalışmalarında; tüp imalatı yapan bir fabrikada riskli çalışma duruşlarını içeren görevleri ortaya çıkarmak amacıyla, REBA, OWAS, QEC ve ManTRA analiz metotları ile ergonomik risk değerlendirmesi yapmışlardır. Bu yöntemler ile elde ettikleri risk değerlendirme değerlerini AHP yöntemini kullanarak bütünleşik bir risk değerlendirmesine dönüştürmüşlerdir. Sonuç olarak, en çok risk taşıyan görevlerin tüpün alt bölümünü oluşturma ve küçük tüpleri asma işlemi esnasında meydana geldiğini belirlemişler, söz konusu görevlerde en çok zorlanmanın sırt, kol ve bileklerde olduğunu ortaya koymuşlardır. Çözüm olarak; işçilerin aşırı derecede eğilmesini önlemek için yüksekliği ayarlanabilir palet kullanımı, tüplerin omuz hizasından daha aşağıda bir alana asılması, elle taşımanın nasıl uygun şekilde yapılacağına ilişkin eğitimlerin verilmesi ve iş istasyonlarının ergonomik ilkeler eşliğinde yeniden düzenlenmesi gibi önerilerde bulunmuşlardır. Önerilerin hayata geçirilmesi neticesinde; kolların zorlanmanın azaltılarak uzanma mesafesinin kısaltılabileceğini, sırt, kol ve bileklerdeki fiziksel baskı ve zorlanmaların azaltılabileceğini ortaya koymuşlardır.
- Baş ve Yapıcı (2020) “İş İstasyonlarında Çalışanlarda Zorlanmaya Neden Olan Duruşların Ergonomik Açıdan İrdelenmesi: Örnek Uygulama” isimli çalışmalarında; gıda üreten bir işletmede, üç farklı bölümde çalışan işçilerin çalışma duruşlarını REBA ve RULA yöntemleri analiz etmiş ve işletmeye

mevcut çalışma koşullarını iyileştirici öneriler sunmuşlardır. Sonuç olarak, analiz ettikleri belirli görevlerde yüksek risk bulunduğunu belirlemişler ve çalışanların sağlık durumlarının korunması ve olası kas iskelet sistemi hastalıklarının önlenmesi için raf sistemlerinin oluşturulması, çuvalların boyut ve ağırlıklarının azaltılması, hammadde konulan çuvallarının uygun bir şekilde istiflenmesi, çuvallarının kaldırılma ve taşınma esnasında yük taşıyıcıların kullanılması gibi çözüm önerileri sunarak, ergonomik olarak iyileştirmeler ortaya koymuşlardır.

- Zengin (2020) “Çalışma Duruşları Değerlendirme Yöntemlerinin İstatistiksel Açıdan Karşılaştırılması: İnşaat Sektöründe Bir Uygulama” isimli çalışmada; inşaat sektöründe 51 farklı çalışma duruşu için QEC (HMD), OWAS ve REBA yöntemlerini kullanmıştır. Sonuçta olarak, Ergonomik Risk Değerlendirmesinin gerçekleştirilmesi ve neticesinde düzeltici eylemlerin planlanması önermiş olup, yapılan iyileştirmelerin sonuçlarının ise sürekli olarak izlenmesinin gerektiğini ortaya koymuştur.
- Yamankaradeniz ve arkadaşları (2020) “Likid Petrol Gazı Pompacılarının Çalışma Duruşlarının OWAS Yöntemi İle Değerlendirilmesi” isimli çalışmalarında; Bursa ilinde faaliyet gösteren bir oto gaz istasyonunda çalışan işçilerin uygunsuz çalışma duruşlarına ve buna bağlı ortaya çıkan kas-iskelet sistemindeki zorlanmaları ortaya çıkarabilmek amacıyla, OWAS yöntemini kullanarak risk analizi yapmışlardır. Çalışma boyunca, LPG doldurma işlemine ilişkin video kayıtları ve mevcut güvenlik kameralarına ait kayıtları inceleyerek riskli çalışma duruşlarını belirlemişlerdir. Netice olarak, yapılan analiz sonucuna göre önerilen iyileştirmeler ile çalışma süresinde ve riskli çalışma pozisyonlarında azalma olduğu belirlenmiştir.
- Ağar ve Kızıltan (2022) “Ofis Çalışanlarında Kas İskelet Sistemi Sorunları ve Ergonomi” isimli çalışmalarında; ofislerde çalışan insanların kas-iskelet sisteminde meydana gelen rahatsızlıkları belirlemek, ergonomik düzenlemelerin çalışanlara yönelik nasıl etkiler bıraktığını incelemek ve bu alanda çalışan insanlar için risk değerlendirilmesinde kullanılabilecek araçları ortaya koyabilmek amacıyla çeşitli bilgiler sunmuşlardır. Tüm analiz yöntemleri içinde ROSA ve RULA’nın üst ekstremitenin değerlendirilmesi için güvenilir bir yöntem olduğunu hususunda önermede bulunmuşlardır. Ofislerde mevcut çalışma alanlarına yönelik yapılacak birtakım ergonomik düzenlemeler ile

uygun çalışma duruşlarının temin edilebileceğini ve kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının önüne geçilebileceğini ortaya koymuşlardır.

- Cremasco ve arkadaşları (2019) “Risk Assessment for Musculoskeletal Disorders in Forestry: A Comparison between RULA and REBA in the Manual Feeding of a Wood-Chipper” isimli çalışmalarında; İtalya’da bir odun parçalayıcının elle beslenmesi sırasında operatörün aldığı duruşları değerlendirmek, biyomekanik postural aşırı yüklemeyi belirlemek ve risk değerlendirmesi için daha etkili ve uygun yöntemi belirlemek amacıyla RULA ve REBA’yı karşılaştırmalı kullanmak suretiyle ergonomik risk analizi yapmışlardır. Sonuç olarak, üst ekstremitelerde çeşitli duruş sorunları olduğunu belirlemişler ve RULA’nın, hedeflenen görevler sırasında operatörün sağlığını korumak için daha uygun bir yöntem olduğunu ortaya koymuşlardır. İnsan ve odun parçalayıcı arasındaki etkileşimi geliştirmeye yönelik çıkarımlar yapmışlardır.
- Enez ve Nalbantoğlu (2019) “Comparison of Ergonomic Risk Assessment Outputs From OWAS and REBA in Forestry Timber Harvesting” isimli çalışmalarında; Ankara’da ormancılık kereste hasadı alanında, OWAS ve REBA yöntemlerini kullanarak, çalışma aşamalarını karşılaştırmak suretiyle, kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına yönelik risk faktörlerini belirlemek amacıyla 58 orman işçisinin hasat sırasındaki 3119 farklı çalışma duruşunu incelemişlerdir. Yaptıkları analizler sonucunda, kullandıkları iki analiz yöntemi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlemişlerdir. REBA’ya göre orta düzeyde zorluk tespit etmişler, OWAS yöntemine göre ise en kısa zamanda ergonomik düzenleme yapılması gerektiğini belirlemişlerdir. Orman işçilerinde kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına ilişkin risklerin azaltılmasına yardımcı olacak, çalışma koşullarına uygun, kullanımı kolay ergonomik el aletlerinin geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymuşlardır. Motorlu testere kullanımında rotasyonlu çalışmayı önermişler, beraberinde işe uygun alet ve makine kullanımının sağlanmasını tavsiye etmişlerdir.
- Ispăsoiu ve arkadaşları (2021) “Study On The Application Of The QEC (Quick Exposure Check) On The Ergonomic Risks Assessment In The Industrial Field” isimli çalışmalarında; otomotiv sektöründe çalışan işçilerin ağır kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına maruz kaldıklarını belirlemiş ve Romanya’da otomotiv sektöründe çalışanlar üzerindeki KİSR etkilerini analiz etmek amacıyla QEC

(HMD) yöntemiyle ergonomik risk analizi yapmışlardır. Çalışmalarında işçi duruşlarını gözlemlemek için sağlık açısından birçok risk içeren, metal parçaların bir arabadan işlenmek üzere bir konveyör bandına manuel olarak aktarılması ve bunun tersi olarak, işlenmiş parçaların bir konveyör bandından alınıp bir arabaya yerleştirilmesi görevini analiz etmişlerdir. Söz konusu görevler yerine getirilirken, yanlış ve/veya uygun olmayan pozisyonlara bağlı olarak, çalışanların vücutlarının bazı bölgelerinin olumsuz şekilde etkilendiğini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda, işçilerin yüksek ve sürekli çalışma oranına sahip olması, ellerde ağır parçalar ile gövdenin tekrarlanan bükülme hareketleri ve dönüşü ve parmak uçlarıyla parçaların tekrar tekrar kavraması sonucu omurganın, bileklerin, dirseklerin ve omuzların olumsuz şekilde etkilendiğini belirlemişlerdir. Belirlenen KİSR'lerin önlenmesi için ise parça taşımasında konveyör kullanımı, görevin gerçekleştirildiği bandın değiştirilmesi, işçiler için doğru çalışma pozisyonlarının sağlanmasını önermişler, bu sayede işçi refahı ve verimlilik düzeyinde artış olacağını ortaya koymuşlardır.

- Lee ve Han (2013) “Analysis of Working Postures at a Construction Site Using the OWAS Method, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics” isimli çalışmalarında; Tayvan’da, inşaat işçilerinin ahşap bir kulübenin temellerini inşa ederken çalışma esnasında işçilerin pozisyonlarının analizinde OWAS kullanmış, çalışmayı ortalama 40 yıl tecrübeli üç inşaat işçisi üzerinde yapmışlardır. Ahşap bir kulübenin temellerini inşa etmeye yönelik sekiz temel iş, bir şantiyede videoya kaydedilmiş ve daha sonra laboratuvarında analiz edilmiştir. Bu çalışma ile aynı zamanda, çelik çubuklarla kiriş bağlama, kolon şablonlarını monte etme ve zemini betonla doldurmanın, temelleri inşa eden işçilerin kötü çalışma duruşu sergilediği 3 ana iş olduğunu da belirlemişlerdir. Sonuç olarak dinamik bir şantiyede kötü duruşu azaltmak amacıyla, işçilerin; gövdeyi döndürmekten kaçınmak, çalışma sırasında yeterli dinlenme zamanı ayırmak ve her kötü duruşta harcanan zamanı azaltmak için duruşlarının ve adım yönelimlerinin farkında olmaları gerektiğini ortaya koymuşlar, KİSR’i azaltmak için daha iyi çalışma yöntemleri geliştirilmesini önermişlerdir.
- Kothari ve arkadaşları (2022) “Evaluation of Risk of Musculoskeletal Disorder Using RULA and REBA Ergonomic Assessment Among Nursing Professionals” isimli çalışmalarında; Hindistan’da, hemşirelerde kas-iskelet sistemi

rahatsızlıklarının gelişmesi sürecine etki eden olası nedenleri belirlemek amacıyla RULA ve REBA yöntemleriyle analiz yapmışlardır. 96 kişi üzerinde yapmış oldukları çalışmada REBA yöntemine göre üst ekstremitede KİSR oluşumunda deneklerin; %0'ının ihmal edilebilir risk, %9'unun düşük risk, %40'ının orta risk, %38'inin yüksek risk ve %13'ünün ise çok yüksek risk altında olduğunu belirlemişlerdir. RULA yöntemine göre ise üst ekstremitede KİSR oluşumunda deneklerin; %0'ının ihmal edilebilir risk, %10'unun düşük risk, %46'sının orta risk ve %44'ünün yüksek risk altında olduğunu belirlemişlerdir. En çok etkilenen vücut bölgelerinin; bel, ayak bileği/ayak, boyun, diz, sırtın üst kısmı, omuz ve en az etkilenen kısımlar ise bilek, kalça/uyluk ve dirsekler olduğunu belirlemişlerdir. Hemşirelerin %44'ünün iş istasyonu koşullarının dayattığı kötü duruş nedeniyle en az bir uzvunda KİSR yaşadığını ortaya koymuşlardır. Mevcut koşullar altında hemşirelerin çalışma postürlerinin, çalışma saatlerinin uzun olmasının ve uygun olmayan iş istasyonlarının KİSR'lere yol açtığını belirlemişlerdir. Bu nedenle hemşirelerin iş istasyonlarındaki duruşlarının araştırılması ve acilen bazı değişikliklerin yapılmasını, hemşirelere yönelik ergonomik programların bir an önce hayata geçirilmesini, semptom ve risk düzeyi yüksek olanların medikal tedavisinin sağlanmasını önermişlerdir.

Yukarıda yer alan çalışmaların genelinde, kullanılan analiz yöntemlerinin verdikleri sonuçlar itibarıyla birbirlerinden ayrışabileceği belirtilmiştir. Özellikle, Çiçek ve arkadaşları (2018) yukarıda adı geçen çalışmalarında “OWAS yönteminin daha çok güç ve vücudu kullanmayı gerektiren işlerde başarılı olduğunu, REBA yönteminin tüm vücut değerlendirmesiyle pratik bir yöntem olduğunu, HMD yönteminin ise diğer yöntemlere ilave başka parametreleri de dikkate aldığı için daha tutarlı sonuçlar verdiğini” belirtmişlerdir.

Bu çalışmada; fiziksel baskıları, çalışma esnasındaki duruşları ve uygun olmayan çalışma duruşlarının sebep olduğu rahatsızlıkları tespit ederek, söz konusu duruşları iyileştirmek için kullanılan dört adet risk analizi değerlendirme metodu ile yapılmış olan bir uygulama çalışması ele alınmıştır.

4. UYGULAMA

Araştırmanın uygulama aşamasında, mobilya üretimi yapan bir adet büyük ölçekli, bir adet orta ölçekli ve dört adet küçük ölçekli olmak üzere toplam altı farklı işletmede ergonomik risk analizi yapılmıştır. Seçilen mobilya işletmelerinde yapılan tüm çalışmalar işletme sahibinin onayı alınmak suretiyle, üretimden sorumlu çalışanlar rehberliğinde gerçekleştirilmiştir.

Büyük ölçekli işletme olan Firma 1’de; CNC Delik Makinesi, Çok Amaçlı CNC Makinesi, Kenar Bantlama Makinesi, Daire Testere, Kaplama Ebatlama-Baş Kesme-Dikiş Makinesi ve Sıcak Pres Makinesi olmak üzere 6 farklı iş istasyonunda “delik delme ve boşaltma, kapı işleme, panel ebatlama, kaplama ebatlama-dikiş-bantlama ve kontrol, tek taraflı panel bantlama ve kanal açma, MDF üzerine sıcak pres ile kaplama yapıştırma” gibi çeşitli görevler ve bu görevlerde çalışan işçiler analiz için seçilmiştir.

Orta ölçekli işletme olan Firma 2’de; CNC Çoklu Kesim Makinesini içeren 1 adet iş istasyonunda “panel ebatlama” görevi ve bu görevde çalışan işçi analiz için seçilmiştir. Küçük ölçekli olan işletmelerden Firma 3’te; Bungalov Ev üretimde yer alan Baş Kesme Makinesi, Montaj, Zımpara-Boya, Zımpara-Vidalama, Daire Testere ve Kalınlık Makinesi olmak üzere 6 farklı iş istasyonunda “lambri kesme, lambri çakma ve kapı montajı, astarlı ürünlere ince zımpara ve boya, camlı kapı zımpara ve çıta vidalama, suntalam levha ebatlama ve kalınlık makinesi ile ahşap rendeleme” gibi çeşitli görevler ve bu görevlerde çalışan işçiler analiz için seçilmiştir. Küçük ölçekli olan işletmelerden Firma 4’te; Koltuk ve Sandalye Döşeme işlemi için üretim yapılan 1 adet iş istasyonunda “sandalye döşeme” görevi ve bu görevde çalışan işçi analiz için seçilmiştir. Bir diğer küçük ölçekli işletme olan Firma 5’te; Delik Delme Makinesi olmak üzere 1 adet iş istasyonunda “menteşe deliği delme” görevi ve bu görevde çalışan işçi analiz için seçilmiştir. Küçük ölçekli işletmelerin sonuncusu olan Firma 6’da; Daire Testere Makinesini içeren 1 adet iş istasyonunda “MDF Lam kesme işlemi” görevi ve bu görevde çalışan işçi analiz için seçilmiştir.

Yukarıda bahsedilen iş istasyonları ve görevlerin seçimi için işletmelerin üretim süreçleri incelenerek risk değerlendirilmesi yapılmış olup, emek yoğun çalışılan ve fiziksel zorlanmaların en çok olduğu gözlemlenen iş istasyonu ve görevlerin seçilmesine özen gösterilmiştir. Seçilen iş istasyonları ve görevlerin, işletmelere göre dağılımı Çizelge 4.1’de belirtildiği gibidir.

Gözlem ve analizler Çizelge 4.1’de yer alan toplam 20 adet görev ve bu görevleri yerine getiren toplam 20 adet çalışan üzerinde yapılmıştır (Firma 3’te Daire Testere ve Kalınlık Makinesine ait görevler aynı çalışan tarafından yerine getirilmiştir. Ayrıca, Firma 3’te Bungalov Ev İmalatı Lambri Çakma işlemi çalışanı ile Kapı Montajı işleminin 1. çalışanı da aynı kişidir. Detaylar aşağıdaki görsellerde yer almaktadır). Çalışanların eylemsel duruşlarının gözlenmesi, iş istasyonlarının çalışma sürelerine bağlı olarak; orta ve küçük ölçekli işletmelerde ortalama 3,5-6,5 dakikalık, büyük ölçekli olan işletmede ise ortalama 7,5 ve 11,5 dakikalık video ve fotoğraf çekimleri, gözlem ve maruziyet değerlendirme formlarının doldurulması ile yapılmıştır.

İşçilerin çalışma esnasındaki eylemsel duruşlarına ilişkin video kaydı, gözlem ve maruziyet değerlendirme formları aracılığıyla toplanan veriler, REBA, OWAS, HMD ve RULA yöntemleri ile ergonomik risk analizine tabi tutulmuştur. Bütün işletmelerin REBA skoru, yapılan görevler esnasında gözlem yapılmak suretiyle REBA gözlem formunun doldurulması sonucu elde edilmiştir. OWAS yöntemi için görevler video kaydına alınmış, kayıtların incelenmesi ve ilgili tablolar ile verilerin işlenmesi sonucu her işletme için OWAS değeri bulunmuştur. İşletmelere ait HMD skorları gözlemci tarafından doldurulan formlar ile hesaplanmıştır. Söz konusu işletmelere ait RULA skorları ise, her bir görev için ayrı ayrı yapılan gözlemler ile RULA gözlem formu doldurularak hesaplanmıştır.

REBA, OWAS, HMD ve RULA risk değerlendirme yöntemleri Firma 1’de seçilen 6 adet göreve, Firma 2’de seçilen 1 adet göreve, Firma 3’te seçilen 6 adet göreve, Firma 4’te seçilen 1 adet göreve, Firma 5’te seçilen 1 adet göreve ve Firma 6’da seçilen 1 adet göreve tek tek uygulanmıştır.

Çizelge 4.1. Ergonomik Risk Değerlendirmesi Yapılan Görevler.

Görev No	İşletme Adı	İş İstasyonu	Uygulanan Görev	Parça Ağırlıkları (kg)
1	Firma 1	1. İstasyon: CNC Delik Makinesi	Panel delik açma ve kanal boşaltma işlemi	5-10
2	Firma 1	2. İstasyon: Çok Amaçlı CNC Makinesi	Kapı işleme işlemi	100
3	Firma 1	3. İstasyon: Daire Testere Makinesi	Panel ebatlama işlemi	2-2,5-3-25
4	Firma 1	4. İstasyon: Kaplama Ebatlama ve Dikiş (1. Çalışan)	Kaplama ebatlama, baş kesme, dikiş işlemleri	2
5	Firma 1	4. İstasyon: Kaplama Kontrol ve Bantlama (2. Çalışan)	Kaplama kontrol ve bantlama işlemi	2
6	Firma 1	5. İstasyon: Tek Taraflı Bantlama, Kanal Açma Makinesi	Kenar tıraşlama, perdahlama ve kanal açma işlemi	0,5-0,7-2,5-25
7	Firma 1	6. İstasyon: Sıcak Pres Makinesi (1. Çalışan)	MDF üzerine kaplama presleme işlemi	10-12,5-15
8	Firma 1	6. İstasyon: Sıcak Pres Makinesi (2. Çalışan)	MDF üzerine kaplama presleme işlemi	10-12,5-15
9	Firma 2	CNC Çoklu Kesim Makinesi	Panel ebatlama işlemi	25
10	Firma 3	Baş Kesme Makinesi	Lambri kesme işlemi	2, 20
11	Firma 3	Bungalov Ev İmalatı	Lambri çakma işlemi	0,5-2
12	Firma 3	Bungalov Ev İmalatı (1. Çalışan)	Kapı montajı işlemi	2
13	Firma 3	Bungalov Ev İmalatı (2. Çalışan)	Kapı montajı işlemi	50
14	Firma 3	Zımpara ve Boya	Astarlı ürünlere ince zımpara ve son kat boya işlemi	1,7-12
15	Firma 3	Camlı Kapı İmalatı	Zımparalama, çıta çalışması ve vidalama işlemleri	5-25
16	Firma 3	Daire Testere Makinesi	Suntalam ebatlama işlemi	2
17	Firma 3	Kalınlık Makinesi	Ahşap rendeleme işlemi	1-2
18	Firma 4	Koltuk ve Sandalye Döşeme	Sandalye döşeme işlemi	1-1,5-2-3-10-12
19	Firma 5	Delik Delme Makinesi	Menteşe deliği delme işlemi	4-10
20	Firma 6	Daire Testere Makinesi	MDF Lam kesme işlemi	4-7

Çizelge 4.2’de ise her bir çalışan için, yapılan iş süresi boyunca sergilenen en riskli çalışma pozisyonlarına ait açısal değerler yer almaktadır. REBA, OWAS, HMD ve RULA puanlarının hesaplanmasında söz konusu açısal değerler kullanılmıştır. Boyun duruşuna ait açılar en doğru pozisyonu gösterebilmek için aşağıda yer alan görsellerdeki gibi ölçeklendirilmiş olup, daha sonra açılar analiz şablonlarına uygun olacak şekilde 180°’den çıkarılmış ve nihai boyun açıları elde edilmiştir.

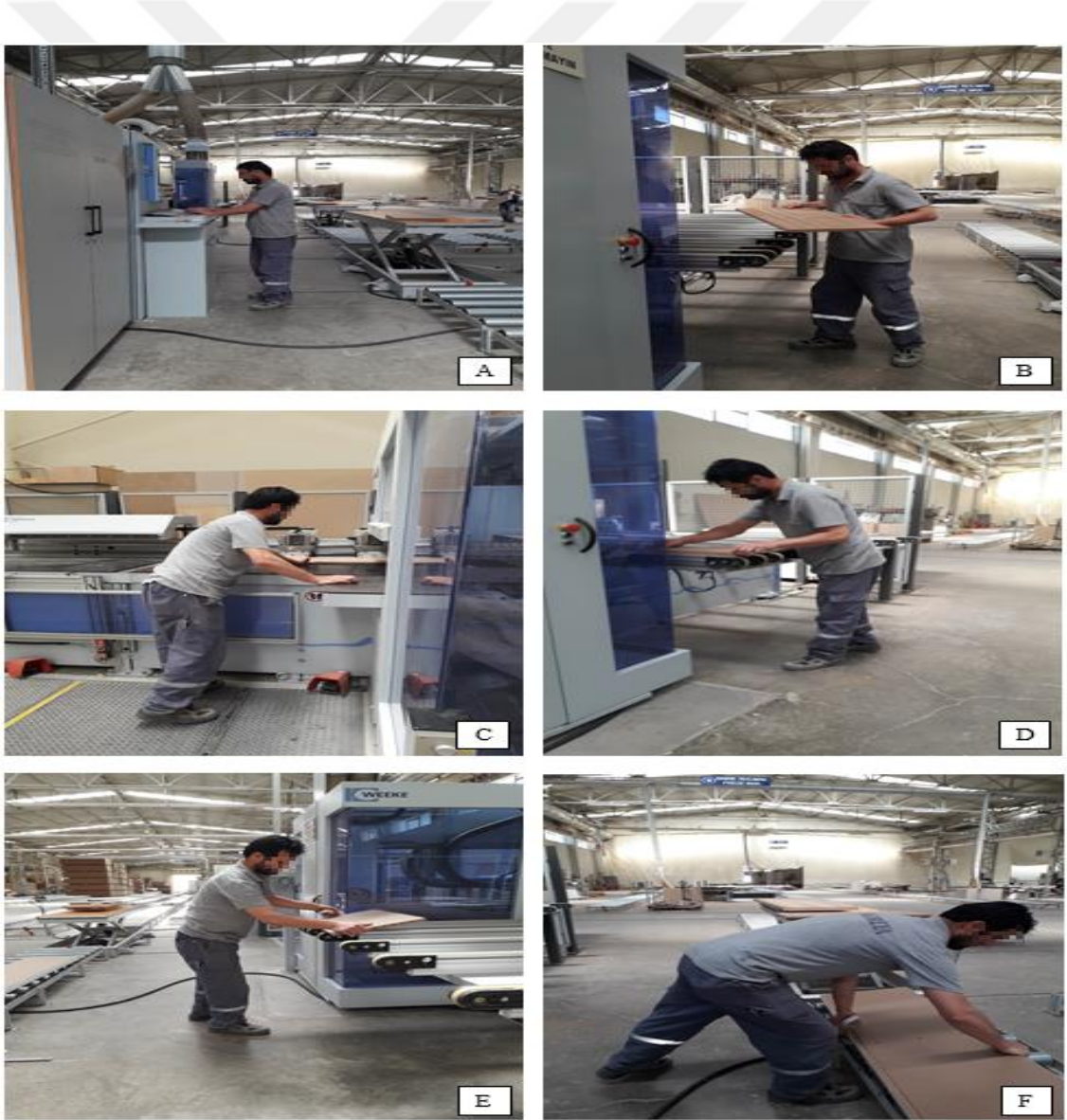
Çizelge 4.2. Çalışanların En Riskli Duruş Pozisyonlarına Ait Açılar.

Görev No	İşletme Adı	İş İstasyonu	Gövde	Boyun	Bacak	Üst Kol	Alt Kol	Bilek
1	Firma 1	1. İstasyon: CNC Delik Makinesi	83,7°	31,5°	44,3°	112,8°	32,6°	30,7°
2	Firma 1	2. İstasyon: Çok Amaçlı CNC Makinesi	61,0°	75,9°	47,4°	43,3°	34,1°	18,5°
3	Firma 1	3. İstasyon: Daire Testere Makinesi	76,1°	31,1°	54,9°	133,8°	44,8°	54,1°
4	Firma 1	4. İstasyon: Kaplama Ebatlama ve Dikiş (1. Çalışan)	44,7°	32,4°	26,7°	105,4°	55,4°	28,3°
5	Firma 1	4. İstasyon: Kaplama Kontrol ve Bantlama (2. Çalışan)	38,2°	37,2°	11,6°	117,1°	8,5°	12,7°
6	Firma 1	5. İstasyon: Tek Taraflı Bantlama, Kanal Açma Makinesi	74,1°	35,8°	46,6°	94,8°	43,5°	12,4°
7	Firma 1	6. İstasyon: Sıcak Pres Makinesi (1. Çalışan)	51,4°	36,8°	9,7°	73,8°	46,1°	13,5°
8	Firma 1	6. İstasyon: Sıcak Pres Makinesi (2. Çalışan)	20,7°	27,2°	26,1°	50,8°	40,3°	29,8°
9	Firma 2	CNC Çoklu Kesim Makinesi	85,7°	27,3°	45,6°	126,7°	49,6°	49,3°
10	Firma 3	Baş Kesme Makinesiyle Lambri Kesme	64,3°	30,2°	60,8°	71,9°	53,1°	59,3°
11	Firma 3	Bungalov Ev İmalatı Lambri Çakma	79,2°	24,7°	51,6°	94,7°	11,4°	54,7°
12	Firma 3	Bungalov Ev Kapı Montajı (1. Çalışan)	50,7°	42,5°	45,8°	33,6°	103,6°	77,1°
13	Firma 3	Bungalov Ev Kapı Montajı (2. Çalışan)	23,3°	51,7°	39,1°	12,7°	172,2°	25,3°
14	Firma 3	Zımpara ve Boya	59,1°	32,7°	33,3°	87,7°	28,4°	28,7°
15	Firma 3	Camlı Kapı İmalatı	74,4°	37,6°	43,3°	51,7°	95,1°	37,6°
16	Firma 3	Daire Testere Makinesi	30,6°	15,1°	34,4°	52,9°	20,6°	39,6°
17	Firma 3	Kalınlık Makinesi	31,5°	33,7°	19,7°	28,9°	120,7°	85,7°
18	Firma 4	Koltuk ve Sandalye Döşeme	69,3°	36,6°	26,9°	115,9°	24,4°	20,7°
19	Firma 5	Delik Delme Makinesi	47,2°	53,9°	17,4°	38,3°	80,8°	47,3°
20	Firma 6	Daire Testere Makinesi	36,3°	32,4°	25,9°	72,9°	31,4°	17,5°

Aşağıda her bir görev için seçiler görseller ile birlikte, REBA, OWAS, HMD ve RULA yöntemlerine ait analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

Firma 1: 1. İş İstasyonuna Ait REBA, OWAS, HMD ve RULA Çalışma Duruşları Değerlendirme Sonuçları

Şekil 9'da CNC Delik Açma Makinesi ile yapılan MDF üzeri delik ve kanal açma işlemine ait görseller yer almaktadır. A görselinden F'ye kadar yapılan işlemler sırasıyla; makineye veri girişi yapılması, parçanın makine tezgâhına taşınması, parçanın el ile kontrol edilmesi, delik açma işlemi biten parçanın kontrolü, parçanın tezgâh üzerinden alınarak taşınması ve işlem yapılacak başka bir parçanın konveyör üzerinden el ile tutularak kaldırılmasıdır. Bu iş istasyonunda yük taşıma ve kaldırma için konveyörler ve yük asansörü bulunmaktadır. Ancak asansörün parça taşımada etkin olarak kullanılmadığı gözlemlenmiştir.



Şekil 9. Firma 1: 1. İş İstasyonuna Ait Görseller.

Şekil 10’da ise 1. İş İstasyonuna ait en riskli çalışma duruşlarını gösteren bir görsel yer almaktadır. İş için kullanılan parça ağırlıkları 5 ile 10 kg arasında değişmekte olup, çalışanın kas iskelet sistemine rahatsızlık verebilecek en riskli pozisyonun, işlem yapılacak parçaların konveyörlerin üzerinden çalışan tarafından yere eğilmek suretiyle alınıp kaldırıldığı ve makine tezgâhına kadar el ile taşındığı anlarda ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Görselin devamında ise, aşağıdaki şekilde belirtilen açıların da kullanılması ile hesaplanan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine yer verilmiştir.



Şekil 10. Firma 1: 1. İş İstasyonu En Riskli Çalışma Pozisyonları.

Firma 1: 1. İş İstasyonuna (Delik Açma ve Kanal Boşaltma) Ait Çalışma Pozisyonu REBA Analizi (Zengin, 2020'den Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 5'e göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Gövde; fleksiyonu (bükülme) 60°'yi geçtiği için 4,
- Boyun; ekstansiyonu (esneme) 20°'yi geçtiği için 2,
- Bacak; tek taraflı ağırlık kaldırma olduğu için 2 ve fleksiyonu 30°-60° arasında olduğu için +1 ile toplam 3 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'a göre A değeri Tablo 1'de yerine konulmak suretiyle 7 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük 5-10 kg olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 2'ye göre 1 puan daha ilave edilerek nihai A değeri 8 bulunmuştur.

- Üst kollar; fleksiyonu 90°'den fazla olduğu için 4, omuz yükseldiği için +1, işlem yer çekimi desteği ile gerçekleştirildiği için ise 1 puan çıkarılıp 4,
- Alt kollar; 60°'den daha az fleksiyon yaptığı için 2,
- Bilek; ekstansiyonu 15°'den fazla olduğu için 2 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 3'e göre B değeri 6 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük orta şiddette kavrama gücü ile iyi bir tutuş ile yapılabildiği için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 4'e göre yük kavrama puanı 0 kabul edilmiş ve nihai B değeri 6 olarak bulunmuştur.

A ve B değerinin kesişimi olan C değeri Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 6'ya göre 10 olarak bulunmuş ve çalışanın malzemenin kaldırılması sırasındaki duruşu dengesiz olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 5'e göre 1 puan ilave edilerek nihai REBA skoru 11 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.3'te REBA skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Firma 1: 1. İş İstasyonu REBA Analizi Skoru (Sağıroğlu ve ark., 2015’ten değiştirilerek kullanılmıştır).

REBA PUANLAMA														
A GRUBU	BOYUN	2	➡							⬅	4	ÜST KOL	B GRUBU	
	GÖVDE	4		TABLO A	7		6	TABLO B	2		ALT KOL			
	BACAK	3		+			+		2		BİLEK			
				TAŞINAN YÜK	1		0	TUTUŞ PUANI						
				↓			↓							
				A PUANI	8		TABLO C	5					B PUANI	
				⬇			C PUANI						⬇	
						10								
						+								
						AKTİVİTE YOĞUNLUĞU								
						1								
						↓								
						REBA PUANI								
						11								

1. İş İstasyonuna ait delik açma ve kanal boşaltma işlemine ilişkin çalışma pozisyonundaki çalışan postür değerlendirilmesi ile 11 olarak bulunan REBA skoru Çizelge 2.11’e göre irdelendiğinde “Çok Yüksek Risk” seviyesinde olduğu ve “hemen iyileştirme yapılması gerekliliği” ortaya çıkmaktadır.

Firma 1: 1. İş İstasyonuna (Delik Açma ve Kanal Boşaltma) Ait Çalışma Pozisyonu OWAS Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 6’ya göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Sırt Duruşu; bükülmüş ve eğilmiş olduğu için 4,
- Kol Duruşu; bir kol omuz hizasının üstünde olduğu için 2,
- Bacak Duruşu; dik durumda her iki bacak bükülmüş olduğu için 4,
- Kuvvet Kullanımı; kaldırılan parça ağırlıklarından biri 10 kg olduğu için 2 olarak puanlanmıştır.

Çizelge 4.4’te OWAS skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Firma 1: 1. İş İstasyonu OWAS Analizi Skoru (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı
4	2	4	2
Yukarıdaki Kod Çizelge 2.15'te yerine konulduğu zaman yan tarafta yer alan nihai OWAS Puanı elde edilmektedir.			OWAS Puanı
			4

OWAS metodu kapsamında Şekil 6'daki talimatlar ile sayısal hale çevrilen çalışan "sırt", "kol", "bacak" duruşları ve "kuvvet kullanımının" Çizelge 2.15 aracılığıyla ortak etkisine bakıldığında "4" değeri elde edilmektedir. Bu değer Çizelge 2.16'da kategori 4 olarak değerlendirilmektedir ve "Yüklenme ve zorlanma çok fazla, ergonomik düzenleme derhal yapılmalıdır" şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 1: 1. İş İstasyonuna (Delik Açma ve Kanal Boşaltma) Ait Çalışma Pozisyonu HMD Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

1. İstasyonda yapılan delik açma ve kanal boşaltma işlemine ait çalışma pozisyonu için gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından; EK 3'te yer alan maruziyet formları aracılığıyla "sırt", "omuz/kol", "bilek/el", "boyun", "taşıt kullanma", "titreşim", "iş hızı", "stres" parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri ve toplam risk değeri hesaplanmış olup Çizelge 4.5'te yer almaktadır.

Çizelge 4.5. Firma 1: 1. İş İstasyonu HMD Analizi Skoru (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Maruziyet	Sırt	Omuz/ Kol	Bilek /El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skoru
Skor	36	40	38	16	1	1	4	4	140

Belirlenen toplam risk değeri doğrultusunda "Toplam Yüzde" aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Elle taşıma işleri için $x_{Maks}=176$).

$$\text{HMD Puanı (E \%): } x100 = \frac{x}{x_{max}} x100 = \frac{140}{176} x100 = \%79,5 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan toplam yüzdeyi Çizelge 2.17’de yer alan HMD Eylem Çizelgesi aracılığı ile değerlendirdiğimizde ise “araştırılmalı ve hemen değişiklik yapılmalı” kategorisinde olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla HMD Skoru “Çok Yüksek Risk” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 1: 1. İş İstasyonuna (Delik Açma ve Kanal Boşaltma) Ait Çalışma Pozisyonu RULA Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 7’ye göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Adım 1. Üst Kol Pozisyonu; fleksiyonu 90°’den fazla olduğu için 4, kollar açıldığı için +1, omuz yükseldiği için +1, fakat kişi eğilmiş olduğu ve işlem yer çekimi desteği ile gerçekleştirildiği için de 1 puan çıkarılıp toplam 5,
- Adım 2. Ön Kol Pozisyonu; 0°-90° arasında fleksiyon yaptığı için 1, vücut orta ekseninden sağa ve sola açıldığı için +1 ile toplam 2,
- Adım 3. Bilek Pozisyonu; ekstansiyonu 15°’den fazla olduğu için 3,
- Adım 4. Bilek Bükülmesi; orta derece büküldüğü için bilek bükülmesi +1,
- Adım 5. Bilek/Kol Postür Skoru; yukarıdaki puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo A’da yerine konulmak suretiyle bilek/kol için postür skoru 6,
- Adım 6. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olmadığı ya da hareket dakikada dört kez tekrarlanmadığı için kas skoru 0,
- Adım 7. Kuvvet/Yük Skoru; 2-10 kg arası ve kesikli çalışma olduğu için +1,
- Adım 8. Bilek/Kol Skoru; 5, 6 ve 7. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai bilek/kol skoru 7,
- Adım 9. Boyun Pozisyonu; 20°’den fazla ekstansiyon olduğu için 4, bükülme veya yana esneme olmadığı için ilave puan eklenmeyerek toplam 4,
- Adım 10. Gövde Pozisyonu; fleksiyonu 60°’yi geçtiği için 4, gövdede bükülme ile beraber sağa sola dönme olmadığı için ilave puan eklenmeden toplam 4,
- Adım 11. Bacak Pozisyonu; ayak ve bacak desteklenmediği için 2,

- Adım 12. Boyun/Gövde/Bacak Postür Skoru; adım 9, 10 ve 11’de elde edilen puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo B’de yerine konulmak suretiyle boyun/gövde/bacak için postür skoru 7,
- Adım 13. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olmadığı ya da hareket dakikada dört kez tekrarlanmadığı için kas skoru 0,
- Adım 14. Kuvvet/Yük Skoru; 2-10 kg arası ve kesikli çalışma olduğu için +1,
- Adım 15. Boyun/Gövde/Bacak Skoru; 12, 13 ve 14. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai boyun/gövde/bacak skoru 8 olarak puanlanmıştır.

“Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” skorlarının değerinin kesişimi olan değer Şekil 8’de yer alan Tablo C’ye göre 7 değerini verdiği için nihai RULA skoru 7 olarak bulunmuş olup, Çizelge 4.6’da gösterilmektedir. Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır.

Çizelge 4.6. Firma 1: 1. İş İstasyonu RULA Analizi Skoru (Baş ve Yapıcı, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

RULA Skoru		Boyun/Gövde/Bacak Skoru						
		1	2	3	4	5	6	7+
Bilek/Kol Skoru	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 1: 2. İş İstasyonuna Ait REBA, OWAS, HMD ve RULA Çalışma Duruşları Değerlendirme Sonuçları

Şekil 11’de Çok Amaçlı CNC Makinesi ile yapılan kapı üzeri anahtar deliği ve kanal açma işlemine ait görseller yer almaktadır. Bu iş istasyonunda yük taşıma için el forklifti ve konveyörler kullanılmaktadır. CNC operatörü olan çalışan parçanın taşınıp makine tezgâhına yüklenmesine kadarki süreçte aktif rol almaktadır. A görselinden F’ye kadar yapılan işlemler sırasıyla; işlem yapılacak parçanın forklift ile taşınması, forkliftten konveyöre aktarılan parçanın el ile tutulup kaldırılması, parçanın makine tezgâhına taşınması, parçanın makine tezgâhına yerleştirilmesi, parçanın el ile kontrol edilmesi, makineye veri girişi yapılmasıdır.



Şekil 11. Firma 1: 2. İş İstasyonuna Ait Görseller.

Şekilde 12’de ise 2. İş İstasyonuna ait en riskli çalışma duruşlarını gösteren bir görsel yer almaktadır. İş için kullanılan parça ağırlığı 100 kg olup, bazı parçalar bu ağırlığın bir miktar aşağısında veya yukarısında da olabilmektedir. Kapı istiflendiği alandan el forklifti ile alınıp makine başındaki konveyöre kadar getirilmektedir. Daha sonra forkliftten kaydırılmak suretiyle konveyöre alınan parça, konveyörün üzerinden el ile kaldırılmak suretiyle makine tezgâhına konulmaktadır. Çalışanın kas iskelet sistemine rahatsızlık verebilecek en riskli pozisyonun, işlem yapılacak parçanın konveyörün üzerinden çalışan tarafından yere eğilmek suretiyle tutulup kaldırıldığı ve makine tezgâhına kadar el ile taşındığı anlarda ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Görselin devamında ise, aşağıdaki şekilde yer alan açıların da kullanılması ile hesaplanan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine yer verilmiştir.



Şekil 12. Firma 1: 2. İş İstasyonu En Riskli Çalışma Pozisyonları.

Firma 1: 2. İş İstasyonuna (Kapı İşleme) Ait Çalışma Pozisyonu REBA Analizi
(Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 5'e göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Gövde; fleksiyonu (bükülme) 60°'yi geçtiği için 4,
- Boyun; ekstansiyonu (esneme) 20°'yi geçtiği için 2,
- Bacak; iki taraflı ağırlık taşıma olduğu için 1 ve fleksiyonu 30°-60° arasında olduğu için +1 ile toplam 2 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'a göre A değeri Tablo 1'de yerine konulmak suretiyle 6 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük 10 kg'dan fazla olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 2'ye göre 2 puan daha ilave edilerek nihai A değeri 8 bulunmuştur.

- Üst kollar; fleksiyonu 20°-45° arasında olduğu için 2 fakat işlem yer çekimi desteği ile gerçekleştirildiği için 1 puan çıkarılıp 1,
- Alt kollar; 60°'den daha az fleksiyon yaptığı için 2,
- Bilek; ekstansiyonu 15°'den fazla olduğu için 2 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 3'e göre B değeri 2 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük orta şiddette kavrama gücü ile iyi bir tutuş ile yapılabildiği için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 4'e göre yük kavrama puanı 0 kabul edilmiş ve nihai B değeri 2 olarak bulunmuştur.

A ve B değerinin kesişimi olan C değeri Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 6'ya göre 8 olarak bulunmuş ve yapılan iş duruşta hızlı ve büyük değişikliğe neden olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 5'e göre 1 puan ilave edilerek nihai REBA skoru 9 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.7'de REBA skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

2. İş İstasyonuna ait kapı işleme işlemine ilişkin çalışma pozisyonundaki çalışan postür değerlendirilmesi ile 9 olarak bulunan REBA skoru Çizelge 2.11'e göre irdelendiğinde “Yüksek Risk” seviyesinde olduğu ve “kısa zaman içerisinde iyileştirme yapılması gerekliliği” ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 4.7. Firma 1: 2. İş İstasyonu REBA Analizi Skoru (Sağıroğlu ve ark., 2015'ten değiştirilerek kullanılmıştır).

REBA PUANLAMA												
A GRUBU	BOYUN	2	➡					⬅	1	ÜST KOL	B GRUBU	
	GÖVDE	4		TABLO A	6	2	TABLO B		2	ALT KOL		
	BACAĞ	2		+		+			2	BİLEK		
				TAŞINAN YÜK	2			0	TUTUŞ PUANI			
				↓				↓				
				A PUANI	8	TABLO C		2	B PUANI			
				⬇		C PUANI		⬇				
						8						
						+						
						AKTİVİTE YOĞUNLUĞU						
						1						
						↓						
						REBA PUANI						
						9						

Firma 1: 2. İş İstasyonuna (Kapı İşleme) Ait Çalışma Pozisyonu OWAS Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 6'ya göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Sırt Duruşu; bükülmüş ve eğilmiş olduğu için 4,
- Kol Duruşu; her iki kol omuz hizasının altında olduğu için 1,
- Bacak Duruşu; dik durumda her iki bacak bükülmüş olduğu için 4,
- Kuvvet Kullanımı; kaldırılan parça ağırlığı 20 kg'dan fazla olduğu için 3 olarak puanlanmıştır.

Çizelge 4.8'de OWAS skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Firma 1: 2. İş İstasyonu OWAS Analizi Skoru (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı
4	1	4	3
Yukarıdaki Kod Çizelge 2.15'te yerine konulduğu zaman yan tarafta yer alan nihai OWAS Puanı elde edilmektedir.			OWAS Puanı
			4

OWAS metodu kapsamında Şekil 6'daki talimatlar ile sayısal hale çevrilen çalışan “sırt”, “kol”, “bacak” duruşları ve “kuvvet kullanımının” Çizelge 2.15 aracılığıyla ortak etkisine bakıldığında “4” değeri elde edilmektedir. Bu değer Çizelge 2.16'da kategori 4 olarak değerlendirilmektedir ve “Yüklenme ve zorlanma çok fazla, ergonomik düzenleme derhal yapılmalıdır” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 1: 2. İş İstasyonuna (Kapı İşleme) Ait Çalışma Pozisyonu HMD Analizi(Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

1. İstasyonda yapılan delik açma ve kanal boşaltma işlemine ait çalışma pozisyonu için gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından; EK 3'te yer alan maruziyet formları aracılığıyla “sırt”, “omuz/kol”, “bilek/el”, “boyun”, “taşıt kullanma”, “titreşim”, “iş hızı”, “stres” parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri ve toplam risk değeri hesaplanmış olup Çizelge 4.9'da yer almaktadır.

Çizelge 4.9. Firma 1: 2. İş İstasyonu HMD Analizi Skoru (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Maruziyet	Sırt	Omuz/ Kol	Bilek /El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skoru
Skor	48	48	38	16	1	1	4	4	160

Belirlenen toplam risk değeri doğrultusunda “Toplam Yüzde” aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Elle taşıma işleri için $x_{Maks}=176$).

$$\text{HMD Puanı (E \%): } x100 = \frac{x}{x_{max}} \times 100 = \frac{160}{176} \times 100 = \%90,9 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan toplam yüzdeyi Çizelge 2.17'de yer alan HMD Eylem Çizelgesi aracılığı ile değerlendirdiğimizde ise “araştırılmalı ve hemen değişiklik yapılmalı” kategorisinde

olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla HMD Skoru “Çok Yüksek Risk” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 1: 2. İş İstasyonuna (Kapı İşleme) Ait Çalışma Pozisyonu RULA Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 7’ye göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Adım 1. Üst Kol Pozisyonu; fleksiyonu 20°-45° arasında olduğu için 2 fakat kişi eğilmiş olduğu ve işlem yer çekimi desteği ile gerçekleştirildiği için 1 puan çıkarılıp 1,
- Adım 2. Ön Kol Pozisyonu; 0°-90° arasında fleksiyon yaptığı için 1,
- Adım 3. Bilek Pozisyonu; ekstansiyonu 15°’den fazla olduğu için 3,
- Adım 4. Bilek Bükülmesi; orta derece büküldüğü için bilek bükülmesi +1,
- Adım 5. Bilek/Kol Postür Skoru; yukarıdaki puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo A’da yerine konulmak suretiyle bilek/kol için postür skoru 2,
- Adım 6. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olmadığı ya da hareket dakikada dört kez tekrarlanmadığı için kas skoru 0,
- Adım 7. Kuvvet/Yük Skoru; 10 kg’dan fazla olduğu için +3,
- Adım 8. Bilek/Kol Skoru; 5, 6 ve 7. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai bilek/kol skoru 5,
- Adım 9. Boyun Pozisyonu; 20°’den fazla ekstansiyon olduğu için 4, bükülme veya yana esneme olmadığı için ilave puan eklenmeyerek toplam 4,
- Adım 10. Gövde Pozisyonu; fleksiyonu 60°’yi geçtiği için 4, gövdede bükülme ile beraber sağa sola dönme olmadığı için ilave puan eklenmeden toplam 4,
- Adım 11. Bacak Pozisyonu; ayak ve bacak desteklenmediği için 2,
- Adım 12. Boyun/Gövde/Bacak Postür Skoru; adım 9, 10 ve 11’de elde edilen puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo B’de yerine konulmak suretiyle boyun/gövde/bacak için postür skoru 7,
- Adım 13. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olmadığı ya da hareket dakikada dört kez tekrarlanmadığı için kas skoru 0,
- Adım 14. Kuvvet/Yük Skoru; 10 kg’dan fazla olduğu için +3,

- Adım 15. Boyun/Gövde/Bacak Skoru; 12, 13 ve 14. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai boyun/gövde/bacak skoru 10 olarak puanlanmıştır.

“Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” skorlarının değerinin kesişimi olan değer Şekil 8’de yer alan Tablo C’ye göre 7 değerini verdiği için nihai RULA skoru 7 olarak bulunmuş olup, Çizelge 4.10’da gösterilmektedir.

Çizelge 4.10. Firma 1: 2. İş İstasyonu RULA Analizi Skoru (Baş ve Yapıcı, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

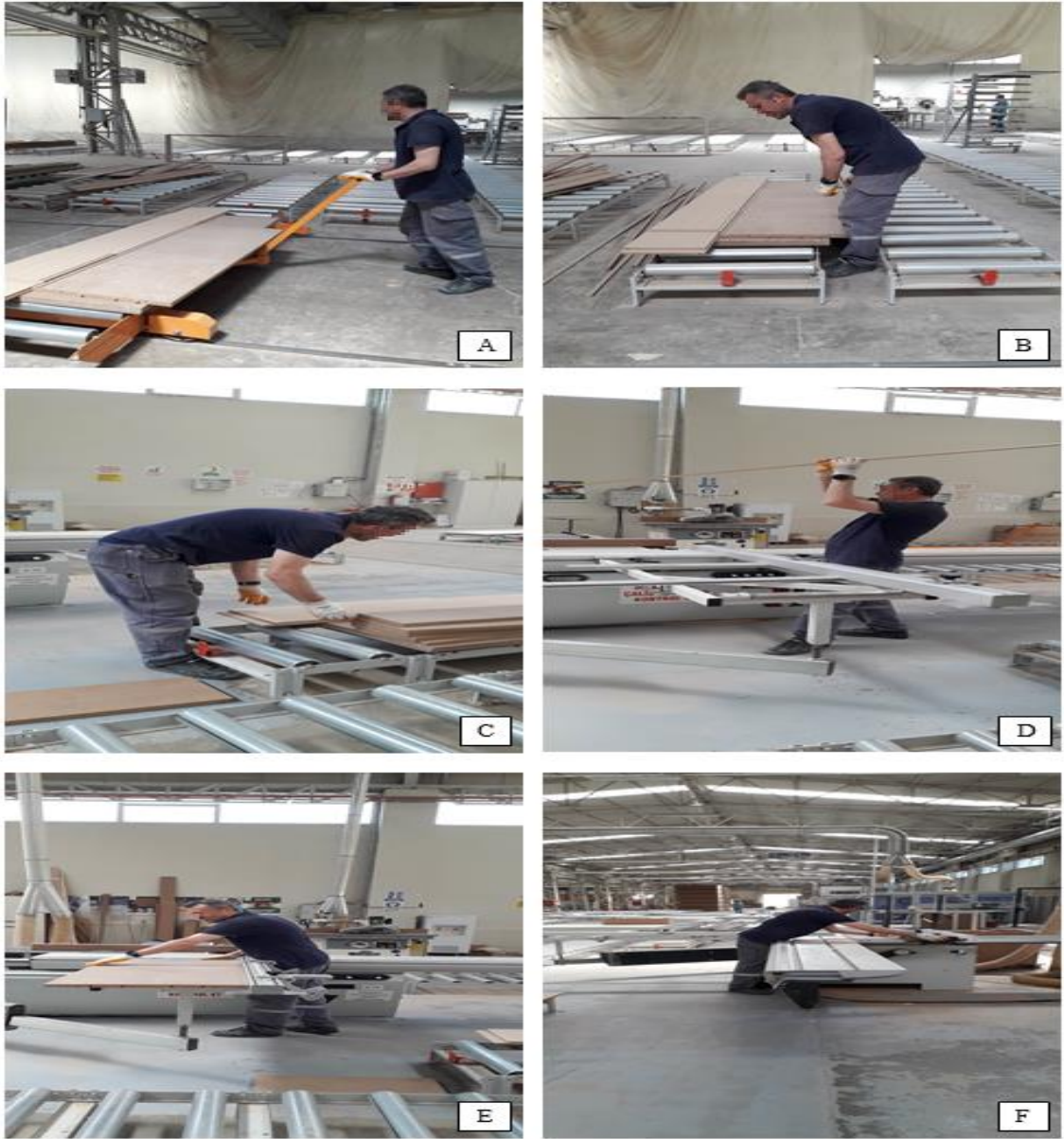
RULA Skoru		Boyun/Gövde/Bacak Skoru						
		1	2	3	4	5	6	7+
Bilek/Kol Skoru	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 1: 3. İş İstasyonuna Ait REBA, OWAS, HMD ve RULA Çalışma Duruşları Değerlendirme Sonuçları

Şekil 13’te Daire Testere Makinesi ile yapılan Panel Ebatlama işlemine ait görseller yer almaktadır. A görselinden F’ye kadar yapılan işlemler sırasıyla; işlem yapılacak parçanın el forklifti ile taşınması, forkliftten konveyöre aktarılan parçalardan işlem yapılacak olanın seçilmesi, parçanın el ile tutulup kaldırılması, parçanın makine

tezgâhına taşınması, parçanın makine tablasına yerleştirilmesi, parçanın ebatlanmasıdır. Bu iş istasyonunda da ilk iki istasyonda olduğu gibi yük taşıma için el forklifti ve konveyörler kullanılmaktadır. Görsellerde görüldüğü üzere çalışan, zaman zaman eğilmek suretiyle konveyörden parça almakta, zaman zaman ise iş esnasında parçayı omuz hizası üstüne kaldırarak başının üzerinde bir seviye çıkarmaktadır. Bu pozisyonlarda vücutta oluşan duruş bozukluklarının ve zorlanmaların attığı gözlemlenmiştir. Bu iş istasyonunda işlem yapılan parçalar 2, 2.5, 3 ve 25 kg arasında değişen ağırlıklardadır. En ağır parça da diğerleri gibi çalışan tarafından el ile tutulup kaldırılmak suretiyle ebatlama işlemine tabi tutulmaktadır.



Şekil 13. Firma 1: 3. İş İstasyonuna Ait Görseller.

Şekilde 14'te 3. İş İstasyonuna ait en riskli çalışma duruşlarını gösteren bir görsel yer almaktadır. İş için kullanılan parçalar 2, 2.5, 3 ve 25 kg arasında değişen ağırlıklardadır. Paneller istiflendiği alandan el forklifti ile alınıp makine başındaki konveyöre kadar getirilmektedir. Daha sonra forkliftten kaydırılmak suretiyle konveyöre alınan parça, konveyörün üzerinden el ile kaldırılmak suretiyle makine tezgâhına konulmaktadır. Bu iş istasyonunda da 2. İstasyonda olduğu gibi, çalışanın kas iskelet sistemine rahatsızlık verebilecek en riskli pozisyonun, işlem yapılacak parçanın konveyörün üzerinden çalışan tarafından yere eğilmek suretiyle tutulup kaldırıldığı ve makine tezgâhına kadar el ile taşındığı anlarda ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Görselin devamında ise, aşağıdaki şekilde belirtilen açıların da kullanılması ile hesaplanan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine yer verilmiştir.



Şekil 14. Firma 1: 3. İş İstasyonu En Riskli Çalışma Pozisyonları.

Firma 1: 3. İş İstasyonuna (Panel Ebatlama) Ait Çalışma Pozisyonu REBA Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 5'e göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Gövde; fleksiyonu (bükülme) 60°'yi geçtiği için 4,
- Boyun; ekstansiyonu (esneme) 20°'yi geçtiği için 2,
- Bacak; iki taraflı ağırlık taşıma olduğu için 1 ve fleksiyonu 30°-60° arasında olduğu için +1 ile toplam 2 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'a göre A değeri Tablo 1'de yerine konulmak suretiyle 6 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük 10 kg'dan fazla olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 2'ye göre 2 puan daha ilave edilerek nihai A değeri 8 bulunmuştur.

- Üst kollar; fleksiyonu 90°'den fazla olduğu için 4, omuz yükseldiği için +1, işlem yer çekimi desteği ile gerçekleştirildiği için ise 1 puan çıkarılıp 4,
- Alt kollar; 60°'den daha az fleksiyon yaptığı için 2,
- Bilek; ekstansiyonu 15°'den fazla olduğu için 2 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 3'e göre B değeri 6 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük orta şiddette kavrama gücü ile iyi bir tutuş ile yapılabildiği için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 4'e göre yük kavrama puanı 0 kabul edilmiş ve nihai B değeri 6 olarak bulunmuştur.

A ve B değerinin kesişimi olan C değeri Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 6'ya göre 10 olarak bulunmuş ve yapılan iş duruşta hızlı ve büyük bir değişikliğe neden olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 5'e göre +1 puan ilave edilmiş olup, nihai REBA skoru 11 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.11'de REBA skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Firma 1: 3. İş İstasyonu REBA Analizi Skoru (Sağıroğlu ve ark., 2015’ten değiştirilerek kullanılmıştır).

REBA PUANLAMA													
A GRUBU	BOYUN	2	➡							⬅	4	ÜST KOL	B GRUBU
	GÖVDE	4		TABLO A	6		6	TABLO B	2		ALT KOL		
	BACAK	2		+			+		2		BİLEK		
				TAŞINAN YÜK	2		0	TUTUŞ PUANI					
				↓			↓						
				A PUANI	8		TABLO C	6	B PUANI				
				↙		C PUANI	↘						
						10							
						+							
						AKTİVİTE YOĞUNLUĞU							
						1							
						↓							
						REBA PUANI							
						11							

3. İş İstasyonuna ait panel ebatlama işlemine ilişkin çalışma pozisyonundaki çalışan postür değerlendirilmesi ile 11 olarak bulunan REBA skoru Çizelge 2.11’e göre irdelendiğinde “Çok Yüksek Risk” seviyesinde olduğu ve “hemen iyileştirme yapılması gerekliliği” ortaya çıkmaktadır.

Firma 1: 3. İş İstasyonuna (Panel Ebatlama) Ait Çalışma Pozisyonu OWAS Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 6’ya göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Sırt Duruşu; bükülmüş ve eğilmiş olduğu için 4,
- Kol Duruşu; bir kol omuz hizasının üstünde olduğu için 2,
- Bacak Duruşu; dik durumda bir bacak bükülmüş olduğu için 5,
- Kuvvet Kullanımı; kaldırılan parça ağırlığı 20 kg’dan fazla olduğu için 3 olarak puanlanmıştır.

Çizelge 4.12’de OWAS skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. Firma 1: 3. İş İstasyonu OWAS Analizi Skoru (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı
4	2	5	3
Yukarıdaki Kod Çizelge 2.15'te yerine konulduğu zaman yan tarafta yer alan nihai OWAS Puanı elde edilmektedir.			OWAS Puanı
			4

OWAS metodu kapsamında Şekil 6'daki talimatlar ile sayısal hale çevrilen çalışan "sırt", "kol", "bacak" duruşları ve "kuvvet kullanımının" Çizelge 2.15 aracılığıyla ortak etkisine bakıldığında "4" değeri elde edilmektedir. Bu değer Çizelge 2.16'da kategori 4 olarak değerlendirilmektedir ve "Yüklenme ve zorlanma çok fazla, ergonomik düzenleme derhal yapılmalıdır" şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 1: 3. İş İstasyonuna (Panel Ebatlama) Ait Çalışma Pozisyonu HMD Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

3. İstasyonda yapılan panel ebatlama işlemine ait çalışma pozisyonu için gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından; EK 3'te yer alan maruziyet formları aracılığıyla "sırt", "omuz/kol", "bilek/el", "boyun", "taşıt kullanma", "titreşim", "iş hızı", "stres" parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri ve toplam risk değeri hesaplanmış olup Çizelge 4.13'te yer almaktadır.

Çizelge 4.13. Firma 1: 3. İş İstasyonu HMD Analizi Skoru (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Maruziyet	Sırt	Omuz/ Kol	Bilek /El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skoru
Skor	52	52	38	16	1	1	4	1	165

Belirlenen toplam risk değeri doğrultusunda "Toplam Yüzde" aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Elle taşıma işleri için $x_{Maks}=176$).

$$\text{HMD Puanı (E \%): } x100 = \frac{x}{x_{max}} x100 = \frac{165}{176} x100 = \%93,8 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan toplam yüzdeyi Çizelge 2.17’de yer alan HMD Eylem Çizelgesi aracılığı ile değerlendirdiğimizde ise “araştırılmalı ve hemen değişiklik yapılmalı” kategorisinde olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla HMD Skoru “Çok Yüksek Risk” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 1: 3. İş İstasyonuna (Panel Ebatlama) Ait Çalışma Pozisyonu RULA Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 7’ye göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Adım 1. Üst Kol Pozisyonu; fleksiyonu 90°’den daha fazla olduğu için 4, fakat omuz yükseldiği için +1 ve kişi eğilmiş olduğu ve işlem yer çekimi desteği ile gerçekleştirildiği için -1 puan ile toplam 4,
- Adım 2. Ön Kol Pozisyonu; 0°-90° arasında fleksiyon yaptığı için 1,
- Adım 3. Bilek Pozisyonu; ekstansiyonu 15°’den fazla olduğu için 3,
- Adım 4. Bilek Bükülmesi; ileri derecede büküldüğü için bilek bükülmesi +2,
- Adım 5. Bilek/Kol Postür Skoru; yukarıdaki puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo A’da yerine konulmak suretiyle bilek/kol için postür skoru 5,
- Adım 6. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olmadığı ya da hareket dakikada dört kez tekrarlanmadığı için kas skoru 0,
- Adım 7. Kuvvet/Yük Skoru; 10 kg’dan fazla olduğu için +3,
- Adım 8. Bilek/Kol Skoru; 5, 6 ve 7. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai bilek/kol skoru 8,
- Adım 9. Boyun Pozisyonu; 20°’den fazla ekstansiyon olduğu için 4, bükülme veya yana esneme olmadığı için ilave puan eklenmeyerek toplam 4,
- Adım 10. Gövde Pozisyonu; fleksiyonu 60°’yi geçtiği için 4, gövdede bükülme ile beraber sağa sola dönme olmadığı için ilave puan eklenmeden toplam 4,
- Adım 11. Bacak Pozisyonu; ayak ve bacak desteklenmediği için 2,
- Adım 12. Boyun/Gövde/Bacak Postür Skoru; adım 9, 10 ve 11’de elde edilen puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo B’de yerine konulmak suretiyle boyun/gövde/bacak için postür skoru 7,

- Adım 13. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olmadığı ya da hareket dakikada dört kez tekrarlanmadığı için kas skoru 0,
- Adım 14. Kuvvet/Yük Skoru; 10 kg'dan fazla olduğu için +3,
- Adım 15. Boyun/Gövde/Bacak Skoru; 12, 13 ve 14. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai boyun/gövde/bacak skoru 10 olarak puanlanmıştır.

“Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” skorlarının değerinin kesişimi olan değer Şekil 8’de yer alan Tablo C’ye göre 7 değerini verdiği için nihai RULA skoru 7 olarak bulunmuş olup, Çizelge 4.14’te gösterilmektedir. Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır.

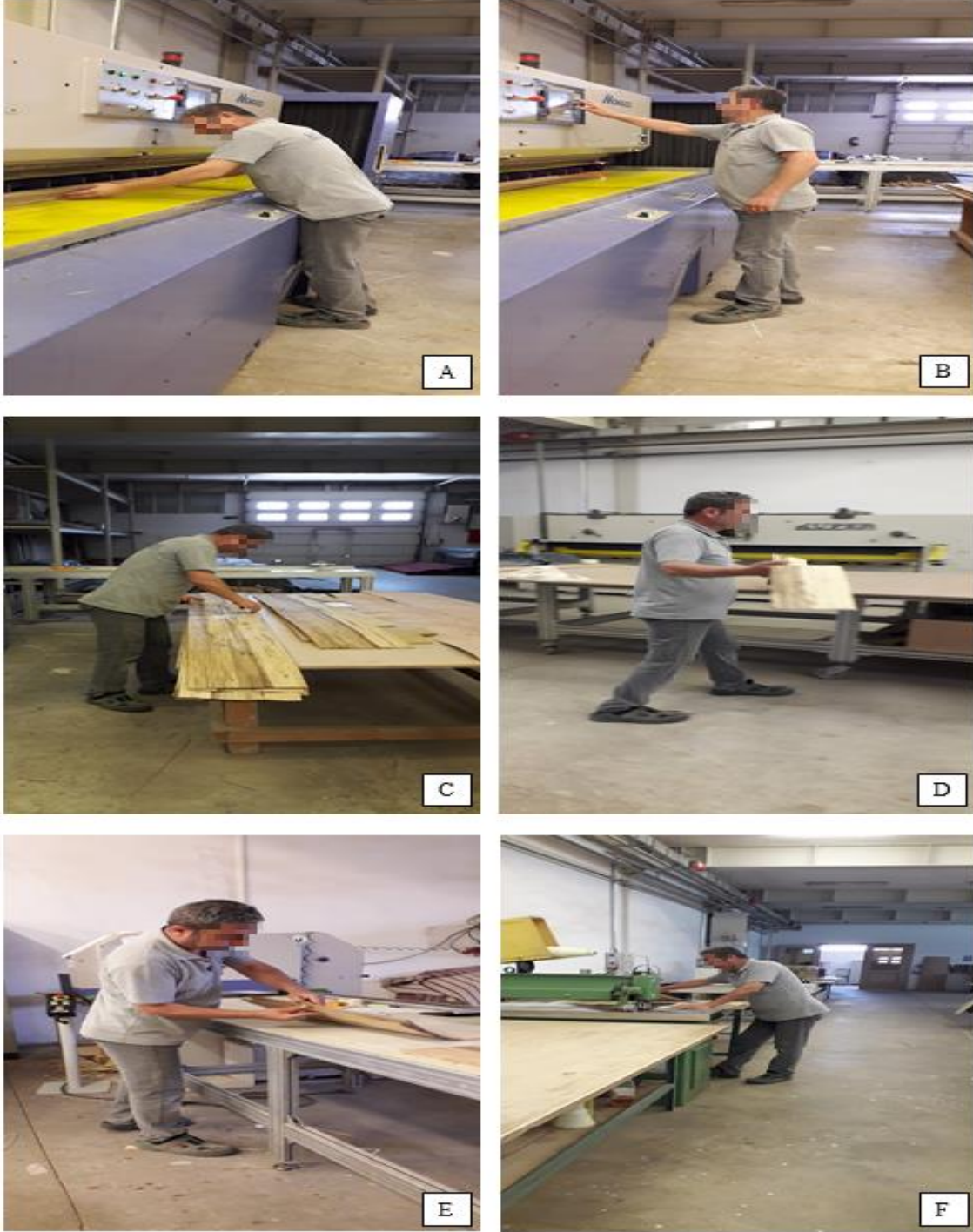
Çizelge 4.14. Firma 1: 3. İş İstasyonu RULA Analizi Skoru (Baş ve Yapıcı, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

RULA Skoru		Boyun/Gövde/Bacak Skoru						
		1	2	3	4	5	6	7+
Bilek/Kol Skoru	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Firma 1: 4. İş İstasyonu 1. Çalışana (Kaplama Ebatlama, Baş Kesme ve Dikiş İşlemleri) Ait REBA, OWAS, HMD ve RULA Çalışma Duruşları Değerlendirme Sonuçları

Şekil 15’te Kaplama Ebatlama, Baş Kesme ve Dikiş işlemlerine ait görseller yer almaktadır. Bu iş istasyonunda yük taşıma için el forklifti ve konveyörler kullanılmamakta olup, kaplamalar istiflendiği yerden el ile taşınmak suretiyle makine

tezgâhlarına taşınmaktadır. A görselinden F'ye kadar yapılan işlemler sırasıyla; ebatlama işlemi yapılacak kaplamanın makine tablasına yerleştirilmesi, makineye veri girişi yapılması, ebatlanan kaplamanın çalışma tezgahı üzerine istiflenmesi, baş kesme işlemi yapılacak kaplamaların el ile makineye taşınması, kaplamaların düzenlenip baş kesme işlemine alınması, kaplamaların dikiş makinesinde dikilmesidir.



Şekil 15. Firma 1: 4. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait Görseller.

Şekilde 16'da ise 4. İş İstasyonu 1. Çalışana ait en riskli çalışma duruşlarını gösteren bir görsel yer almaktadır. İş için kullanılan kaplamalar 2 ağırlığında olup, parça taşıma yalnızca el ile yapılmaktadır. Kaplama ebatlama işlemi kaplama kesme makinesi (giyotin) ve kaplama baş kesme makinesi ile yapılmakta olup, dikiş işlemi ise kaplama dikiş makinesinde gerçekleştirilmektedir. Bu iş istasyonunda kaldırılan parça ağırlıkları düşük miktarda olup, çalışanın postüründe meydana gelen zorlanmaların genellikle makine tezgâhları başında eğilme ve uygun olmayan duruşlardan kaynaklandığı gözlemlenmiştir. Ayrıca iş tekrarının yoğun olmasının da kas iskelet sisteminin zorlanmasında önemli bir etken olduğunu söylemek mümkündür. Görselin devamında ise, aşağıdaki şekilde belirtilen açıların da kullanılması ile hesaplanan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine yer verilmiştir.



Şekil 16. Firma 1: 4. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait En Riskli Çalışma Pozisyonları.

Firma 1: 4. İş İstasyonu 1. Çalışana (Kaplama Ebatlama, Baş Kesme ve Dikiş İşlemleri)
Ait Çalışma Pozisyonu REBA Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 5'e göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Gövde; fleksiyonu (bükülme) 20°-60° arasında olduğu için 3,
- Boyun; ekstansiyonu (esneme) 20°'yi geçtiği için 2,
- Bacak; iki taraflı ağırlık taşıma olduğu için 1 ve fleksiyonu 30°'den düşük olduğu için artı puan ilave edilmeyerek toplam 1 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'a göre A değeri Tablo 1'de yerine konulmak suretiyle 4 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük 5 kg'dan az olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 2'ye göre 0 puan ilave edilerek nihai A değeri 4 bulunmuştur.

- Üst kollar; fleksiyonu 90°'den fazla olduğu için 4 ve omuz yükseldiği için +1 puan ilave edilerek 5,
- Alt kollar; 60°'den daha az fleksiyon yaptığı için 2,
- Bilek; ekstansiyonu 15°'den fazla olduğu için 2 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 3'e göre B değeri 8 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük orta şiddette kavrama gücü ile iyi bir tutuş ile yapılabildiği için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 4'e göre yük kavrama puanı 0 kabul edilmiş ve nihai B değeri 8 olarak bulunmuştur.

A ve B değerinin kesişimi olan C değeri Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 6'ya göre 8 olarak bulunmuş ve yapılan iş duruşta hızlı ve büyük bir değişikliğe neden olmadığı ve kısa aralıklar ile tekrar edilmediği için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 5'e göre ilave puan eklenmemiş olup, nihai REBA skoru 8 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.15'te REBA skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Firma 1: 4. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait REBA Analizi Skoru (Sağiroğlu ve ark., 2015’ten değiştirilerek kullanılmıştır).

REBA PUANLAMA													
A GRUBU	BOYUN	2	➡							⬅	5	ÜST KOL	B GRUBU
	GÖVDE	3		TABLO A	4		8	TABLO B	2		ALT KOL		
	BACAK	1		+			+		2		BİLEK		
				TAŞINAN YÜK	0		0	TUTUŞ PUANI					
				↓			↓						
				A PUANI	4		TABLO C	8	B PUANI				
				⬇			C PUANI	⬇					
							8						
						+							
						AKTİVİTE YOĞUNLUĞU							
						0							
						↓							
						REBA PUANI							
						8							

4. İş İstasyonu 1. Çalışana ait kaplama ebatlama, baş kesme ve dikiş işlemlerine ilişkin çalışma pozisyonundaki çalışan postür değerlendirilmesi ile 8 olarak bulunan REBA skoru Çizelge 2.11’e göre irdelendiğinde “Yüksek Risk” seviyesinde olduğu ve “kısa zaman içerisinde iyileştirme yapılması gerekliliği” ortaya çıkmaktadır.

Firma 1: 4. İş İstasyonu 1. Çalışana (Kaplama Ebatlama, Baş Kesme ve Dikiş İşlemleri) Ait Çalışma Pozisyonu OWAS Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 6’ya göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Sırt Duruşu; bükülmüş ve eğilmiş olduğu için 4,
- Kol Duruşu; bir kol omuz hizasının üstünde olduğu için 2,
- Bacak Duruşu; dik durumda her iki bacak bükülmüş olduğu için 4,
- Kuvvet Kullanımı; kaldırılan parça ağırlığı 10 kg’dan az olduğu için 1 olarak puanlanmıştır.

Çizelge 4.16’da OWAS skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. Firma 1: 4. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait OWAS Analizi Skoru (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı
4	2	4	1
Yukarıdaki Kod Çizelge 2.15'te yerine konulduğu zaman yan tarafta yer alan nihai OWAS Puanı elde edilmektedir.			OWAS Puanı
			4

OWAS metodu kapsamında Şekil 6'daki talimatlar ile sayısal hale çevrilen çalışan "sırt", "kol", "bacak" duruşları ve "kuvvet kullanımının" Çizelge 2.15 aracılığıyla ortak etkisine bakıldığında "4" değeri elde edilmektedir. Bu değer Çizelge 2.16'da kategori 4 olarak değerlendirilmektedir ve "Yüklenme ve zorlanma çok fazla, ergonomik düzenleme derhal yapılmalıdır" şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 1: 4. İş İstasyonu 1. Çalışana (Kaplama Ebatlama, Baş Kesme ve Dikiş İşlemleri) Ait Çalışma Pozisyonu HMD Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

4. İstasyonda 1. Çalışan tarafından yapılan kaplama ebatlama, baş kesme ve dikiş işlemlerine ait çalışma pozisyonu için gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından; EK 3'te yer alan maruziyet formları aracılığıyla "sırt", "omuz/kol", "bilek/el", "boyun", "taşıt kullanma", "titreşim", "iş hızı", "stres" parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri ve toplam risk değeri hesaplanmış olup Çizelge 4.17'de yer almaktadır.

Çizelge 4.17. Firma 1: 4. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait HMD Analizi Skoru (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Maruziyet	Sırt	Omuz/ Kol	Bilek /El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skoru
Skor	30	34	32	16	1	1	4	4	122

Belirlenen toplam risk değeri doğrultusunda "Toplam Yüzde" aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Elle taşıma işleri için $x_{Maks}=176$).

$$\text{HMD Puanı (E \%): } x100 = \frac{x}{x_{max}} \times 100 = \frac{122}{176} \times 100 = \%69,3 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan toplam yüzdeyi Çizelge 2.17’de yer alan HMD Eylem Çizelgesi aracılığı ile değerlendirdiğimizde ise “daha fazla araştırılmalı ve yakın zamanda değişiklik yapılmalı” kategorisinde olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla HMD Skoru “Yüksek Risk” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 1: 4. İş İstasyonu 1. Çalışana (Kaplama Ebatlama, Baş Kesme ve Dikiş İşlemleri) Ait Çalışma Pozisyonu RULA Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 7’ye göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Adım 1. Üst Kol Pozisyonu; fleksiyonu 90°’den daha fazla olduğu için 4, ayrıca omuz yükseldiği için +1 puan ile toplam 5,
- Adım 2. Ön Kol Pozisyonu; 0°-90° arasında fleksiyon yaptığı için 1,
- Adım 3. Bilek Pozisyonu; ekstansiyonu 15°’den fazla olduğu için 3,
- Adım 4. Bilek Bükülmesi; orta derecede büküldüğü için bilek bükülmesi +1,
- Adım 5. Bilek/Kol Postür Skoru; yukarıdaki puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo A’da yerine konulmak suretiyle bilek/kol için postür skoru 5,
- Adım 6. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olmadığı ya da hareket dakikada dört kez tekrarlanmadığı için kas skoru 0,
- Adım 7. Kuvvet/Yük Skoru; 2-10 kg kesikli çalışma olduğu için +1,
- Adım 8. Bilek/Kol Skoru; 5, 6 ve 7. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai bilek/kol skoru 6,
- Adım 9. Boyun Pozisyonu; 20°’den fazla ekstansiyon olduğu için 4, bükülme veya yana esneme olmadığı için ilave puan eklenmeyerek toplam 4,
- Adım 10. Gövde Pozisyonu; fleksiyonu 20°-60° arasında olduğu için 3, gövdede bükülme ile beraber sağa sola dönme olmadığı için ilave puan eklenmeden toplam 3,
- Adım 11. Bacak Pozisyonu; ayak ve bacak desteklenmediği için 2,
- Adım 12. Boyun/Gövde/Bacak Postür Skoru; adım 9, 10 ve 11’de elde edilen puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo B’de yerine konulmak suretiyle boyun/gövde/bacak için postür skoru 7,

- Adım 13. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olmadığı ya da hareket dakikada dört kez tekrarlanmadığı için kas skoru 0,
- Adım 14. Kuvvet/Yük Skoru; 2-10 kg kesikli çalışma olduğu için +1,
- Adım 15. Boyun/Gövde/Bacak Skoru; 12, 13 ve 14. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai boyun/gövde/bacak skoru 8 olarak puanlanmıştır.

“Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” skorlarının değerinin kesişimi olan değer Şekil 8’de yer alan Tablo C’ye göre 7 değerini verdiği için nihai RULA skoru 7 olarak bulunmuş olup, Çizelge 4.18’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.18. Firma 1: 4. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait RULA Analizi Skoru (Baş ve Yapıcı, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

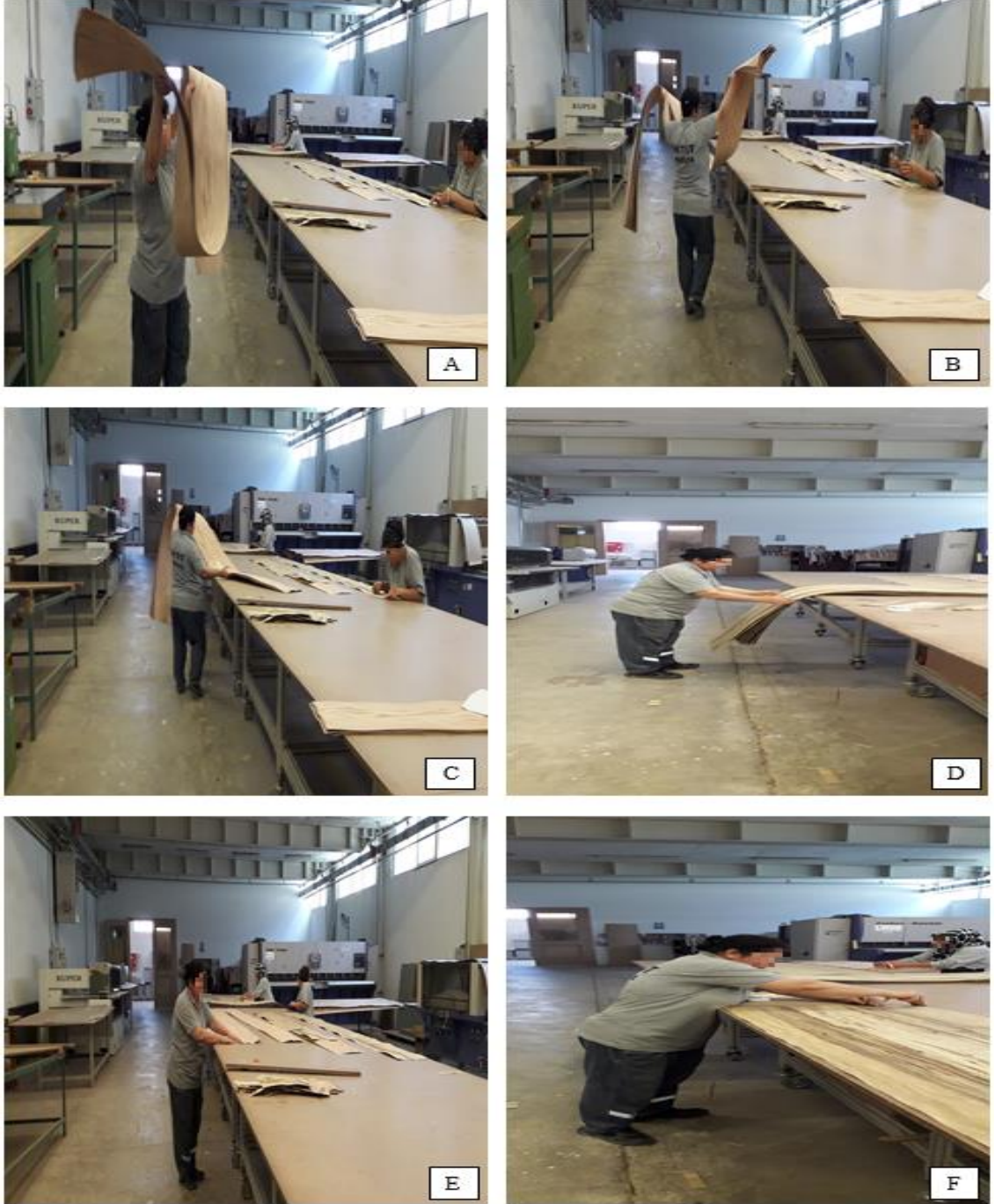
RULA Skoru		Boyun/Gövde/Bacak Skoru						
		1	2	3	4	5	6	7+
Bilek/Kol Skoru	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 1: 4. İş İstasyonu 2. Çalışana (Kaplama Kontrol ve Bantlama) Ait REBA, OWAS, HMD ve RULA Çalışma Duruşları Değerlendirme Sonuçları

Şekil 17’de Kaplama Kontrol ve Bantlama işlemlerine ait görseller yer almaktadır. Bu iş istasyonunda da 4. İş İstasyonunun 1. Bölümü gibi yük taşıma için el forklifti ve

konveyörler kullanılmamakta olup, kaplamalar istiflendiği yerden el ile taşınmak suretiyle kontrol ve bantlamanın yapıldığı iş tezgâhına taşınmaktadır. A görselinden F'ye kadar yapılan işlemler sırasıyla; kontrol ve bantlama yapılacak kaplamaların el ile taşınması, kaplamaların işlem yapılacak tezgâh üzerine yerleştirilmesi, kaplamaların düzenlenip ayrılması, kaplamaların kontrol edilmesi ve bantlama işleminin yapılmasıdır.



Şekil 17. Firma 1: 4. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait Görseller.

Şekil 18’de ise 4. İş İstasyonu 2. Çalışana ait en riskli çalışma duruşlarını gösteren bir görsel yer almaktadır. İş için kullanılan kaplamalar 2 ağırlığında olup, parça taşıma yalnızca el ile yapılmaktadır. Kaplama kontrol işlemi el ve göz ile muayene edilmek suretiyle, bantlama işlemi ise yine el marifetiyle yapılmaktadır. 4. İş İstasyonunun bu bölümünde de kaldırılan parça ağırlıkları düşük miktarda olup, çalışanın postüründe meydana gelen zorlanmaların genellikle tezgâh başında eğilme ve uygun olmayan duruşlardan kaynaklandığı gözlemlenmiştir. İlave olarak iş tekrarının yoğun olmasının kas iskelet sisteminin zorlanmasını artırdığı görülmektedir. Görselin devamında ise, aşağıdaki şekilde belirtilen açıların da kullanılması ile hesaplanan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine yer verilmiştir.



Şekil 18. Firma 1: 4. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait En Riskli Çalışma Pozisyonları.

Firma 1: 4. İş İstasyonu 2. Çalışana (Kaplama Kontrol ve Bantlama) Ait Çalışma Pozisyonu REBA Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 5'e göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Gövde; fleksiyonu (bükülme) 20°-60° arasında olduğu için 3,
- Boyun; ekstansiyonu (esneme) 20°'yi geçtiği için 2,
- Bacak; iki taraflı ağırlık taşıma olduğu için 1 ve fleksiyonu 30°'den düşük olduğu için artı puan ilave edilmeyerek toplam 1 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'a göre A değeri Tablo 1'de yerine konulmak suretiyle 4 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük 5 kg'dan az olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 2'ye göre 0 puan ilave edilerek nihai A değeri 4 bulunmuştur.

- Üst kollar; fleksiyonu 90°'den fazla olduğu için 4 ve omuz yükseldiği için +1 puan ilave edilerek 5,
- Alt kollar; fleksiyonu 60°'den daha az olduğu için 2,
- Bilek; ekstansiyonu 0°-15° arasında olduğu için 1 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 3'e göre B değeri 7 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük orta şiddette kavrama gücü ile iyi bir tutuş ile yapılabildiği için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 4'e göre yük kavrama puanı 0 kabul edilmiş ve nihai B değeri 7 olarak bulunmuştur.

A ve B değerinin kesişimi olan C değeri Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 6'ya göre 7 olarak bulunmuş ve yapılan iş kısa aralıklar ile tekrar edildiği için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 5'e göre +1 puan ilave edilmiş olup, nihai REBA skoru 8 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.19'da REBA skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.19. Firma 1: 4. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait REBA Analizi Skoru (Sağiroğlu ve ark., 2015’ten değiştirilerek kullanılmıştır).

REBA PUANLAMA												
A GRUBU	BOYUN	2	➡						⬅	5	ÜST KOL	B GRUBU
	GÖVDE	3		TABLO A	4		7	TABLO B		2	ALT KOL	
	BACAK	1		+			+			1	BİLEK	
				TAŞINAN YÜK	0		0	TUTUŞ PUANI				
				↓			↓					
				A PUANI	4		TABLO C	7	B PUANI			
				↙			C PUANI	↘				
							7					
						+						
						AKTİVİTE YOĞUNLUĞU						
						1						
						↓						
						REBA PUANI						
						8						

4. İş İstasyonu 2. Çalışana ait kaplama kontrol ve bantlama işlemine ilişkin çalışma pozisyonundaki çalışan postür değerlendirilmesi ile 8 olarak bulunan REBA skoru Çizelge 2.11’e göre irdelendiğinde “Yüksek Risk” seviyesinde olduğu ve “kısa zaman içerisinde iyileştirme yapılması gerekliliği” ortaya çıkmaktadır.

Firma 1: 4. İş İstasyonu 2. Çalışana (Kaplama Kontrol ve Bantlama) Ait Çalışma Pozisyonu OWAS Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 6’ya göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Sırt Duruşu; bükülmüş ve eğilmiş olduğu için 4,
- Kol Duruşu; her iki kol omuz hizasının üstünde olduğu için 3,
- Bacak Duruşu; dik olarak iki bacak üzerinde ayakta durulduğu için 2,
- Kuvvet Kullanımı; kaldırılan parça ağırlığı 10 kg’dan az olduğu için 1 olarak puanlanmıştır.

Çizelge 4.20’de OWAS skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.20. Firma 1: 4. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait OWAS Analizi Skoru (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı
4	3	2	1
Yukarıdaki Kod Çizelge 2.15'te yerine konulduğu zaman yan tarafta yer alan nihai OWAS Puanı elde edilmektedir.			OWAS Puanı
			2

OWAS metodu kapsamında Şekil 6'daki talimatlar ile sayısal hale çevrilen çalışan "sırt", "kol", "bacak" duruşları ve "kuvvet kullanımının" Çizelge 2.15 aracılığıyla ortak etkisine bakıldığında "2" değeri elde edilmektedir. Bu değer Çizelge 2.16'da kategori 2 olarak değerlendirilmektedir ve "zorlanma fazla değil, ergonomik düzenleme yakın bir zamanda yapılmalıdır" şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 1: 4. İş İstasyonu 2. Çalışana (Kaplama Kontrol ve Bantlama) Ait Çalışma Pozisyonu HMD Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

4. İstasyonda 2. Çalışan tarafından yapılan kaplama kontrol ve bantlama işlemlerine ait çalışma pozisyonu için gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından; EK 3'te yer alan maruziyet formları aracılığıyla "sırt", "omuz/kol", "bilek/el", "boyun", "taşıt kullanma", "titreşim", "iş hızı", "stres" parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri ve toplam risk değeri hesaplanmış olup Çizelge 4.21'de yer almaktadır.

Çizelge 4.21. Firma 1: 4. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait HMD Analizi Skoru (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Maruziyet	Sırt	Omuz/ Kol	Bilek /El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skoru
Skor	26	38	36	16	1	1	4	1	123

Belirlenen toplam risk değeri doğrultusunda "Toplam Yüzde" aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Elle taşıma işleri için $x_{Maks}=176$).

$$\text{HMD Puanı (E \%): } x100 = \frac{x}{x_{max}} x100 = \frac{123}{176} x100 = \%69,9 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan toplam yüzdeyi Çizelge 2.17’de yer alan HMD Eylem Çizelgesi aracılığı ile değerlendirdiğimizde ise “daha fazla araştırılmalı ve yakın zamanda değişiklik yapılmalı” kategorisinde olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla HMD Skoru “Yüksek Risk” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 1: 4. İş İstasyonu 2. Çalışana (Kaplama Kontrol ve Bantlama) Ait Çalışma Pozisyonu RULA Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 7’ye göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Adım 1. Üst Kol Pozisyonu; fleksiyonu 90°’den daha fazla olduğu için 4, ayrıca omuz yükseldiği için +1 puan ile toplam 5,
- Adım 2. Ön Kol Pozisyonu; 0°-90° arasında fleksiyon yaptığı için 1,
- Adım 3. Bilek Pozisyonu; fleksiyonu 0°-15° arasında olduğu için 2,
- Adım 4. Bilek Bükülmesi; orta derecede büküldüğü için bilek bükülmesi +1,
- Adım 5. Bilek/Kol Postür Skoru; yukarıdaki puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo A’da yerine konulmak suretiyle bilek/kol için postür skoru 5,
- Adım 6. Kas Kullanma Skoru; hareket dakikada dört kereden fazla tekrarlandığı için +1,
- Adım 7. Kuvvet/Yük Skoru; 2-10 kg statik/tekrarlı çalışma olduğu için +2,
- Adım 8. Bilek/Kol Skoru; 5, 6 ve 7. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai bilek/kol skoru 8,
- Adım 9. Boyun Pozisyonu; 20°’den fazla ekstansiyon olduğu için 4, bükülme veya yana esneme olmadığı için ilave puan eklenmeyerek toplam 4,
- Adım 10. Gövde Pozisyonu; fleksiyonu 20°-60° arasında olduğu için 3, gövdede bükülme ile beraber sağa sola dönme olmadığı için ilave puan eklenmeden toplam 3,
- Adım 11. Bacak Pozisyonu; ayak ve bacak desteklenmediği için 2,
- Adım 12. Boyun/Gövde/Bacak Postür Skoru; adım 9, 10 ve 11’de elde edilen puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo B’de yerine konulmak suretiyle boyun/gövde/bacak için postür skoru 7,

- Adım 13. Kas Kullanma Skoru; hareket dakikada dört kereden fazla tekrarlandığı için +1,
- Adım 14. Kuvvet/Yük Skoru; 2-10 kg statik/tekrarlı çalışma olduğu için +2,
- Adım 15. Boyun/Gövde/Bacak Skoru; 12, 13 ve 14. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai boyun/gövde/bacak skoru 10 olarak puanlanmıştır.

“Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” nihai skorları, Şekil 8’de belirtilen Tablo C’de yerine konulduğu zaman, RULA skoru 7 olarak hesaplanmakta olup, Çizelge 4.22’de gösterilmektedir. Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır. Bu durum çok yüksek risk seviyesine işaret eden 4. kategoridir.

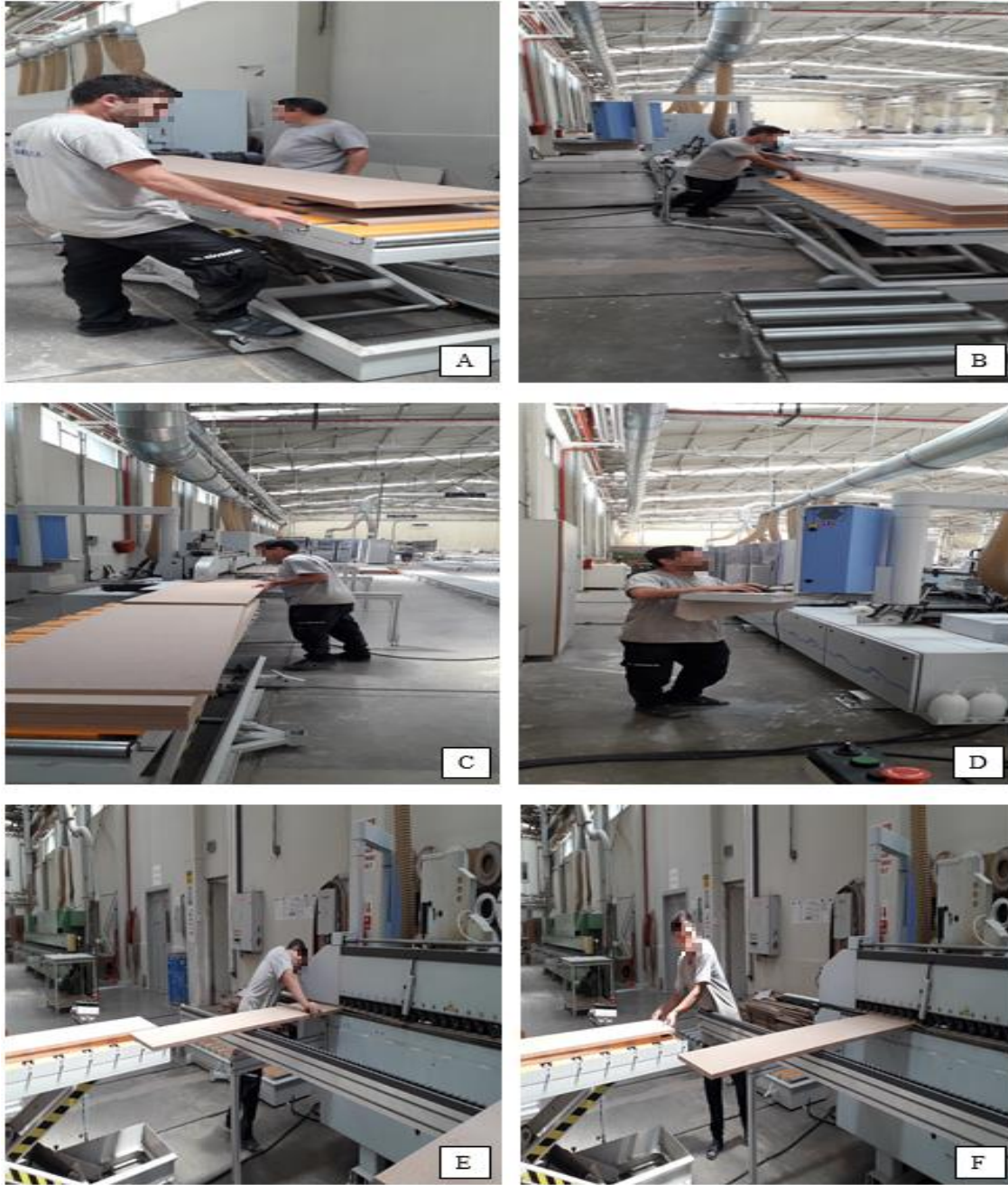
Çizelge 4.22. Firma 1: 4. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait RULA Analizi Skoru (Baş ve Yapıcı, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

RULA Skoru		Boyun/Gövde/Bacak Skoru						
		1	2	3	4	5	6	7+
Bilek/Kol Skoru	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Firma 1: 5. İş İstasyonuna (Kenar Tıraşlama, Perdahlama ve Kanal Açma) Ait REBA, OWAS, HMD ve RULA Çalışma Duruşları Değerlendirme Sonuçları

Şekil 19’da Kenar Tıraşlama, Perdahlama ve Kanal Açma işlemlerine ait görseller yer almaktadır. Bu iş istasyonunda yük taşıma için el forklifti, yük asansörü ve konveyörler bulunmaktadır. Aşağıdaki şekilde görüldüğü üzere işlem yapılacak parçalar yük

asansörü ile makine tezgâhına yanaştırılmakta olup, yük asansörü üzerine ise konveyörden el ile kaldırmak suretiyle konulmaktadır. Parça kaldırma için eğilme esnasında vücutta oluşan duruş bozukluklarının ve zorlanmaların attığı gözlemlenmiştir. A görselinden F'ye kadar yapılan işlemler sırasıyla; parçaların yük asansörü ile makineye yaklaştırılması, parçaların yük asansörü üzerinden makine tezgâhına aktarılması, parçanın makine beslemesine hizalanması, makineye veri girişi yapılması parçaların makine beslemesine verilerek perdahlama yapılmasıdır.



Şekil 19. Firma 1: 5. İş İstasyonuna Ait Görseller.

Şekil 20’de 5. İş İstasyonuna ait en riskli çalışma duruşlarını gösteren bir görsel yer almaktadır. İş için kullanılan parçalar 0,5, 0,7, 2,5 ve 25 kg arasında değişen ağırlıklardadır. İşlem yapılacak parçalar konveyör üzerine istiflenmekte olup, buradan el ile kaldırılmak suretiyle asansöre konulmakta daha sonra asansör makineye yanaştırılıp tezgâh seviyesine yükseltilmektedir. Devamında ise parçalar asansör üzerinde el ile çekme ve belirli bir miktar kaldırma ile işlenmek üzere makineye verilmektedir. Bu iş istasyonunda da ilk üç iş istasyonunda olduğu gibi, çalışanın kas iskelet sistemine rahatsızlık verebilecek en riskli pozisyonun, işlem yapılacak parçanın konveyörün üzerinden çalışan tarafından yere eğilmek suretiyle tutulup kaldırıldığı ve asansörün üzerine konulduğu anlarda ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Görselin devamında ise, aşağıdaki şekilde belirtilen açıların da kullanılması ile hesaplanan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine yer verilmiştir.



Şekil 20. Firma 1: 5. İş İstasyonu En Riskli Çalışma Pozisyonları.

Firma 1: 5. İş İstasyonuna (Kenar Tıraşlama, Perdahlama ve Kanal Açma) Ait Çalışma Pozisyonu REBA Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 5'e göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Gövde; fleksiyonu (bükülme) 60°'yi geçtiği için 4,
- Boyun; ekstansiyonu (esneme) 20°'yi geçtiği için 2, yana dönme olduğu için ilave +1 puan eklenerek toplam 3,
- Bacak; iki taraflı ağırlık taşıma olduğu için 1 ve fleksiyonu 30°-60° arasında olduğu için +1 ile toplam 2 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'a göre A değeri Tablo 1'de yerine konulmak suretiyle 7 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük 10 kg'dan fazla olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 2'ye göre 2 puan daha ilave edilerek nihai A değeri 9 bulunmuştur.

- Üst kollar; fleksiyonu 90°'den fazla olduğu için 4, omuz yükseldiği için +1, işlem yer çekimi desteği ile gerçekleştirildiği için ise 1 puan çıkarılıp 4,
- Alt kollar; 60°'den daha az fleksiyon yaptığı için 2,
- Bilek; ekstansiyonu 0°-15° arasında olduğu için 1 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 3'e göre B değeri 5 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük orta şiddette kavrama gücü ile iyi bir tutuş ile yapılabildiği için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 4'e göre yük kavrama puanı 0 kabul edilmiş ve nihai B değeri 5 olarak bulunmuştur.

A ve B değerinin kesişimi olan C değeri Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 6'ya göre 10 olarak bulunmuş ve yapılan iş duruşta hızlı ve büyük bir değişikliğe neden olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 5'e göre +1 puan ilave edilmiş olup, nihai REBA skoru 11 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.23'te REBA skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.23. Firma 1: 5. İş İstasyonu REBA Analizi Skoru (Sağiroğlu ve ark., 2015'ten değiştirilerek kullanılmıştır).

REBA PUANLAMA													
A GRUBU	BOYUN	3	➡							⬅	4	ÜST KOL	B GRUBU
	GÖVDE	4		TABLO A	7		5	TABLO B	2		ALT KOL		
	BACAK	2		+			+		1		BİLEK		
				TAŞINAN YÜK	2		0	TUTUŞ PUANI					
				↓			↓						
				A PUANI	9		TABLO C	5	B PUANI				
				⬇			C PUANI	⬇					
						10							
						+							
						AKTİVİTE YOĞUNLUĞU							
						1							
						↓							
						REBA PUANI							
						11							

5. İş İstasyonuna ait kenar tıraşlama, perdahlama ve kanal açma işlemlerine ilişkin çalışma pozisyonundaki çalışan postür değerlendirilmesi ile 11 olarak bulunan REBA skoru Çizelge 2.11'e göre irdelendiğinde "Çok Yüksek Risk" seviyesinde olduğu ve "hemen iyileştirme yapılması gerekliliği" ortaya çıkmaktadır.

Firma 1: 5. İş İstasyonuna (Kenar Tıraşlama, Perdahlama ve Kanal Açma) Ait Çalışma Pozisyonu OWAS Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 6'ya göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Sırt Duruşu; bükülmüş ve eğilmiş olduğu için 4,
- Kol Duruşu; bir kol omuz hizasının üstünde olduğu için 2,
- Bacak Duruşu; dik durumda her iki bacak bükülmüş olduğu için 4,
- Kuvvet Kullanımı; kaldırılan parça ağırlığı 20 kg'dan fazla olduğu için 3 olarak puanlanmıştır.

Çizelge 4.24'te OWAS skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.24. Firma 1: 5. İş İstasyonu OWAS Analizi Skoru (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı
4	2	4	3
Yukarıdaki Kod Çizelge 2.15'te yerine konulduğu zaman yan tarafta yer alan nihai OWAS Puanı elde edilmektedir.			OWAS Puanı
			4

OWAS metodu kapsamında Şekil 6'daki talimatlar ile sayısal hale çevrilen çalışan "sırt", "kol", "bacak" duruşları ve "kuvvet kullanımının" Çizelge 2.15 aracılığıyla ortak etkisine bakıldığında "4" değeri elde edilmektedir. Bu değer Çizelge 2.16'da kategori 4 olarak değerlendirilmektedir ve "Yüklenme ve zorlanma çok fazla, ergonomik düzenleme derhal yapılmalıdır" şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 1: 5. İş İstasyonuna (Kenar Tıraşlama, Perdahlama ve Kanal Açma) Ait Çalışma Pozisyonu HMD Analizi (Zengin, 2020'den Değiştirilerek Kullanılmıştır).

5. İstasyonda yapılan kenar tıraşlama, perdahlama ve kanal açma işlemlerine ait çalışma pozisyonu için gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından; EK 3'te yer alan maruziyet formları aracılığıyla "sırt", "omuz/kol", "bilek/el", "boyun", "taşıt kullanma", "titreşim", "iş hızı", "stres" parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri ve toplam risk değeri hesaplanmış olup Çizelge 4.25'te yer almaktadır.

Çizelge 4.25. Firma 1: 5. İş İstasyonu HMD Analizi Skoru (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Maruziyet	Sırt	Omuz/ Kol	Bilek /El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skoru
Skor	48	52	38	18	1	1	4	4	166

Belirlenen toplam risk değeri doğrultusunda "Toplam Yüzde" aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Elle taşıma işleri için $x_{Maks}=176$).

$$\text{HMD Puanı (E \%): } x100 = \frac{x}{x_{max}} \times 100 = \frac{166}{176} \times 100 = \%94,3 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan toplam yüzdeyi Çizelge 2.17’de yer alan HMD Eylem Çizelgesi aracılığı ile değerlendirdiğimizde ise “araştırılmalı ve hemen değişiklik yapılmalı” kategorisinde olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla HMD Skoru “Çok Yüksek Risk” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 1: 5. İş İstasyonuna (Kenar Tıraşlama, Perdahlama ve Kanal Açma) Ait Çalışma Pozisyonu RULA Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 7’ye göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Adım 1. Üst Kol Pozisyonu; fleksiyonu 90°’den daha fazla olduğu için 4, fakat omuz yükseldiği için +1 ve kişi eğilmiş olduğu ve işlem yer çekimi desteği ile gerçekleştirildiği için -1 puan ile toplam 4,
- Adım 2. Ön Kol Pozisyonu; 0°-90° arasında fleksiyon yaptığı için 1,
- Adım 3. Bilek Pozisyonu; ekstansiyonu 0°-15° arasında olduğu için 2,
- Adım 4. Bilek Bükülmesi; orta derecede büküldüğü için bilek bükülmesi +1,
- Adım 5. Bilek/Kol Postür Skoru; yukarıdaki puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo A’da yerine konulmak suretiyle bilek/kol için postür skoru 4,
- Adım 6. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olmadığı ya da hareket dakikada dört kez tekrarlanmadığı için kas skoru 0,
- Adım 7. Kuvvet/Yük Skoru; 10 kg’dan fazla olduğu için +3,
- Adım 8. Bilek/Kol Skoru; 5, 6 ve 7. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai bilek/kol skoru 7,
- Adım 9. Boyun Pozisyonu; 20°’den fazla ekstansiyon olduğu için 4, yana dönme olduğu için ilave +1 puan eklenerek toplam 5,
- Adım 10. Gövde Pozisyonu; fleksiyonu 60°’yi geçtiği için 4, gövdede bükülme ile beraber sağa sola dönme olmadığı için ilave puan eklenmeden toplam 4,
- Adım 11. Bacak Pozisyonu; ayak ve bacak desteklenmediği için 2,
- Adım 12. Boyun/Gövde/Bacak Postür Skoru; adım 9, 10 ve 11’de elde edilen puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo B’de yerine konulmak suretiyle boyun/gövde/bacak için postür skoru 8,

- Adım 13. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olmadığı ya da hareket dakikada dört kez tekrarlanmadığı için kas skoru 0,
- Adım 14. Kuvvet/Yük Skoru; 10 kg'dan fazla olduğu için +3,
- Adım 15. Boyun/Gövde/Bacak Skoru; 12, 13 ve 14. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai boyun/gövde/bacak skoru 11 olarak puanlanmıştır.

“Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” skorlarının değerinin kesişimi olan değer Şekil 8’de yer alan Tablo C’ye göre 7 değerini verdiği için nihai RULA skoru 7 olarak bulunmuş olup, Çizelge 4.26’da gösterilmektedir. Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır.

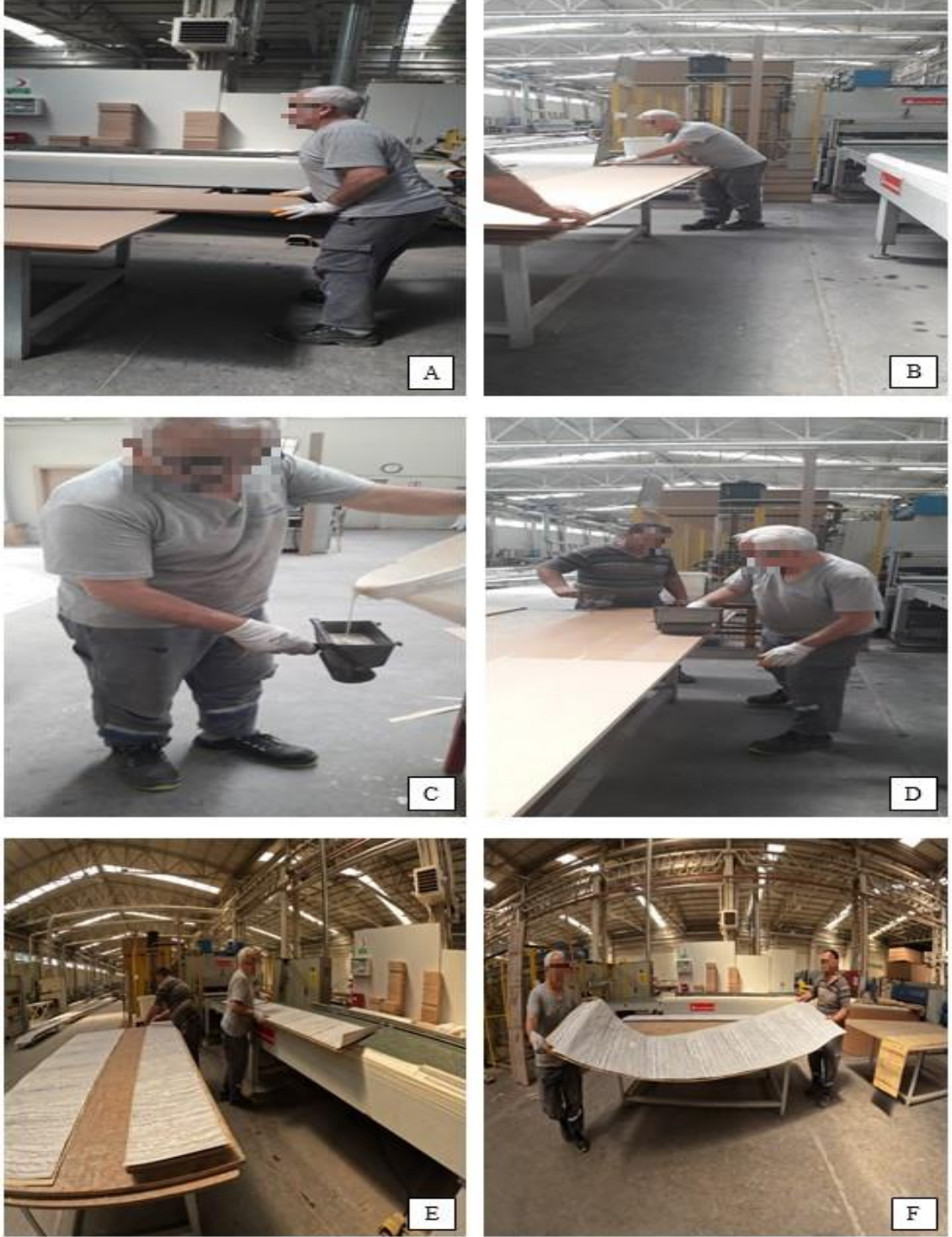
Çizelge 4.26. Firma 1: 5. İş İstasyonu RULA Analizi Skoru (Baş ve Yapıcı, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

RULA Skoru		Boyun/Gövde/Bacak Skoru						
		1	2	3	4	5	6	7+
Bilek/Kol Skoru	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Firma 1: 6. İş İstasyonu 1. Çalışana (MDF Üzerine Kaplama Presleme) Ait REBA, OWAS, HMD ve RULA Çalışma Duruşları Değerlendirme Sonuçları

Şekil 21’de MDF Üzerine Kaplama Presleme işlemine ait görseller yer almaktadır. Bu iş istasyonunda iki kişi çalışmakta olup, yük taşıma için el forklifti, yük asansörü ve konveyörler bulunmamaktadır. A görselinden F’ye kadar yapılan işlemler sırasıyla;

işlem yapılacak parçaların istiflendiği alandan el ile taşınarak tezgâh üzerine alınması, parça ve kaplamanın düzenlenmesi, tutkal sürme aparatına dolum yapılması, parçaya tutkal sürülmesi, kaplamaların parça üzerine yerleştirilerek pres makinesine taşınması ve yeni kaplamaların el ile taşınarak işlem yapılacağı tezgâha getirilmesidir.



Şekil 21. Firma 1: 6. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait Görseller.

Parça taşıma ve tutkal sürme işlemleri 1. ve 2. Çalışanın her ikisi tarafından da yapılmakta olup, 1. Çalışanın parça kaldırma ve taşıma esnasındaki çalışma duruşları incelenmiştir. Şekil 22’de 6. İş İstasyonu 1. Çalışana ait en riskli çalışma duruşlarını gösteren bir görsel yer almaktadır. İş için kullanılan parçalar 10, 12,5 ve 15 kg arasında değişen ağırlıklardadır. İşlem yapılacak parçalar istiflendiği alandan el ile kaldırılmak suretiyle işlem yapılacak tezgâha konulmakta, daha tutkalı sürülerek ve kaplaması yerleştirilerek pres makinesinin tezgâhına el ile taşınmaktadır. Bu iş istasyonunda çalışanın kas iskelet sistemine rahatsızlık verebilecek en riskli pozisyonların, parçaların el ile kaldırılıp işlem yapılacak tezgâhlar arasında taşınması esnasında ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Görselin devamında ise, aşağıdaki şekilde belirtilen açıların da kullanılması ile hesaplanan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine yer verilmiştir.



Şekil 22. Firma 1: 6. İş İstasyonu-1. Çalışana Ait En Riskli Çalışma Pozisyonları.

Firma 1: 6. İş İstasyonu 1. Çalışana (MDF Üzeri Kaplama Presleme İşlemi) Ait Çalışma Pozisyonu REBA Analiz (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 5'e göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Gövde; fleksiyonu (bükülme) 20 °-60° arasında olduğu için 3,
- Boyun; ekstansiyonu (esneme) 20°'yi geçtiği için 2,
- Bacak; tek taraflı sabit olmayan duruş olduğu için 2 ve fleksiyonu 30°'den düşük olduğu için ilave puan eklenmeyerek toplam 1 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'a göre A değeri Tablo 1'de yerine konulmak suretiyle 5 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük 10 kg'dan fazla olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 2'ye göre 2 puan daha ilave edilerek nihai A değeri 6 bulunmuştur.

- Üst kollar; fleksiyonu 45°-90° arasında olduğu için 3, kollarda açılma olduğu için +1 ilave ve kolun duruşunu yer çekimi desteği etkilediği için 1 puan çıkarılıp toplam 3,
- Alt kollar; 60°'den daha az fleksiyon yaptığı için 2,
- Bilek; ekstansiyonu 15°'den az olduğu için 1 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 3'e göre B değeri 2 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük orta şiddette kavrama gücü ile iyi bir tutuş ile yapılabildiği için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 4'e göre yük kavrama puanı 0 kabul edilmiş ve nihai B değeri 4 olarak bulunmuştur.

A ve B değerinin kesişimi olan C değeri Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 6'ya göre 8 olarak bulunmuş ve yapılan iş duruşta hızlı ve büyük değişikliğe neden olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 5'e göre +1 puan ilave edilerek nihai REBA skoru 9 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.27'de REBA skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.27. Firma 1: 6. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait REBA Analizi Skoru (Sağiroğlu ve ark., 2015’ten değiştirilerek kullanılmıştır).

REBA PUANLAMA												
A GRUBU	BOYUN	2	➡						⬅	3	ÜST KOL	B GRUBU
	GÖVDE	3		TABLO A	5		4	TABLO B		2	ALT KOL	
	BACAK	2		+			+			1	BİLEK	
				TAŞINAN YÜK	2		0	TUTUŞ PUANI				
				↓			↓					
				A PUANI	7		TABLO C	4	B PUANI			
				↙			C PUANI	↘				
							8					
						+						
						AKTİVİTE YOĞUNLUĞU						
						1						
						↓						
						REBA PUANI						
						9						

6. İş İstasyonu 1.Çalışana ait MDF üzeri kaplama presleme işlemine ilişkin çalışma pozisyonundaki çalışan postür değerlendirilmesi ile 9 olarak bulunan REBA skoru Çizelge 2.11’e göre irdelendiğinde “Yüksek Risk” seviyesinde olduğu ve “kısa zaman içerisinde iyileştirme yapılması gerekliliği” ortaya çıkmaktadır.

Firma 1: 6. İş İstasyonu 1. Çalışana (MDF Üzeri Kaplama Presleme İşlemi) Ait Çalışma Pozisyonu OWAS Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 6’ya göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Sırt Duruşu; bükülmüş ve eğilmiş olduğu için 4,
- Kol Duruşu; her iki kol omuz hizasının altında olduğu için 1,
- Bacak Duruşu; dik durumda her iki bacak bükülmüş olduğu için 4,
- Kuvvet Kullanımı; kaldırılan parça ağırlığı 10 ile 20 kg arasında olduğu için 2 olarak puanlanmıştır.

Çizelge 4.28’de OWAS skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.28. Firma 1: 6. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait OWAS Analizi Skoru (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı
4	1	4	2
Yukarıdaki Kod Çizelge 2.15'te yerine konulduğu zaman yan tarafta yer alan nihai OWAS Puanı elde edilmektedir.			OWAS Puanı
			4

OWAS metodu kapsamında Şekil 6'daki talimatlar ile sayısal hale çevrilen çalışan "sırt", "kol", "bacak" duruşları ve "kuvvet kullanımının" Çizelge 2.15 aracılığıyla ortak etkisine bakıldığında "4" değeri elde edilmektedir. Bu değer Çizelge 2.16'da kategori 4 olarak değerlendirilmektedir ve "Yüklenme ve zorlanma çok fazla, ergonomik düzenleme derhal yapılmalıdır" şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 1: 6. İş İstasyonu 1. Çalışana (MDF Üzeri Kaplama Presleme İşlemi) Ait Çalışma Pozisyonu HMD Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

6. İstasyonda 1. Çalışan tarafından yapılan MDF üzeri kaplama presleme işlemine ait çalışma pozisyonu için gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından; EK 3'te yer alan maruziyet formları aracılığıyla "sırt", "omuz/kol", "bilek/el", "boyun", "taşıt kullanma", "titreşim", "iş hızı", "stres" parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri ve toplam risk değeri hesaplanmış olup Çizelge 4.29'da yer almaktadır.

Çizelge 4.29. Firma 1: 6. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait HMD Analizi Skoru (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Maruziyet	Sırt	Omuz/ Kol	Bilek /El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skoru
Skor	38	46	42	14	1	1	4	1	147

Belirlenen toplam risk değeri doğrultusunda "Toplam Yüzde" aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Elle taşıma işleri için $x_{Maks}=176$).

$$\text{HMD Puanı (E \%): } x100 = \frac{x}{x_{max}} x100 = \frac{147}{176} x100 = \%83,5 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan toplam yüzdeyi Çizelge 2.17’de yer alan HMD Eylem Çizelgesi aracılığı ile değerlendirdiğimizde ise “araştırılmalı ve hemen değişiklik yapılmalı” kategorisinde olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla HMD Skoru “Çok Yüksek Risk” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 1: 6. İş İstasyonu 1. Çalışana (MDF Üzeri Kaplama Presleme İşlemi) Ait Çalışma Pozisyonu RULA Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 7’ye göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Adım 1. Üst Kol Pozisyonu; fleksiyonu 45°-90° arasında olduğu için 3, fakat kişi eğilmiş olduğu ve işlem yer çekimi desteği ile gerçekleştirildiği için -1 puan ile toplam 2,
- Adım 2. Ön Kol Pozisyonu; 0°-90° arasında fleksiyon yaptığı için 1,
- Adım 3. Bilek Pozisyonu; ekstansiyonu 0°-15° arasında olduğu için 2,
- Adım 4. Bilek Bükülmesi; orta derecede büküldüğü için bilek bükülmesi +1,
- Adım 5. Bilek/Kol Postür Skoru; yukarıdaki puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo A’da yerine konulmak suretiyle bilek/kol için postür skoru 3,
- Adım 6. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olmadığı ve hareket dakikada dört defadan fazla tekrarlanmadığı için kas skoru 0,
- Adım 7. Kuvvet/Yük Skoru; 10 kg’dan fazla olduğu için +3,
- Adım 8. Bilek/Kol Skoru; 5, 6 ve 7. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai bilek/kol skoru 6,
- Adım 9. Boyun Pozisyonu; 20°’den fazla ekstansiyon olduğu için 4,
- Adım 10. Gövde Pozisyonu; fleksiyonu 20°-60° arasında olduğu için 3, gövdede bükülme ile beraber sağa sola dönme olmadığı için ilave puan eklenmeden toplam 3,
- Adım 11. Bacak Pozisyonu; ayak ve bacak desteklenmediği için 2,
- Adım 12. Boyun/Gövde/Bacak Postür Skoru; adım 9, 10 ve 11’de elde edilen puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo B’de yerine konulmak suretiyle boyun/gövde/bacak için postür skoru 7,

- Adım 13. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olmadığı ve hareket dakikada dört defadan fazla tekrarlanmadığı için kas skoru 0,
- Adım 14. Kuvvet/Yük Skoru; 10 kg'dan fazla olduğu için +3,
- Adım 15. Boyun/Gövde/Bacak Skoru; 12, 13 ve 14. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai boyun/gövde/bacak skoru 10 olarak puanlanmıştır.

“Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” skorlarının değerinin kesişimi olan değer Şekil 8’de yer alan Tablo C’ye göre 7 değerini verdiği için nihai RULA skoru 7 olarak bulunmuş olup, Çizelge 4.30’da gösterilmektedir. Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır.

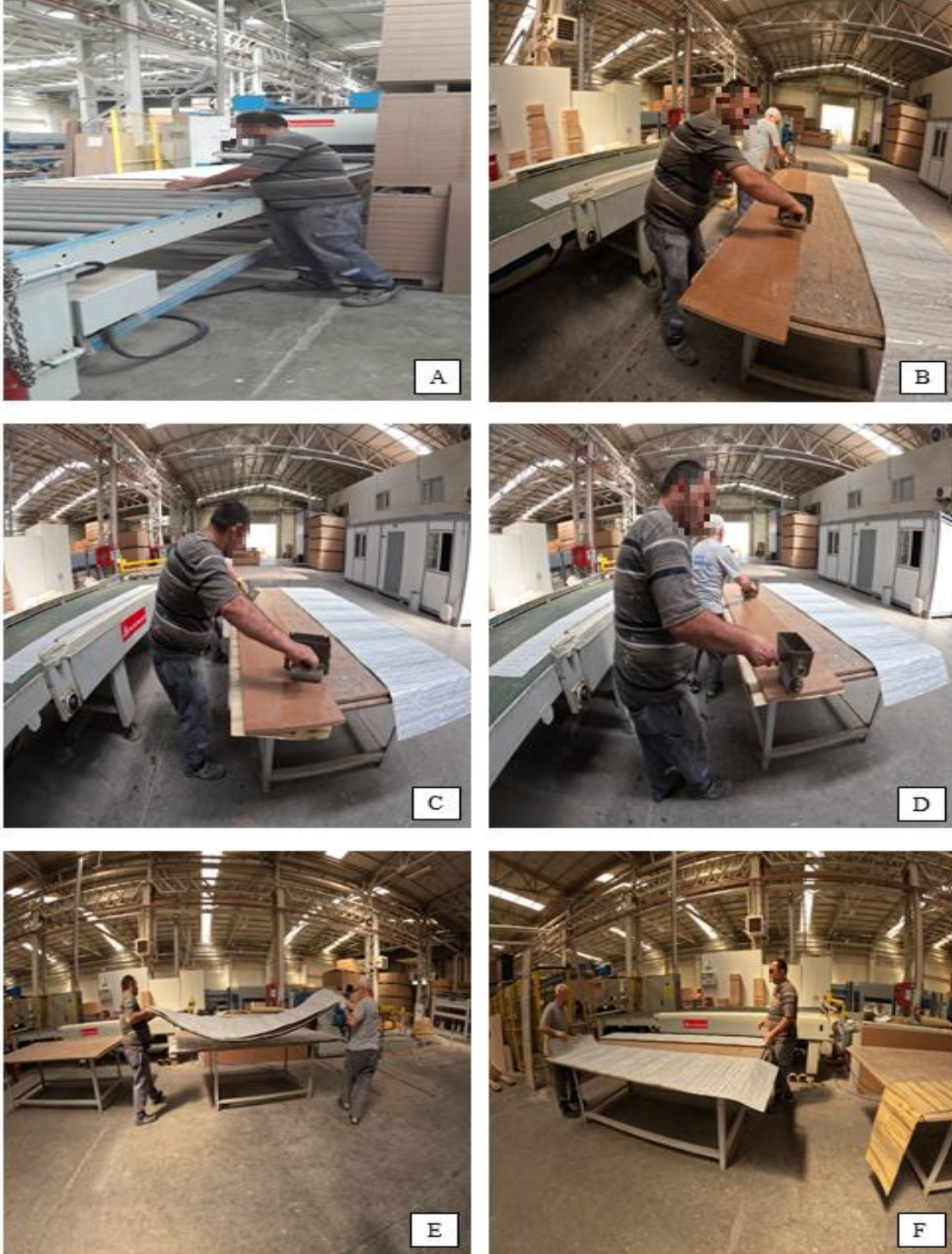
Çizelge 4.30. Firma 1: 6. İş İstasyonu 1. Çalışana Ait RULA Analizi Skoru (Baş ve Yapıcı, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

RULA Skoru		Boyun/Gövde/Bacak Skoru						
		1	2	3	4	5	6	7+
Bilek/Kol Skoru	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Firma 1: 6. İş İstasyonu 2. Çalışana (MDF Üzerine Kaplama Presleme) Ait REBA, OWAS, HMD ve RULA Çalışma Duruşları Değerlendirme Sonuçları

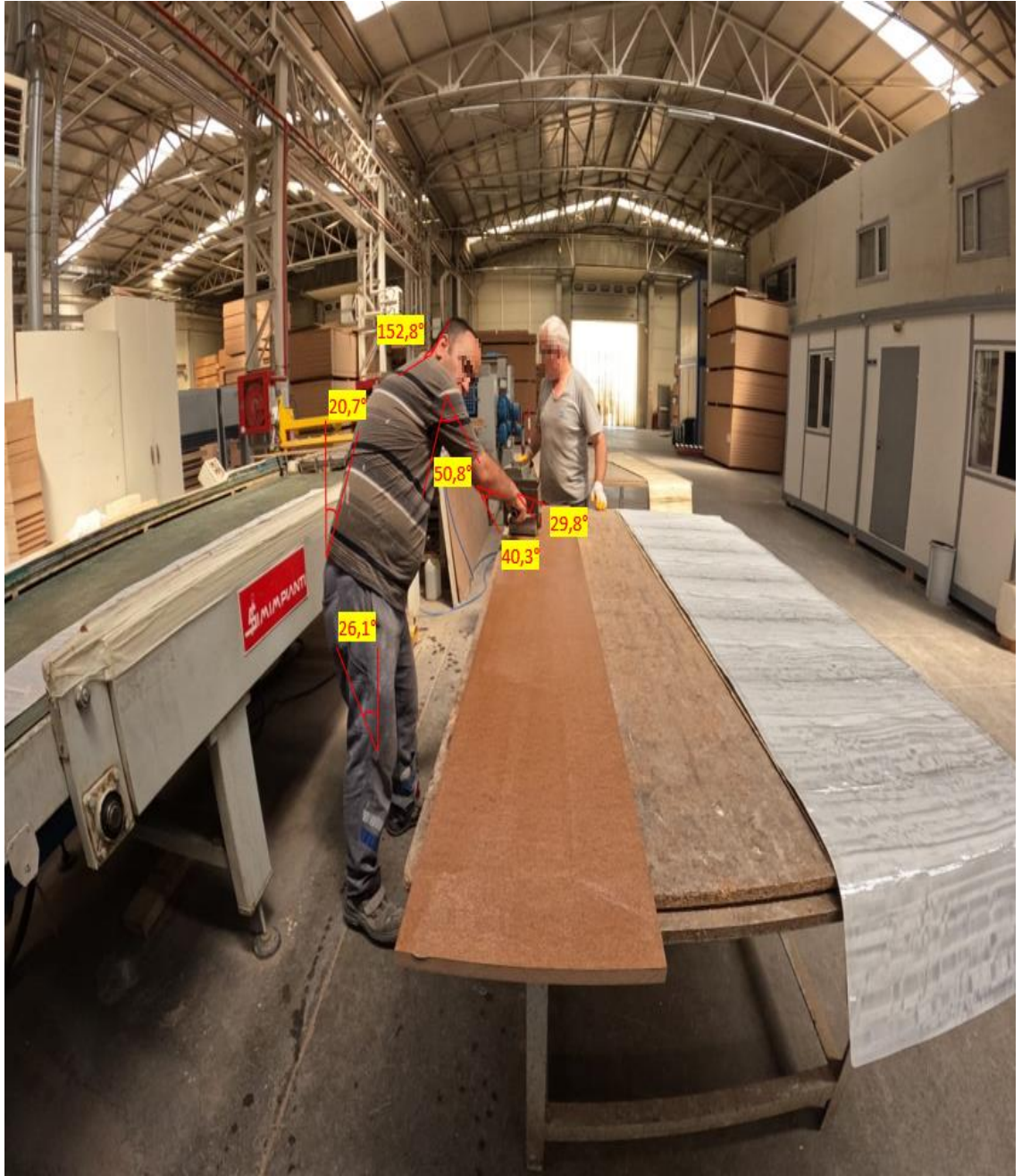
Şekil 23’te MDF Üzerine Kaplama Presleme işlemine ait görseller yer almaktadır. Yukarıda belirtildiği üzere bu iş istasyonunda yerine getirilen işlemler iki çalışan tarafından da yapılmakta olup, 6. İş İstasyonu 2. Çalışan için tutkal sürme işlemi

esnasındaki çalışma duruşları incelemiştir. A görselinden F'ye kadar yapılan işlemler sırasıyla; makine tezgâhı üzerindeki parçanın kontrol edilmesi, parçaya tutkal sürülmesi, kaplamaların işlem yapılacağı alana taşınması, kaplamanın tutkal sürülen parça üzerine yerleştirilmesidir.



Şekil 23. Firma 1: 6. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait Görseller.

Şekil 24'te 6. İş İstasyonu 2. Çalışana ait en riskli çalışma duruşlarını gösteren bir görsel yer almaktadır. İş için kullanılan tutkal sürme aleti dolu halde yaklaşık 3 kg civarındadır. Bu iş istasyonunda çalışanın kas iskelet sistemine rahatsızlık verebilecek en riskli pozisyonların parçalara tutkal sürülmesi esnasında uygunsuz duruşlar sergilenmesi sonucu ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Görselin devamında ise, aşağıdaki şekilde belirtilen açıların da kullanılması ile hesaplanan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine yer verilmiştir.



Şekil 24. Firma 1: 6. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait En Riskli Çalışma Pozisyonları.

Firma 1: 6. İş İstasyonu 2. Çalışana (MDF Üzeri Kaplama Presleme İşlemi) Ait Çalışma Pozisyonu REBA Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 5'e göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Gövde; fleksiyonu (bükülme) 20°-60° arasında olduğu için 3, yana esneme olduğu için +1 puan ilave edilerek 4,
- Boyun; ekstansiyonu (esneme) 20°'yi geçtiği için 2, yana dönme olduğu için +1 puan ilave edilerek 3,
- Bacak; iki taraflı ağırlık taşıma olduğu için 1 ve fleksiyonu 30°'den düşük olduğu için ilave puan eklenmeyerek toplam 1 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'a göre A değeri Tablo 1'de yerine konulmak suretiyle 6 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük 5 kg'dan az olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 2'ye göre 0 puan daha ilave edilerek nihai A değeri 6 bulunmuştur.

- Üst kollar; fleksiyonu 45°-90° arasında olduğu için 3, omuz yükseldiği için +1 puan, iş esnasında kolda açılma ve dönme de olduğu için +1 puan daha ilave edilerek toplam 5,
- Alt kollar; 60°'den daha az fleksiyon yaptığı için 2,
- Bilek; fleksiyonu 15°'den fazla olduğu için 2 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 3'e göre B değeri 8 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük orta şiddette kavrama gücü ile iyi bir tutuş ile yapılabildiği için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 4'e göre yük kavrama puanı 0 kabul edilmiş ve nihai B değeri 8 olarak bulunmuştur.

A ve B değerinin kesişimi olan C değeri Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 6'ya göre 9 olarak bulunmuş ve yapılan iş esnasında bir dakika içinde dört defadan daha fazla tekrarlar yapıldığı için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 5'e göre +1 puan ilave edilerek nihai REBA skoru 10 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.31'de REBA skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.31. Firma 1: 6. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait REBA Analizi Skoru (Sağiroğlu ve ark., 2015’ten değiştirilerek kullanılmıştır).

REBA PUANLAMA													
A GRUBU	BOYUN	3	➡							⬅	5	ÜST KOL	B GRUBU
	GÖVDE	4		TABLO A	6		8	TABLO B	2		ALT KOL		
	BACAK	1		+			+		2		BİLEK		
				TAŞINAN YÜK	0		0	TUTUŞ PUANI					
				↓			↓						
				A PUANI	6		TABLO C	8	B PUANI				
				⬇			C PUANI	⬇					
						9							
						+							
						AKTİVİTE YOĞUNLUĞU							
						1							
						↓							
						REBA PUANI							
						10							

6. İş İstasyonu 2. Çalışana ait MDF üzeri kaplama presleme işlemine ilişkin çalışma pozisyonundaki çalışan postür değerlendirilmesi ile 10 olarak bulunan REBA skoru Çizelge 2.11’e göre irdelendiğinde “Çok Yüksek Risk” seviyesinde olduğu ve “hemen iyileştirme yapılması gerekliliği” ortaya çıkmaktadır.

Firma 1: 6. İş İstasyonu 2. Çalışana (MDF Üzeri Kaplama Presleme İşlemi) Ait Çalışma Pozisyonu OWAS Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 6’ya göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Sırt Duruşu; bükülmüş ve eğilmiş olduğu için 4,
- Kol Duruşu; her iki kol omuz hizasının altında olduğu için 1,
- Bacak Duruşu; dik durumda her iki bacak bükülmüş olduğu için 4,
- Kuvvet Kullanımı; kaldırılan parça ağırlığı 10 ile 20 kg arasında olduğu için 2 olarak puanlanmıştır.

Çizelge 4.32’de OWAS skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.32. Firma 1: 6. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait OWAS Analizi Skoru (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı
4	1	4	1
Yukarıdaki Kod Çizelge 2.15'te yerine konulduğu zaman yan tarafta yer alan nihai OWAS Puanı elde edilmektedir.			OWAS Puanı
			4

OWAS metodu kapsamında Şekil 6'daki talimatlar ile sayısal hale çevrilen çalışan "sırt", "kol", "bacak" duruşları ve "kuvvet kullanımının" Çizelge 2.15 aracılığıyla ortak etkisine bakıldığında "4" değeri elde edilmektedir. Bu değer Çizelge 2.16'da kategori 4 olarak değerlendirilmektedir ve "Yüklenme ve zorlanma çok fazla, ergonomik düzenleme derhal yapılmalıdır" şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 1: 6. İş İstasyonu 2. Çalışana (MDF Üzeri Kaplama Presleme İşlemi) Ait Çalışma Pozisyonu HMD Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

6. İstasyonda 2. Çalışan tarafından yapılan MDF üzeri kaplama presleme işlemine ait çalışma pozisyonu için gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından; EK 3'te yer alan maruziyet formları aracılığıyla "sırt", "omuz/kol", "bilek/el", "boyun", "taşıt kullanma", "titreşim", "iş hızı", "stres" parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri ve toplam risk değeri hesaplanmış olup Çizelge 4.33'de yer almaktadır.

Çizelge 4.33. Firma 1: 6. İş İstasyonu 2. Çalışana Ait HMD Analizi Skoru (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Maruziyet	Sırt	Omuz/ Kol	Bilek /El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skoru
Skor	26	26	36	16	1	1	4	4	114

Belirlenen toplam risk değeri doğrultusunda "Toplam Yüzde" aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Elle taşıma işleri için $x_{Maks}=176$).

$$\text{HMD Puanı (E \%): } x100 = \frac{x}{x_{max}} \times 100 = \frac{114}{176} \times 100 = \%64,8 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan toplam yüzdeyi Çizelge 2.17’de yer alan HMD Eylem Çizelgesi aracılığı ile değerlendirdiğimizde ise “daha fazla araştırılmalı ve yakın zamanda değişiklik yapılmalı” kategorisinde olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla HMD Skoru “Yüksek Risk” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 1: 6. İş İstasyonu 2. Çalışana (MDF Üzeri Kaplama Presleme İşlemi) Ait Çalışma Pozisyonu RULA Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 7’ye göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Adım 1. Üst Kol Pozisyonu; fleksiyonu 45°-90° arasında olduğu için 3, ancak omuz yükseldiği için +1 puan ve iş esnasında kollarda açılma olduğu için +1 puan daha eklenerek toplam 5,
- Adım 2. Ön Kol Pozisyonu; 0°-90° arasında fleksiyon yaptığı için 1, iş esnasında kol vücut orta ekseninin sağına ve soluna hareket ettiği için +1 puan ilave edilerek toplam 2,
- Adım 3. Bilek Pozisyonu; fleksiyonu 15°’den fazla olduğu için 3,
- Adım 4. Bilek Bükülmesi; orta derecede büküldüğü için bilek bükülmesi +1,
- Adım 5. Bilek/Kol Postür Skoru; yukarıdaki puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo A’da yerine konulmak suretiyle bilek/kol için postür skoru 6,
- Adım 6. Kas Kullanma Skoru; hareket dakikada dört defadan fazla tekrarlandığı için kas skoru +1,
- Adım 7. Kuvvet/Yük Skoru; 2-10 kg arasında ve tekrarlı çalışma olduğu için +2,
- Adım 8. Bilek/Kol Skoru; 5, 6 ve 7. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai bilek/kol skoru 9,
- Adım 9. Boyun Pozisyonu; 20°’den fazla ekstansiyon olduğu için 4, çalışma esnasında boyunda dönme olduğu için +1 puan ilave edilerek toplam 5,
- Adım 10. Gövde Pozisyonu; fleksiyonu 20°-60° arasında olduğu için 3, gövdede bükülme ile beraber sağa sola dönme olduğu için +1 puan ilave edilerek toplam 4,
- Adım 11. Bacak Pozisyonu; ayak ve bacak desteklenmediği için 2,

- Adım 12. Boyun/Gövde/Bacak Postür Skoru; adım 9, 10 ve 11’de elde edilen puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo B’de yerine konulmak suretiyle boyun/gövde/bacak için postür skoru 8,
- Adım 13. Kas Kullanma Skoru; hareket dakikada dört defadan fazla tekrarlandığı için kas skoru +1,
- Adım 14. Kuvvet/Yük Skoru; 2-10 kg arasında ve tekrarlı çalışma olduğu için +2,
- Adım 15. Boyun/Gövde/Bacak Skoru; 12, 13 ve 14. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai boyun/gövde/bacak skoru 11 olarak puanlanmıştır.

“Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” skorlarının değerinin kesişimi olan değer Şekil 8’de yer alan Tablo C’ye göre 7 değerini verdiği için nihai RULA skoru 7 olarak bulunmuş olup, Çizelge 4.34’te gösterilmektedir.

Çizelge 4.34. Firma 1: 6. İş İstasyonu-2. Çalışana Ait RULA Analizi Skoru (Baş ve Yapıcı, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

RULA Skoru		Boyun/Gövde/Bacak Skoru						
		1	2	3	4	5	6	7+
Bilek/Kol Skoru	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 2: Panel Ebatlama İşlemine Ait REBA, OWAS, HMD ve RULA Çalışma Duruşları Değerlendirme Sonuçları

Şekil 25'te CNC Çoklu Kesim Makinesi ile panel ebatlama işlemine ait görseller yer almaktadır. Bu iş istasyonunda yük taşıma için el forklifti, yük asansörü ve konveyör gibi araçlar bulunmamaktadır. A görselinden F'ye kadar yapılan işlemler sırasıyla; ebatlama yapılacak parçanın makine tezgâhı üzerine taşınması, parçanın makine beslemesine verilmek üzere hizalanması, ebatlanan parçanın makine tablasından alınması, parçanın yere istiflenmesi, başka bir parçanın ebatlanmak üzere hizalanması, kesim işlemi yapılan bir parçanın istiflenmek üzere makine tezgâhından kaldırılıp taşınmasıdır.



Şekil 25. Firma 2: Panel Ebatlama İşlemine Ait Görseller.

Şekil 26’da ise panel ebatlama işlemi sürecinde, çalışan üzerinde meydana gelen en riskli çalışma duruşlarına ait bir görsel yer almaktadır. Bu iş sürecinde parçalar istiflendiği yerden el ile kaldırılıp taşınmak suretiyle makine tezgâhına yerleştirilmekte olup, kesim işlemi bittikten sonra parçalar tekrar el ile kaldırılıp taşınarak istifleneceği yere götürülmektedir. İş için kullanılan parçalar 25 kg ağırlığındadır. Bu iş istasyonunda, çalışanın kas iskelet sistemine rahatsızlık verebilecek en riskli pozisyonların, parçaların makineye taşınmak üzere istiflendiği yerden yere eğilmek suretiyle el ile kaldırılması ve kesimi biten parçaların aynı şekilde istiflenmesi esnasında meydana geldiği gözlemlenmiştir. Görselin devamında ise, aşağıdaki şekilde belirtilen açıların da kullanılması ile hesaplanan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine yer verilmiştir.



Şekil 26. Firma 2: Panel Ebatlama İşlemi En Riskli Çalışma Pozisyonları.

Firma 2: Panel Ebatlama İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu REBA Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 5'e göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Gövde; fleksiyonu (bükülme) 60°'yi geçtiği için 4,
- Boyun; ekstansiyonu (esneme) 20°'yi geçtiği için 2,
- Bacak; iki taraflı ağırlık taşıma olduğu için 1 ve fleksiyonu 30°-60° arasında olduğu için +1 ile toplam 2 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'a göre A değeri Tablo 1'de yerine konulmak suretiyle 6 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük 10 kg'dan fazla olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 2'ye göre 2 puan daha ilave edilerek nihai A değeri 8 bulunmuştur.

- Üst kollar; fleksiyonu 90°'den fazla olduğu için 4, omuz yükseldiği için +1, işlem yer çekimi desteği ile gerçekleştirildiği için ise 1 puan çıkarılıp 4,
- Alt kollar; 60°'den daha az fleksiyon yaptığı için 2,
- Bilek; ekstansiyonu 15°'den fazla olduğu için 2 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 3'e göre B değeri 6 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük orta şiddette kavrama gücü ile iyi bir tutuş ile yapılabildiği için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 4'e göre yük kavrama puanı 0 kabul edilmiş ve nihai B değeri 6 olarak bulunmuştur.

A ve B değerinin kesişimi olan C değeri Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 6'ya göre 10 olarak bulunmuş ve yapılan iş duruşta hızlı ve büyük bir değişikliğe neden olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 5'e göre +1 puan ilave edilmiş olup, nihai REBA skoru 11 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.35'te REBA skoru hesaplama adımları gösterilmiştir. Firma 2 panel ebatlama işlemine ilişkin çalışma pozisyonundaki çalışan postür değerlendirilmesi ile 11 olarak bulunan REBA skoru Çizelge 2.11'e göre irdelendiğinde "Çok Yüksek Risk" seviyesinde olduğu ve "hemen iyileştirme yapılması gerekliliği" ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 4.35. Firma 2: Panel Ebatlama İşlemi REBA Analizi Skoru (Sağıroğlu ve ark., 2015'ten değiştirilerek kullanılmıştır).

REBA PUANLAMA														
A GRUBU		BOYUN	2	➡						⬅	4	ÜST KOL	B GRUBU	
		GÖVDE	4								2	ALT KOL		
		BACAK	2								2	BİLEK		
					TABLO A		6		TABLO B		2			
					+		+		2					
					TAŞINAN YÜK		2		0	TUTUŞ PUANI				
					↓		↓							
					A PUANI		8		TABLO C		6			B PUANI
					↘		C PUANI		↙					
					10									
					+									
					AKTİVİTE YOĞUNLUĞU									
					1									
					↓									
					REBA PUANI									
					11									

Firma 2: Panel Ebatlama İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu OWAS Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 6'ya göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Sırt Duruşu; bükülmüş ve eğilmiş olduğu için 4,
- Kol Duruşu; bir kol omuz hizasının üstünde olduğu için 2,
- Bacak Duruşu; dik durumda her iki bacak bükülmüş olduğu için 4,
- Kuvvet Kullanımı; kaldırılan parça ağırlığı 20 kg'dan fazla olduğu için 3 olarak puanlanmıştır.

Çizelge 4.36'da OWAS skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.36. Firma 2: Panel Ebatlama İşlemi OWAS Analizi Skoru (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı
4	2	4	3
Yukarıdaki Kod Çizelge 2.15'te yerine konulduğu zaman yan tarafta yer alan nihai OWAS Puanı elde edilmektedir.			OWAS Puanı
			4

OWAS metodu kapsamında Şekil 6'daki talimatlar ile sayısal hale çevrilen çalışan “sırt”, “kol”, “bacak” duruşları ve “kuvvet kullanımının” Çizelge 2.15 aracılığıyla ortak etkisine bakıldığında “4” değeri elde edilmektedir. Bu değer Çizelge 2.16'da kategori 4 olarak değerlendirilmektedir ve “Yüklenme ve zorlanma çok fazla, ergonomik düzenleme derhal yapılmalıdır” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 2: Panel Ebatlama İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu HMD Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Firma 2'de CNC Çoklu Kesim Makinesi ile yapılan panel ebatlama işlemine ait çalışma pozisyonu için gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından; EK 3'te yer alan maruziyet formları aracılığıyla “sırt”, “omuz/kol”, “bilek/el”, “boyun”, “taşıt kullanma”, “titreşim”, “iş hızı”, “stres” parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri ve toplam risk değeri hesaplanmış olup Çizelge 4.37'de yer almaktadır.

Çizelge 4.37. Firma 2: Panel Ebatlama İşlemi HMD Analizi Skoru (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Maruziyet	Sırt	Omuz/ Kol	Bilek /El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skoru
Skor	48	48	38	16	1	1	4	1	157

Belirlenen toplam risk değeri doğrultusunda “Toplam Yüzde” aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Elle taşıma işleri için $x_{Maks}=176$).

$$\text{HMD Puanı (E \%): } x100 = \frac{x}{x_{max}} \times 100 = \frac{157}{176} \times 100 = \%89,2 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan toplam yüzdeyi Çizelge 2.17'de yer alan HMD Eylem Çizelgesi aracılığı ile değerlendirdiğimizde ise “araştırılmalı ve hemen değişiklik yapılmalı” kategorisinde

olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla HMD Skoru “Çok Yüksek Risk” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 2: Panel Ebatlama İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu RULA Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 7’ye göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Adım 1. Üst Kol Pozisyonu; fleksiyonu 90°’den daha fazla olduğu için 4, fakat omuz yükseldiği için +1 ve kişi eğilmiş olduğu ve işlem yer çekimi desteği ile gerçekleştirildiği için -1 puan ile toplam 4,
- Adım 2. Ön Kol Pozisyonu; 0°-90° arasında fleksiyon yaptığı için 1,
- Adım 3. Bilek Pozisyonu; ekstansiyonu 15°’den fazla olduğu için 3,
- Adım 4. Bilek Bükülmesi; ileri derecede büküldüğü için bilek bükülmesi +2,
- Adım 5. Bilek/Kol Postür Skoru; yukarıdaki puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo A’da yerine konulmak suretiyle bilek/kol için postür skoru 5,
- Adım 6. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olmadığı ya da hareket dakikada dört kez tekrarlanmadığı için kas skoru 0,
- Adım 7. Kuvvet/Yük Skoru; 10 kg’dan fazla olduğu için +3,
- Adım 8. Bilek/Kol Skoru; 5, 6 ve 7. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai bilek/kol skoru 8,
- Adım 9. Boyun Pozisyonu; 20°’den fazla ekstansiyon olduğu için 4, bükülme veya yana esneme olmadığı için ilave puan eklenmeyerek toplam 4,
- Adım 10. Gövde Pozisyonu; fleksiyonu 60°’yi geçtiği için 4, gövdede bükülme ile beraber sağa sola dönme olmadığı için ilave puan eklenmeden toplam 4,
- Adım 11. Bacak Pozisyonu; ayak ve bacak desteklenmediği için 2,
- Adım 12. Boyun/Gövde/Bacak Postür Skoru; adım 9, 10 ve 11’de elde edilen puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo B’de yerine konulmak suretiyle boyun/gövde/bacak için postür skoru 7,
- Adım 13. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olmadığı ya da hareket dakikada dört kez tekrarlanmadığı için kas skoru 0,
- Adım 14. Kuvvet/Yük Skoru; 10 kg’dan fazla olduğu için +3,

- Adım 15. Boyun/Gövde/Bacak Skoru; 12, 13 ve 14. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai boyun/gövde/bacak skoru 10 olarak puanlanmıştır.

“Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” skorlarının değerinin kesişimi olan değer Şekil 8’de yer alan Tablo C’ye göre 7 değerini verdiği için nihai RULA skoru 7 olarak bulunmuş olup, Çizelge 4.38’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.38. Firma 2: Panel Ebatlama İşlemi RULA Analizi Skoru (Baş ve Yapıcı, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

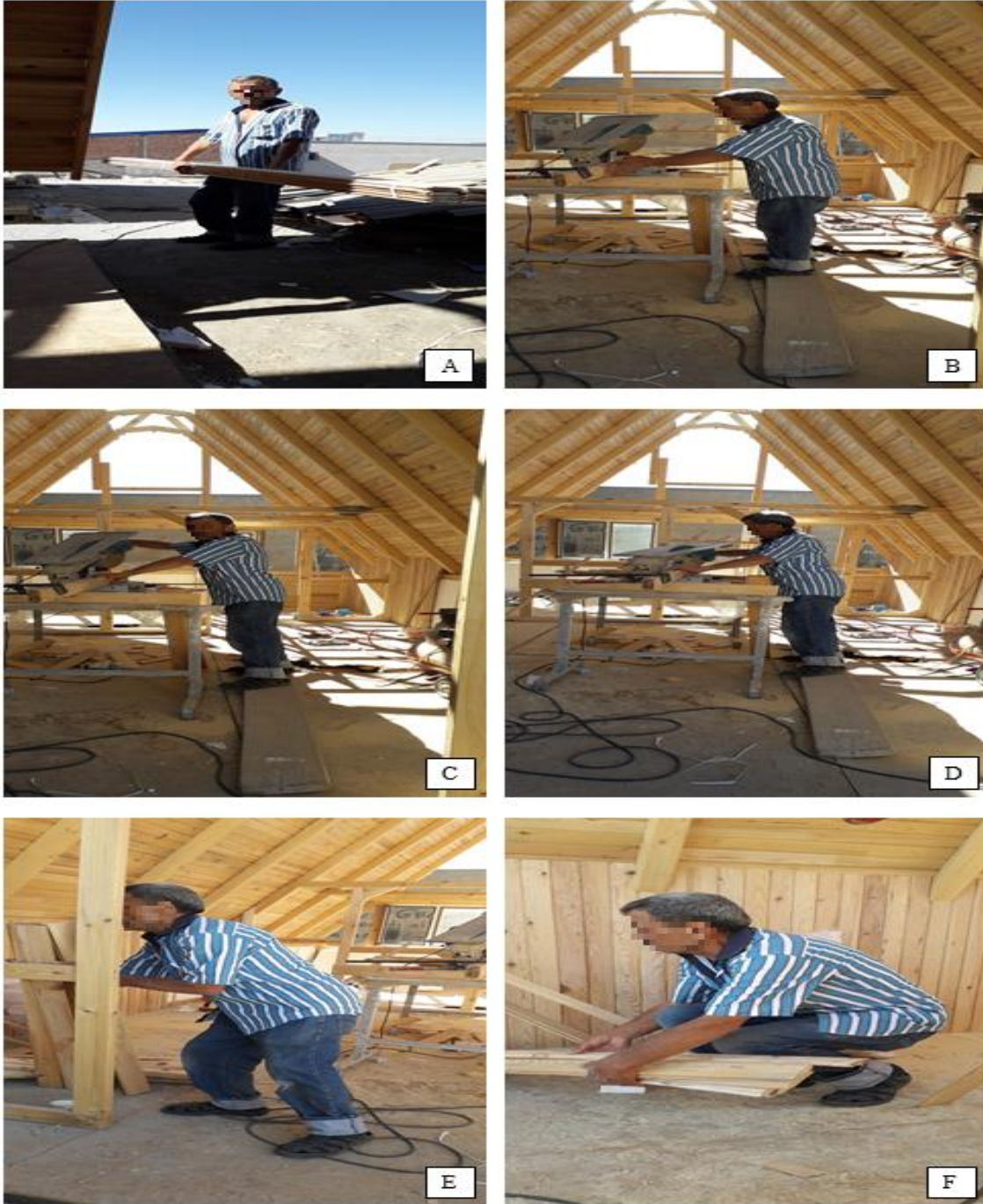
RULA Skoru		Boyun/Gövde/Bacak Skoru						
		1	2	3	4	5	6	7+
Bilek/Kol Skoru	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 3: Baş Kesme Makinesiyle Lambri Kesme İşlemine Ait REBA, OWAS, HMD ve RULA Çalışma Duruşları Değerlendirme Sonuçları

Şekil 27’de Baş Kesme Makinesi ile lambri kesme işlemine ait görseller yer almaktadır. Bu iş istasyonunda yük taşıma için el forklifti, yük asansörü ve konveyör gibi araçlar bulunmamaktadır. Bu iş sürecinde parçalar istiflendiği yerden el ile kaldırılıp taşınmak suretiyle makine tezgâhına yerleştirilmekte olup, kesim işlemi biten parçalar tekrar el ile kaldırılıp taşınarak istifleneceği yere götürülmektedir. İş için kullanılan lambrilerin

adedi 2 kg ağırlığında olup, paket halinde 20 kg gelmektedir. Paketlenmiş lambriler istiflendiği yerden, el ile tutulup kaldırılarak taşınmaktadır. A görselinden F'ye kadar yapılan işlemler sırasıyla; paketlenmiş lambrilerin el ile kaldırılıp makineye doğru taşınması, paketten çıkarılmış olan lambrilerin baş kesme makinesinde işleme tabi tutulması, ebatlanan parçaların makine yakınında bir alana istiflenmesi ve baş kesme işlemi yapılacak yeni parçaların istiflendiği yerden el ile tutulup kaldırılmasıdır.



Şekil 27. Firma 3: Lambri Kesme İşlemine Ait Görseller.

Şekil 28’de lambri kesme işlemi sürecinde, çalışan üzerinde meydana gelen en riskli çalışma duruşlarına ait bir görsel yer almaktadır. Bu iş istasyonunda, çalışanın kas iskelet sistemine rahatsızlık verebilecek en riskli pozisyonların, parçaların kesim işlemi yapılmak üzere istiflendiği yerden, yere eğilmek suretiyle el ile kaldırılması ve kesimi biten parçaların aynı şekilde istiflenmesi esnasında meydana geldiği gözlemlenmiştir. Görselin devamında ise, aşağıdaki şekilde belirtilen açıların da kullanılması ile hesaplanan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine yer verilmiştir.



Şekil 28. Firma 3: Lambri Kesme İşlemi En Riskli Çalışma Pozisyonları.

Firma 3: Baş Kesme Makinesiyle Lambri Kesme İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu
REBA Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 5'e göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Gövde; fleksiyonu (bükülme) 60°'yi geçtiği için 4,
- Boyun; ekstansiyonu (esneme) 20°'yi geçtiği için 2, yana dönme olduğu için +1 puan ilave edilerek 3,
- Bacak; iki taraflı ağırlık taşıma olduğu için 1 ve fleksiyonu 60°'yi geçtiği için +2 ile toplam 3 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'a göre A değeri Tablo 1'de yerine konulmak suretiyle 8 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük 10 kg'dan fazla olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 2'ye göre 2 puan daha ilave edilerek nihai A değeri 10 bulunmuştur.

- Üst kollar; fleksiyonu 45°-90° arasında olduğu için 3, ancak işlem yer çekimi desteği ile gerçekleştirildiği için 1 puan çıkarılarak 2,
- Alt kollar; 60°'den daha az fleksiyon yaptığı için 2,
- Bilek; fleksiyonu 15°'den fazla olduğu için 2, ayrıca yana dönme olduğu için +1 puan ilaveyle 3 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 3'e göre B değeri 4 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük orta şiddette kavrama gücü ile iyi bir tutuş ile yapılabildiği için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 4'e göre yük kavrama puanı 0 kabul edilmiş ve nihai B değeri 4 olarak bulunmuştur.

A ve B değerinin kesişimi olan C değeri Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 6'ya göre 11 olarak bulunmuş ve yapılan iş duruşta hızlı ve büyük bir değişikliğe neden olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 5'e göre +1 puan ilave edilmiş olup, nihai REBA skoru 12 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.39'da REBA skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.39. Firma 3: Lambri Kesme İşlemi REBA Analizi Skoru (Sağiroğlu ve ark., 2015’ten değiştirilerek kullanılmıştır).

REBA PUANLAMA													
A GRUBU	BOYUN	3	➡							⬅	2	ÜST KOL	B GRUBU
	GÖVDE	4		TABLO A	8		4	TABLO B	2		ALT KOL		
	BACAK	3		+			+		3		BİLEK		
				TAŞINAN YÜK	2		0	TUTUŞ PUANI					
				↓			↓						
				A PUANI	10		TABLO C	4	B PUANI				
				⬇			C PUANI	⬇					
						11							
						+							
						AKTİVİTE YOĞUNLUĞU							
						1							
						↓							
						REBA PUANI							
						12							

Firma 3 lambri kesme işlemine ilişkin çalışma pozisyonundaki çalışan postür değerlendirilmesi ile 12 olarak bulunan REBA skoru Çizelge 2.11’e göre irdelendiğinde “Çok Yüksek Risk” seviyesinde olduğu ve “hemen iyileştirme yapılması gerekliliği” ortaya çıkmaktadır.

Firma 3: Baş Kesme Makinesiyle Lambri Kesme İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu OWAS Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 6’ya göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Sırt Duruşu; bükülmüş ve eğilmiş olduğu için 4,
- Kol Duruşu; her iki kol omuz hizasının altında olduğu için 1,
- Bacak Duruşu; dik durumda her iki bacak bükülmüş olduğu için 4,
- Kuvvet Kullanımı; kaldırılan parça ağırlığı 10-20 kg arasında (en ağır parça 20 kg) olduğu için 2 olarak puanlanmıştır.

Çizelge 4.40’ta OWAS skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.40. Firma 3: Lambri Kesme İşlemi OWAS Analizi Skoru (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı
4	1	4	2
Yukarıdaki Kod Çizelge 2.15'te yerine konulduğu zaman yan tarafta yer alan nihai OWAS Puanı elde edilmektedir.			OWAS Puanı
			4

OWAS metodu kapsamında Şekil 6'daki talimatlar ile sayısal hale çevrilen çalışan “sırt”, “kol”, “bacak” duruşları ve “kuvvet kullanımının” Çizelge 2.15 aracılığıyla ortak etkisine bakıldığında “4” değeri elde edilmektedir. Bu değer Çizelge 2.16'da kategori 4 olarak değerlendirilmektedir ve “Yüklenme ve zorlanma çok fazla, ergonomik düzenleme derhal yapılmalıdır” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 3: Baş Kesme Makinesiyle Lambri Kesme İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu HMD Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Baş Kesme Makinesi ile yapılan lambri kesme işlemine ait çalışma pozisyonu için gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından; EK 3'te yer alan maruziyet formları aracılığıyla “sırt”, “omuz/kol”, “bilek/el”, “boyun”, “taşıt kullanma”, “titreşim”, “iş hızı”, “stres” parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri ve toplam risk değeri hesaplanmış olup Çizelge 4.41'de yer almaktadır.

Çizelge 4.41. Firma 3: Lambri Kesme İşlemi HMD Analizi Skoru (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Maruziyet	Sırt	Omuz/ Kol	Bilek /El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skoru
Skor	42	46	42	16	1	1	4	1	153

Belirlenen toplam risk değeri doğrultusunda “Toplam Yüzde” aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Elle taşıma işleri için $x_{Maks}=176$).

$$\text{HMD Puanı (E \%): } x100 = \frac{x}{x_{max}} \times 100 = \frac{153}{176} \times 100 = \%86,9 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan toplam yüzdeyi Çizelge 2.17’de yer alan HMD Eylem Çizelgesi aracılığı ile değerlendirdiğimizde ise “araştırılmalı ve hemen değişiklik yapılmalı” kategorisinde olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla HMD Skoru “Çok Yüksek Risk” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 3: Baş Kesme Makinesiyle Lambri Kesme İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu RULA Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 7’ye göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Adım 1. Üst Kol Pozisyonu; fleksiyonu 45°-90° arasında olduğu için 3, fakat kişi eğilmiş olduğu ve işlem yer çekimi desteği ile gerçekleştirildiği için -1 puan ile toplam 2,
- Adım 2. Ön Kol Pozisyonu; 0°-90° arasında fleksiyon yaptığı için 1,
- Adım 3. Bilek Pozisyonu; fleksiyonu 15°’den fazla olduğu için 3,
- Adım 4. Bilek Bükülmesi; ileri derecede büküldüğü için bilek bükülmesi +2,
- Adım 5. Bilek/Kol Postür Skoru; yukarıdaki puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo A’da yerine konulmak suretiyle bilek/kol için postür skoru 4,
- Adım 6. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olmadığı ya da hareket dakikada dört kez tekrarlanmadığı için kas skoru 0,
- Adım 7. Kuvvet/Yük Skoru; 10 kg’dan fazla olduğu için +3,
- Adım 8. Bilek/Kol Skoru; 5, 6 ve 7. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai bilek/kol skoru 7,
- Adım 9. Boyun Pozisyonu; 20°’den fazla ekstansiyon olduğu için 4, ayrıca boyunda dönme olduğu için +1 puan ilave edilerek toplam 5,
- Adım 10. Gövde Pozisyonu; fleksiyonu 60°’yi geçtiği için 4, gövdede bükülme ile beraber sağa sola dönme olmadığı için ilave puan eklenmeden toplam 4,
- Adım 11. Bacak Pozisyonu; ayak ve bacak desteklenmediği için 2,
- Adım 12. Boyun/Gövde/Bacak Postür Skoru; adım 9, 10 ve 11’de elde edilen puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo B’de yerine konulmak suretiyle boyun/gövde/bacak için postür skoru 8,

- Adım 13. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olmadığı ya da hareket dakikada dört kez tekrarlanmadığı için kas skoru 0,
- Adım 14. Kuvvet/Yük Skoru; 10 kg’dan fazla olduğu için +3,
- Adım 15. Boyun/Gövde/Bacak Skoru; 12, 13 ve 14. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai boyun/gövde/bacak skoru 11 olarak puanlanmıştır.

“Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” skorlarının değerinin kesişimi olan değer Şekil 8’de yer alan Tablo C’ye göre 7 değerini verdiği için nihai RULA skoru 7 olarak bulunmuş olup, Çizelge 4.42’de gösterilmektedir. Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır.

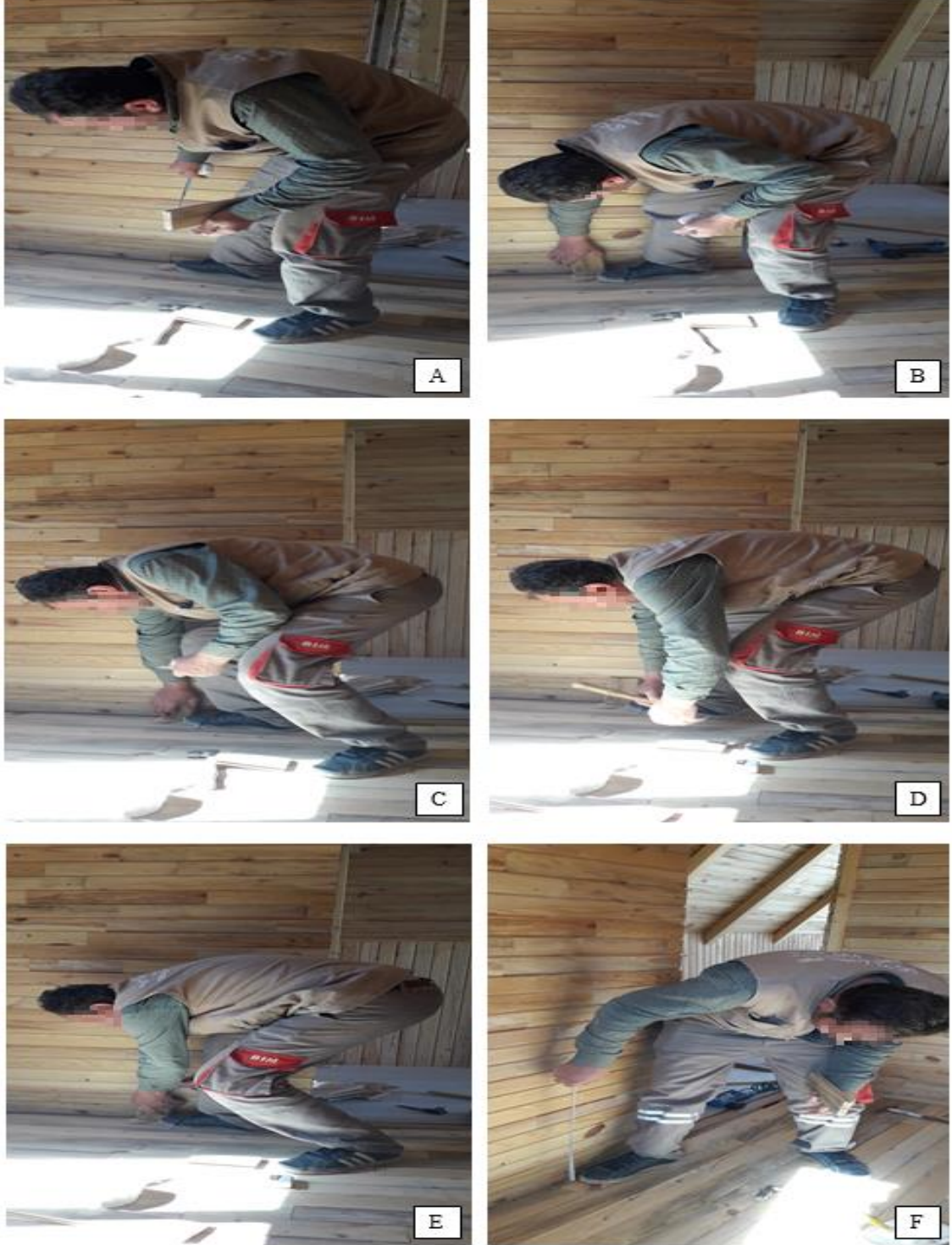
Çizelge 4.42. Firma 3: Lambri Kesme İşlemi RULA Analizi Skoru (Baş ve Yapıcı, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

RULA Skoru		Boyun/Gövde/Bacak Skoru						
		1	2	3	4	5	6	7+
Bilek/Kol Skoru	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Firma 3: Bungalov Ev Lambri Çakma İşlemine Ait REBA, OWAS, HMD ve RULA Çalışma Duruşları Değerlendirme Sonuçları

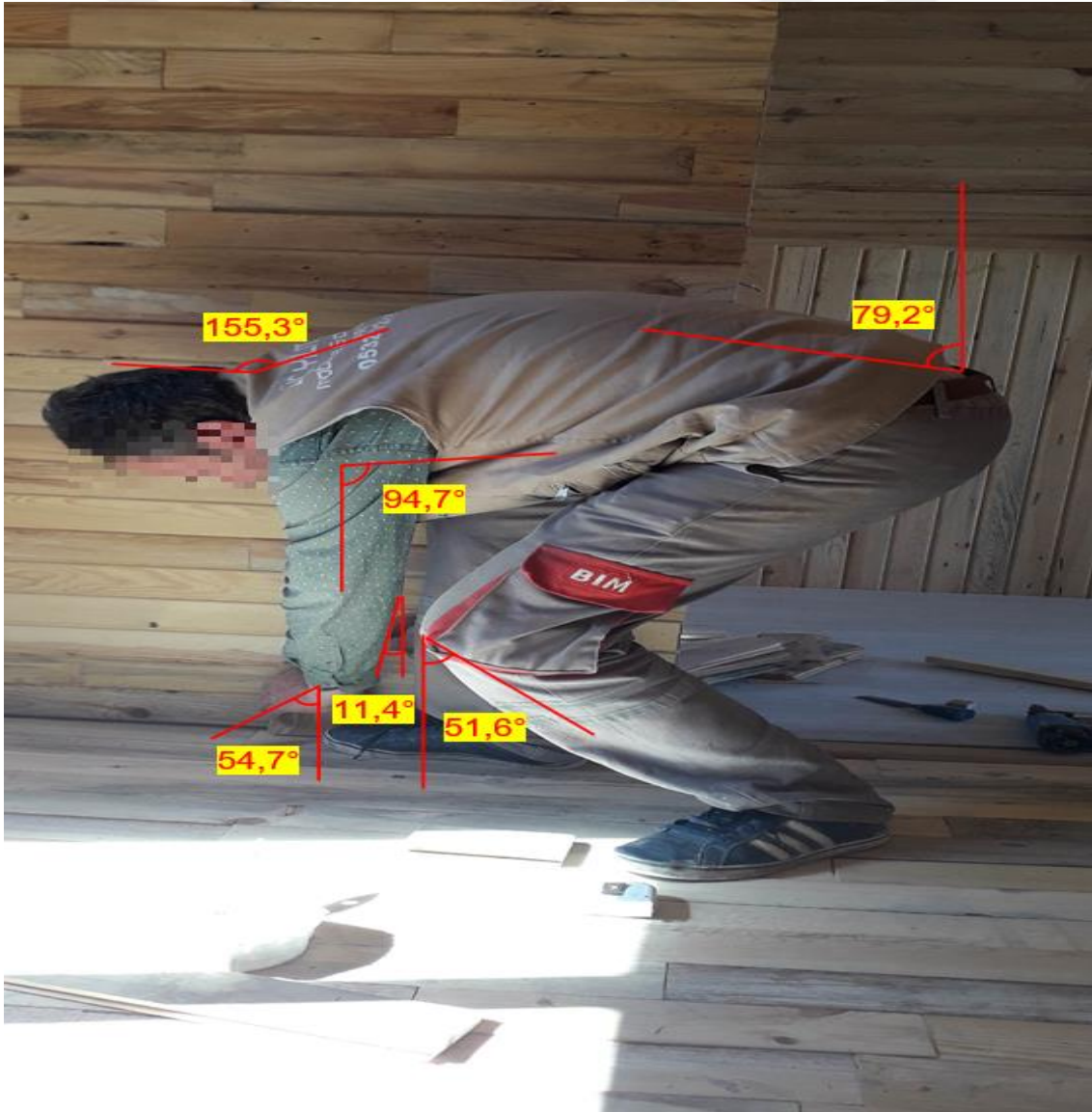
Şekil 29’da Bungalov Ev imalatı esnasında lambri çakma işlemine ait görseller yer almaktadır. Şekilde görüldüğü üzere bu iş istasyonunda parçalar el ile taşınmakta olup, işlem yapıldığı zemine sabitlenmektedir. A görselinden F’ye kadar yapılan işlemler

sırasıyla; lambri çakılacak alanda ölçüm yapılması, ebatlama yapılacak parçanın makine tezgâhı üzerine taşınması, parçanın makine beslemesine verilmek üzere hizalanması, yerine yerleştirilen parçanın takoz ve çekiç yardımıyla çakılması, parçanın yerine sabitlenmesi ve devam eden işlemler için yeniden ölçü alınmasıdır.



Şekil 29. Firma 3: Bungalov Ev Lambri Çakma İşlemine Ait Görseller

Şekil 30’da lambri çakma işlemi sürecinde, çalışan üzerinde meydana gelen en riskli çalışma duruşlarına ait bir görsel yer almaktadır. Bu iş sürecinde parçalar istiflendiği yerden el ile kaldırılıp taşınmak suretiyle işlem yapılacağı alana götürülmektedir. İş için kullanılan parçalar 0,5 ile 2 kg ağırlığında değişiklik göstermekte olup, baş kesme istasyonunda ebatlandırılan lambriler bungalov ev zeminine tutkal ve vidalama ile sabitlenmektedir. Bu iş istasyonunda, çalışanın kas iskelet sistemine rahatsızlık verebilecek en riskli pozisyonların, parçaların zemine sabitlenmesi esnasında çalışanın uygun olmayan duruşlar ile eğilmesi sonucu ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Görselin devamında ise, aşağıdaki şekilde belirtilen açıların da kullanılması ile hesaplanan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine yer verilmiştir.



Şekil 30. Firma 3: Bungalov Ev Lambri Çakma İşlemi En Riskli Çalışma Pozisyonları.

Firma 3: Bungalov Ev Lambri Çakma İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu REBA Analizi
(Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 5'e göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Gövde; fleksiyonu (bükülme) 60°'yi geçtiği için 4,
- Boyun; ekstansiyonu (esneme) 20°'yi geçtiği için 2,
- Bacak; iki taraflı ağırlık taşıma olduğu için 1 ve fleksiyonu 30°-60° arasında olduğu için +1 ile toplam 2 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'a göre A değeri Tablo 1'de yerine konulmak suretiyle 6 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük 5 kg'dan az olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 2'ye göre 0 puan daha ilave edilerek nihai A değeri 6 bulunmuştur.

- Üst kollar; fleksiyonu 90°'yi geçtiği için 4, omuz yükseldiği için +1, işlem esnasında kollarda bükülme olduğu için +1, ancak kolun duruşunda yer çekimi desteği etkili olduğu için de 1 puan çıkarılarak toplam 5,
- Alt kollar; 60°'den az fleksiyon yaptığı için 2,
- Bilek; ekstansiyonu 15°'den fazla olduğu için 2, ayrıca yana esneme olduğu için +1 puan ilaveyle 3 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 3'e göre B değeri 8 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük orta şiddette kavrama gücü ile iyi bir tutuş ile yapılabildiği için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 4'e göre yük kavrama puanı 0 kabul edilmiş ve nihai B değeri 8 olarak bulunmuştur.

A ve B değerinin kesişimi olan C değeri Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 6'ya göre 9 olarak bulunmuş ve yapılan iş esnasında gövde bir dakikadan daha uzun bir süre sabit kaldığı için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 5'e göre +1 puan ilave edilmiş olup, nihai REBA skoru 10 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.43'te REBA skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.43. Firma 3: Lambri Çakma İşlemi REBA Analizi Skoru (Sağıroğlu ve ark., 2015’ten değiştirilerek kullanılmıştır).

REBA PUANLAMA													
A GRUBU	BOYUN	2	➡							⬅	5	ÜST KOL	B GRUBU
	GÖVDE	4		TABLO A	6		8	TABLO B	2		ALT KOL		
	BACAK	2		+			+		3		BİLEK		
				TAŞINAN YÜK	0		0	TUTUŞ PUANI					
				↓			↓						
				A PUANI	6		TABLO C	8					B PUANI
				↙			C PUANI	↘					
						9							
						+							
						AKTİVİTE YOĞUNLUĞU							
						1							
						↓							
						REBA PUANI							
						10							

Firma 3 lambri çakma işlemine ilişkin çalışma pozisyonundaki çalışan postür değerlendirilmesi ile 10 olarak bulunan REBA skoru Çizelge 2.11’e göre irdelendiğinde “Yüksek Risk” seviyesinde olduğu ve “kısa zaman içerisinde iyileştirme yapılması gerekliliği” ortaya çıkmaktadır.

Firma 3: Bungalov Ev Lambri Çakma İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu OWAS Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 6’ya göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Sırt Duruşu; bükülmüş ve eğilmiş olduğu için 4,
- Kol Duruşu; bir kol omuz hizasının üzerinde olduğu için 2,
- Bacak Duruşu; dik durumda her iki bacak bükülmüş olduğu için 4,
- Kuvvet Kullanımı; kaldırılan parça ağırlığı 10 kg’dan az olduğu için 1 olarak puanlanmıştır.

Çizelge 4.44’te OWAS skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.44. Firma 3: Lambri Çakma İşlemi OWAS Analizi Skoru (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı
4	2	4	1
Yukarıdaki Kod Çizelge 2.15'te yerine konulduğu zaman yan tarafta yer alan nihai OWAS Puanı elde edilmektedir.			OWAS Puanı
			4

OWAS metodu kapsamında Şekil 6'daki talimatlar ile sayısal hale çevrilen çalışan "sırt", "kol", "bacak" duruşları ve "kuvvet kullanımının" Çizelge 2.15 aracılığıyla ortak etkisine bakıldığında "4" değeri elde edilmektedir. Bu değer Çizelge 2.16'da kategori 4 olarak değerlendirilmektedir ve "Yüklenme ve zorlanma çok fazla, ergonomik düzenleme derhal yapılmalıdır" şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 3: Bungalov Ev Lambri Çakma İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu HMD Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Bungalov ev imalatında, lambri çakma işlemine ait çalışma pozisyonu için gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından; EK 3'te yer alan maruziyet formları aracılığıyla "sırt", "omuz/kol", "bilek/el", "boyun", "taşıt kullanma", "titreşim", "iş hızı", "stres" parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri ve toplam risk değeri hesaplanmış olup Çizelge 4.45'te yer almaktadır.

Çizelge 4.45. Firma 3: Lambri Çakma İşlemi HMD Analizi Skoru (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Maruziyet	Sırt	Omuz/ Kol	Bilek /El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skoru
Skor	34	34	36	16	1	1	4	1	127

Belirlenen toplam risk değeri doğrultusunda "Toplam Yüzde" aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Elle taşıma işleri için $x_{Maks}=176$).

$$\text{HMD Puanı (E \%): } x100 = \frac{x}{x_{max}} x100 = \frac{127}{176} x100 = \%72,2 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan toplam yüzdeyi Çizelge 2.17’de yer alan HMD Eylem Çizelgesi aracılığı ile değerlendirdiğimizde ise “araştırılmalı ve hemen değişiklik yapılmalı” kategorisinde olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla HMD Skoru “Çok Yüksek Risk” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 3: Bungalov Ev Lambri Çakma İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu RULA Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 7’ye göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Adım 1. Üst Kol Pozisyonu; fleksiyonu 90°’yi geçtiği için 4, omuz yükseldiği için +1, ancak kişi eğilmiş olduğu ve işlem yer çekimi desteği ile gerçekleştirildiği için de -1 puan ile toplam 4,
- Adım 2. Ön Kol Pozisyonu; 0°-90° arasında fleksiyon yaptığı için 1, kolda vücut orta eksenine göre dönme olduğu için +1 puan ilave ile toplam 2,
- Adım 3. Bilek Pozisyonu; ekstansiyonu 15°’den fazla olduğu için 3, bilek orta ekseninden büküldüğü için +1 puan ilave ile toplam 4,
- Adım 4. Bilek Bükülmesi; ileri derecede büküldüğü için bilek bükülmesi +2,
- Adım 5. Bilek/Kol Postür Skoru; yukarıdaki puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo A’da yerine konulmak suretiyle bilek/kol için postür skoru 5,
- Adım 6. Kas Kullanma Skoru; hareket bir dakika içerisinde dört defadan fazla tekrarlandığı için 1,
- Adım 7. Kuvvet/Yük Skoru; en ağır parça 2 kg olduğu için +1,
- Adım 8. Bilek/Kol Skoru; 5, 6 ve 7. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai bilek/kol skoru 7,
- Adım 9. Boyun Pozisyonu; 20°’den fazla ekstansiyon olduğu için 4,
- Adım 10. Gövde Pozisyonu; fleksiyonu 60°’yi geçtiği için 4, gövdede bükülme ile beraber sağa sola dönme olmadığı için ilave puan eklenmeden toplam 4,
- Adım 11. Bacak Pozisyonu; ayak ve bacak desteklenmediği için 2,

- Adım 12. Boyun/Gövde/Bacak Postür Skoru; adım 9, 10 ve 11’de elde edilen puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo B’de yerine konulmak suretiyle boyun/gövde/bacak için postür skoru 7,
- Adım 13. Kas Kullanma Skoru; hareket bir dakika içerisinde dört defadan fazla tekrarlandığı için 1,
- Adım 14. Kuvvet/Yük Skoru; en ağır parça 2 kg olduğu için +1,
- Adım 15. Boyun/Gövde/Bacak Skoru; 12, 13 ve 14. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai boyun/gövde/bacak skoru 9 olarak puanlanmıştır.

“Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” skorlarının değerinin kesişimi olan değer Şekil 8’de yer alan Tablo C’ye göre 7 değerini verdiği için nihai RULA skoru 7 olarak bulunmuş olup, Çizelge 4.46’da gösterilmektedir.

Çizelge 4.46. Firma 3: Lambri Çakma İşlemi RULA Analizi Skoru (Baş ve Yapıcı, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

RULA Skoru		Boyun/Gövde/Bacak Skoru						
		1	2	3	4	5	6	7+
Bilek/Kol Skoru	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 3: Bungalov Ev Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışana Ait REBA, OWAS, HMD ve RULA Çalışma Duruşları Değerlendirme Sonuçları

Şekil 31’de Bungalov Ev imalatı esnasında kapı montajı işleminde 1. Çalışana ait görseller yer almaktadır. Bu iş sürecinde 1. Çalışan, el matkabı ile kapı çerçevesinin vidalanması esnasında sergilediği çalışma duruşları için incelenmiştir. A görselinden F’ye kadar yapılan işlemler sırasıyla; matkap ile kapı çerçevesinde delik açılması, kapı çerçevesinin kasaya hizalanması, kapı çerçevesinin kasaya vidalanması ve kapının çerçeve içine yerleştirilmesidir.



Şekil 31. Firma 3 Bungalov Ev Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışana Ait Görseller.

Şekil 32’de kapı montajı işlemi sürecinde, 1. Çalışan üzerinde meydana gelen en riskli çalışma duruşlarına ait bir görsel yer almaktadır. Bu iş sürecinde kullanılan el matkabı 2 kg ağırlığında olup, harici bir ağırlık taşıma söz konusu değildir. Matkap kullanımı iş süreci boyunca sıkça kullanılmakta olup, buna bağlı olarak bir miktar titreşime maruz kalınmaktadır. Bu iş istasyonunda, çalışanın kas iskelet sistemine rahatsızlık verebilecek en riskli pozisyonların, kapının yapıdaki yerine sabitlenmesi esnasında çalışanın uygun olmayan duruşlar ile eğilmesi sonucu ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Görselin devamında ise, aşağıdaki şekilde belirtilen açıların da kullanılması ile hesaplanan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine yer verilmiştir.



Şekil 32. Firma 3: Bungalov Ev Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışana Ait En Riskli Çalışma Pozisyonları.

Firma 3: Bungalov Ev Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışana Ait Çalışma Pozisyonu REBA Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 5'e göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Gövde; fleksiyonu (bükülme) 20 °-60° arasında olduğu için 3,
- Boyun; ekstansiyonu (esneme) 20°'yi geçtiği için 2, yana dönme olduğu için +1 puan ilave ile toplam 3,
- Bacak; iki taraflı sabit duruş olduğu için 1 ve fleksiyonu 30°-60° arasında olduğu için +1 ile toplam 2 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'a göre A değeri Tablo 1'de yerine konulmak suretiyle 6 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük 5 kg'dan az olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 2'ye göre 0 puan daha ilave edilerek nihai A değeri 6 bulunmuştur.

- Üst kollar; fleksiyonu 20°-45° arası olduğu için 2, işlem esnasında kollarda bükülme olduğu için +1, ancak kolun duruşunda yer çekimi desteği etkili olduğu için de 1 puan çıkarılarak toplam 2,
- Alt kollar; fleksiyonu 100°'den fazla olduğu için 2,
- Bilek; ekstansiyonu 15°'den fazla olduğu için 2, ayrıca yana esneme olduğu için +1 puan ilaveyle 3 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 3'e göre B değeri 4 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük orta şiddette kavrama gücü ile iyi bir tutuş ile yapılabildiği için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 4'e göre yük kavrama puanı 0 kabul edilmiş ve nihai B değeri 4 olarak bulunmuştur.

A ve B değerinin kesişimi olan C değeri Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 6'ya göre 7 olarak bulunmuş ve yapılan iş esnasında gövde bir dakikadan daha uzun bir süre sabit kaldığı için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 5'e göre +1 puan ilave edilmiş olup, nihai REBA skoru 8 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.47'de REBA skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.47. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışan Ait REBA Analizi Skoru (Sağıroğlu ve ark., 2015’ten değiştirilerek kullanılmıştır).

REBA PUANLAMA													
A GRUBU	BOYUN	3	➡							⬅	2	ÜST KOL	B GRUBU
	GÖVDE	3		TABLO A	6		4	TABLO B	2		ALT KOL		
	BACAK	2		+			+		3		BİLEK		
				TAŞINAN YÜK	0		0	TUTUŞ PUANI					
				↓			↓						
				A PUANI	6		TABLO C	4	B PUANI				
				⬇			C PUANI	⬇					
						7							
						+							
						AKTİVİTE YOĞUNLUĞU							
						1							
						↓							
						REBA PUANI							
						8							

Firma 3 kapı montajı işlemine ilişkin çalışma pozisyonundaki 1. Çalışan postür değerlendirilmesi ile 8 olarak bulunan REBA skoru Çizelge 2.11’e göre irdelendiğinde “Yüksek Risk” seviyesinde olduğu ve “kısa zaman içerisinde iyileştirme yapılması gerekliliği” ortaya çıkmaktadır.

Firma 3: Bungalov Ev Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışana Ait Çalışma Pozisyonu OWAS Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 6’ya göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Sırt Duruşu; bükülmüş ve eğilmiş olduğu için 4,
- Kol Duruşu; her iki kol omuz hizasının altında olduğu için 1,
- Bacak Duruşu; diz çökerek durma olduğu için 6,
- Kuvvet Kullanımı; kaldırılan parça ağırlığı 10 kg’dan az olduğu için 1 olarak puanlanmıştır.

Çizelge 4.48’de OWAS skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.48. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışan Ait OWAS Analizi Skoru (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı
4	1	6	1
Yukarıdaki Kod Çizelge 2.15'te yerine konulduğu zaman yan tarafta yer alan nihai OWAS Puanı elde edilmektedir.			OWAS Puanı
			4

OWAS metodu kapsamında Şekil 6'daki talimatlar ile sayısal hale çevrilen çalışan "sırt", "kol", "bacak" duruşları ve "kuvvet kullanımının" Çizelge 2.15 aracılığıyla ortak etkisine bakıldığında "4" değeri elde edilmektedir. Bu değer Çizelge 2.16'da kategori 4 olarak değerlendirilmektedir ve "Yüklenme ve zorlanma çok fazla, ergonomik düzenleme derhal yapılmalıdır" şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 3: Bungalov Ev Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışana Ait Çalışma Pozisyonu HMD Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Bungalov ev imalatı kapı montajı işleminde 1. Çalışana ait çalışma pozisyonu için gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından; EK 3'te yer alan maruziyet formları aracılığıyla "sırt", "omuz/kol", "bilek/el", "boyun", "taşıt kullanma", "titreşim", "iş hızı", "stres" parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri ve toplam risk değeri hesaplanmış olup Çizelge 4.49'da yer almaktadır.

Çizelge 4.49. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışan Ait HMD Analizi Skoru (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Maruziyet	Sırt	Omuz/ Kol	Bilek /El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skoru
Skor	30	34	36	16	1	4	4	4	129

Belirlenen toplam risk değeri doğrultusunda "Toplam Yüzde" aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Elle taşıma işleri için $x_{Maks}=176$).

$$\text{HMD Puanı (E \%): } x100 = \frac{x}{x_{max}} \times 100 = \frac{129}{176} \times 100 = \%73,3 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan toplam yüzdeyi Çizelge 2.17’de yer alan HMD Eylem Çizelgesi aracılığı ile değerlendirdiğimizde ise “araştırılmalı ve hemen değişiklik yapılmalı” kategorisinde olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla HMD Skoru “Çok Yüksek Risk” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 3: Bungalov Ev Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışana Ait Çalışma Pozisyonu RULA Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 7’ye göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Adım 1. Üst Kol Pozisyonu; fleksiyonu 20°-45° arasında olduğu için 2, işlem esnasında kollarda bükülme olduğu için +1, ancak kolun duruşunda yer çekimi desteği etkili olduğu için de 1 puan çıkarılarak toplam 2,
- Adım 2. Ön Kol Pozisyonu; 90°’den fazla fleksiyon yaptığı için 2, kolda vücut orta eksenine göre dönme olduğu için +1 puan ilave ile toplam 3,
- Adım 3. Bilek Pozisyonu; ekstansiyonu 15°’den fazla olduğu için 3, bilek orta ekseninden büküldüğü için +1 puan ilave ile toplam 4,
- Adım 4. Bilek Bükülmesi; ileri derecede büküldüğü için bilek bükülmesi +2,
- Adım 5. Bilek/Kol Postür Skoru; yukarıdaki puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo A’da yerine konulmak suretiyle bilek/kol için postür skoru 5,
- Adım 6. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olduğu için kas skoru 1,
- Adım 7. Kuvvet/Yük Skoru; en ağır parça 2 kg olduğu için +1,
- Adım 8. Bilek/Kol Skoru; 5, 6 ve 7. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai bilek/kol skoru 7,
- Adım 9. Boyun Pozisyonu; 20°’den fazla ekstansiyon olduğu için 4,
- Adım 10. Gövde Pozisyonu; fleksiyonu 20°-60° arasında olduğu için 4, gövdede bükülme ile beraber sağa sola dönme olmadığı için ilave puan eklenmeden toplam 4,
- Adım 11. Bacak Pozisyonu; ayak ve bacak desteklenmediği için 2,

- Adım 12. Boyun/Gövde/Bacak Postür Skoru; adım 9, 10 ve 11’de elde edilen puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo B’de yerine konulmak suretiyle boyun/gövde/bacak için postür skoru 7,
- Adım 13. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olduğu için kas skoru 1,
- Adım 14. Kuvvet/Yük Skoru; en ağır parça 2 kg olduğu için +1,
- Adım 15. Boyun/Gövde/Bacak Skoru; 12, 13 ve 14. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai boyun/gövde/bacak skoru 9 olarak puanlanmıştır.

“Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” skorlarının değerinin kesişimi olan değer Şekil 8’de yer alan Tablo C’ye göre 7 değerini verdiği için nihai RULA skoru 7 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.50’de, kas kullanma skoru ve kuvvet/yük skorlarının da eklenmesiyle bulunan “Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” skorlarına ait kesişimler sonucu elde edilen nihai RULA skoru gösterilmektedir.

Çizelge 4.50. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışan Ait RULA Analizi Skoru (Baş ve Yapıcı, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

RULA Skoru		Boyun/Gövde/Bacak Skoru						
		1	2	3	4	5	6	7+
Bilek/Kol Skoru	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 3: Bungalov Ev Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışana Ait REBA, OWAS, HMD ve RULA Çalışma Duruşları Değerlendirme Sonuçları

Şekil 33'te Bungalov Ev imalatına ait kapı montajı sürecinde, 2. Çalışana ait görseller yer almaktadır. Bu iş istasyonunda yük taşıma için el forklifti, yük asansörü ve konveyör gibi araçlar bulunmamaktadır. Şekilde görüldüğü üzere bu iş istasyonunda, kapı 2. Çalışan tarafından istiflendiği yerden el ile tutulup kaldırılmak suretiyle monte edileceği yere kadar taşınmaktadır. Daha sonra 2. Çalışan kapıyı 1. Çalışan ile birlikte yapıdaki yerine hizalayarak monte etmektedir. A görselinden F'ye kadar yapılan işlemler sırasıyla; kapının el ile taşınması, kapının çerçeveye hizalanması ve çerçeve içine yerleştirilmesidir.



Şekil 33. Firma 3: Bungalov Ev Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışana Ait Görseller

Şekil 34'te kapı montajı işlemi sürecinde, 2. Çalışan üzerinde meydana gelen en riskli çalışma duruşlarına ait bir görsel yer almaktadır. Bu iş sürecinde işlem yapılan parça ağırlığı 50 kg olan kapıdır. Bu iş istasyonunda, çalışanın kas iskelet sistemine rahatsızlık verebilecek en riskli pozisyonların, kapının istiflendiği alandan el ile kaldırılarak monte edileceği yere kadar taşınması ve kapının yapıdaki yerine sabitlenmesi esnasında çalışanın uygun olmayan duruşlar sergilemesi sonucu ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Görselin devamında ise, aşağıdaki şekilde belirtilen açıların da kullanılması ile hesaplanan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine yer verilmiştir.



Şekil 34. Firma 3: Bungalov Ev Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışana Ait En Riskli Çalışma Pozisyonları.

Firma 3: Bungalov Ev Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışana Ait Çalışma Pozisyonu REBA Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 5'e göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Gövde; ekstansiyonu (esneme) 20°'yi geçtiği için 3,
- Boyun; ekstansiyonu (esneme) 20°'yi geçtiği için 2,
- Bacak; iki taraflı ağırlık taşıma olduğu için 1 ve fleksiyonu 30°-60° arasında olduğu için +1 puan ilave edilerek toplam 2 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'a göre A değeri Tablo 1'de yerine konulmak suretiyle 5 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük 10 kg'dan fazla olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 2'ye göre 2 puan daha ilave edilerek nihai A değeri 7 bulunmuştur.

- Üst kollar; fleksiyonu (bükülme) 0°-20° arasında olduğu için 1, omuz yükseldiği için +1 puan ilave edilerek toplam 2,
- Alt kollar; fleksiyonu 100°'den fazla olduğu için 2,
- Bilek; ekstansiyonu 15°'den fazla olduğu için 2, yana esneme olduğu için +1 puan ilave ile toplam 3 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 3'e göre B değeri 4 olarak hesaplanmıştır. El tutuşu uygun olmamasına rağmen mümkün olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 4'e göre yük kavrama puanı 2 olarak kabul edilmiş ve nihai B değeri 6 olarak bulunmuştur.

A ve B değerinin kesişimi olan C değeri Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 6'ya göre 9 olarak bulunmuş ve yapılan iş esnasında bir veya daha fazla vücut bölgesi bir dakikadan daha uzun süre sabit kaldığı için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 5'e göre +1 puan ilave edilmiş olup, nihai REBA skoru 10 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.51'de REBA skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.51. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışan Ait REBA Analizi Skoru (Sağiroğlu ve ark., 2015’ten değiştirilerek kullanılmıştır).

REBA PUANLAMA												
A GRUBU	BOYUN	2	➡						⬅	2	ÜST KOL	B GRUBU
	GÖVDE	3		TABLO A	5		4	TABLO B		2	ALT KOL	
	BACAK	2		+			+			3	BİLEK	
				TAŞINAN YÜK	2		2	TUTUŞ PUANI				
				↓			↓					
				A PUANI	7		TABLO C	6	B PUANI			
				↙			C PUANI	↘				
							9					
						+						
						AKTİVİTE YOĞUNLUĞU						
						1						
						↓						
						REBA PUANI						
						10						

Firma 3 kapı montajı işlemine ilişkin çalışma pozisyonundaki 2. Çalışan postür değerlendirilmesi ile 10 olarak bulunan REBA skoru Çizelge 2.11’e göre irdelendiğinde “Yüksek Risk” seviyesinde olduğu ve “kısa zaman içerisinde iyileştirme yapılması gerekliliği” ortaya çıkmaktadır.

Firma 3: Bungalov Ev Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışana Ait Çalışma Pozisyonu OWAS Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 6’ya göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Sırt Duruşu; eğik olduğu için 2,
- Kol Duruşu; her iki kol omuz hizasının altında olduğu için 1,
- Bacak Duruşu; dik durumda her iki bacak bükülmüş olduğu için 4,
- Kuvvet Kullanımı; kaldırılan parça ağırlığı 20 kg’dan fazla olduğu için 3 olarak puanlanmıştır.

Çizelge 4.52’de OWAS skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.52. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışan Ait OWAS Analizi Skoru (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı
2	1	4	3
Yukarıdaki Kod Çizelge 2.15'te yerine konulduğu zaman yan tarafta yer alan nihai OWAS Puanı elde edilmektedir.			OWAS Puanı
			3

OWAS metodu kapsamında Şekil 6'daki talimatlar ile sayısal hale çevrilen çalışan "sırt", "kol", "bacak" duruşları ve "kuvvet kullanımının" Çizelge 2.15 aracılığıyla ortak etkisine bakıldığında "3" değeri elde edilmektedir. Bu değer Çizelge 2.16'da kategori 3 olarak değerlendirilmektedir ve "Yüklenme ve zorlanma fazla, ergonomik düzenleme mümkün olduğunca erken yapılmalıdır" şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 3: Bungalov Ev Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışana Ait Çalışma Pozisyonu HMD Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Bungalov ev imalatı kapı montajı işleminde 2. Çalışana ait çalışma pozisyonu için gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından; EK 3'te yer alan maruziyet formları aracılığıyla "sırt", "omuz/kol", "bilek/el", "boyun", "taşıt kullanma", "titreşim", "iş hızı", "stres" parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri ve toplam risk değeri hesaplanmış olup Çizelge 4.53'te yer almaktadır.

Çizelge 4.53. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışan Ait HMD Analizi Skoru (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Maruziyet	Sırt	Omuz/ Kol	Bilek /El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skoru
Skor	44	44	38	14	1	1	4	4	150

Belirlenen toplam risk değeri doğrultusunda "Toplam Yüzde" aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Elle taşıma işleri için $x_{Maks}=176$).

$$\text{HMD Puanı (E \%): } x100 = \frac{x}{x_{max}} x100 = \frac{150}{176} x100 = \%85,2 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan toplam yüzdeyi Çizelge 2.17’de yer alan HMD Eylem Çizelgesi aracılığı ile değerlendirdiğimizde ise “araştırılmalı ve hemen değişiklik yapılmalı” kategorisinde olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla HMD Skoru “Çok Yüksek Risk” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 3: Bungalov Ev Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışana Ait Çalışma Pozisyonu RULA Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 7’ye göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Adım 1. Üst Kol Pozisyonu; fleksiyonu 0°-20° arasında olduğu için 1, omuz yükseldiği için +1 puan ilave edilerek toplam 2,
- Adım 2. Ön Kol Pozisyonu; 90°’den fazla fleksiyon yaptığı için 2,
- Adım 3. Bilek Pozisyonu; ekstansiyonu 15°’den fazla olduğu için 3, bilek orta ekseninden büküldüğü için +1 puan ilave ile toplam 4,
- Adım 4. Bilek Bükülmesi; orta derecede büküldüğü için bilek bükülmesi +1,
- Adım 5. Bilek/Kol Postür Skoru; yukarıdaki puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo A’da yerine konulmak suretiyle bilek/kol için postür skoru 4,
- Adım 6. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olduğu için kas skoru 1,
- Adım 7. Kuvvet/Yük Skoru; 10 kg’dan fazla olduğu için +3,
- Adım 8. Bilek/Kol Skoru; 5, 6 ve 7. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai bilek/kol skoru 8,
- Adım 9. Boyun Pozisyonu; 20°’den fazla ekstansiyon olduğu için 4,
- Adım 10. Gövde Pozisyonu; ekstansiyonu 20°-60° arasında olduğu için 3,
- Adım 11. Bacak Pozisyonu; ayak ve bacak desteklenmediği için 2,
- Adım 12. Boyun/Gövde/Bacak Postür Skoru; adım 9, 10 ve 11’de elde edilen puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo B’de yerine konulmak suretiyle boyun/gövde/bacak için postür skoru 7,
- Adım 13. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olduğu için kas skoru 1,
- Adım 14. Kuvvet/Yük Skoru; 10 kg’dan fazla olduğu için +3,

- Adım 15. Boyun/Gövde/Bacak Skoru; 12, 13 ve 14. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai boyun/gövde/bacak skoru 11 olarak puanlanmıştır.

“Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” skorlarının değerinin kesişimi olan değer Şekil 8’de yer alan Tablo C’ye göre 7 değerini verdiği için nihai RULA skoru 7 olarak bulunmuş olup, Çizelge 4.54’te gösterilmektedir. Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır.

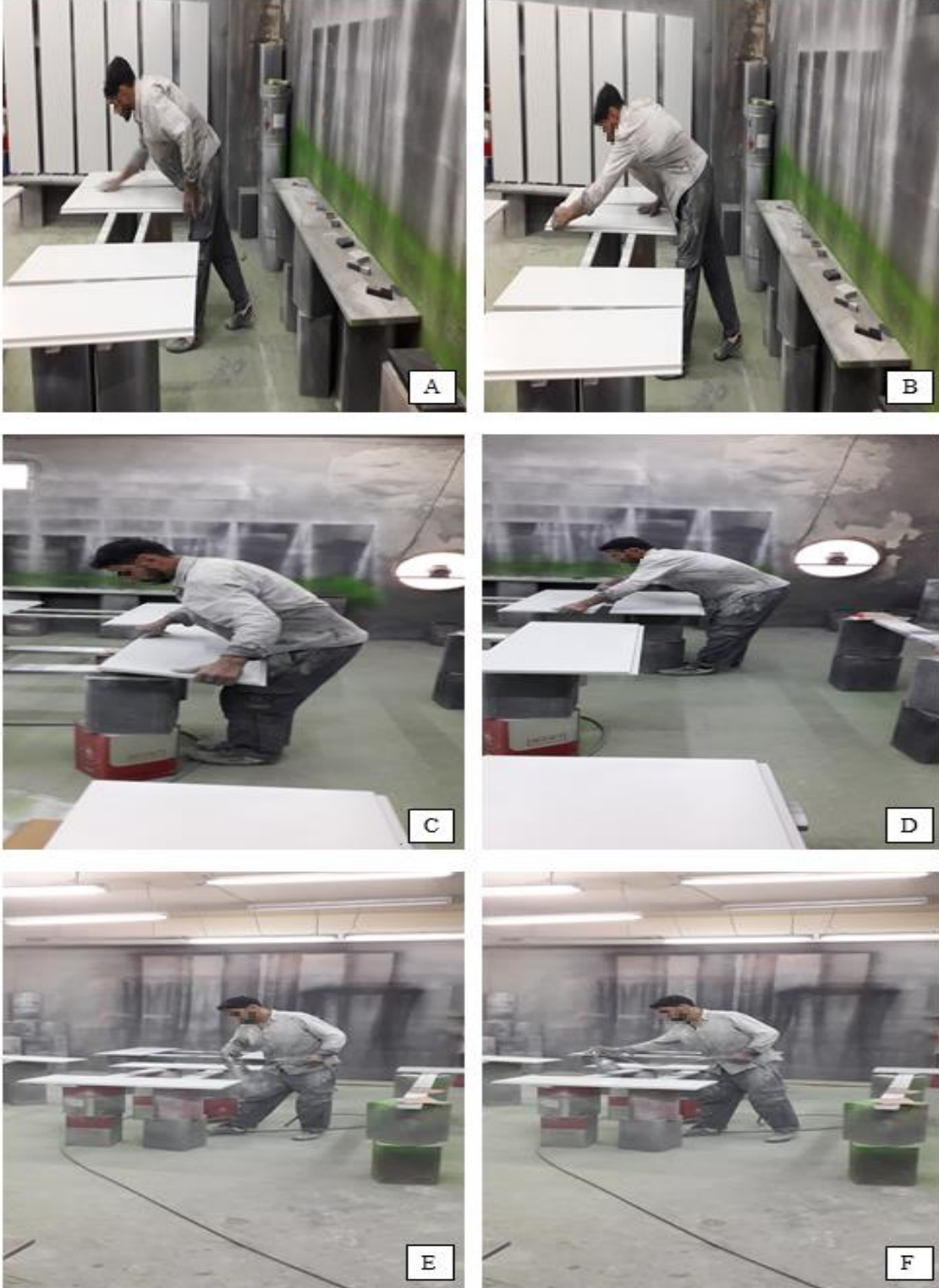
Çizelge 4.54. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışan Ait RULA Analizi Skoru (Baş ve Yapıcı, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

RULA Skoru		Boyun/Gövde/Bacak Skoru						
		1	2	3	4	5	6	7+
Bilek/Kol Skoru	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Firma 3: Zımpara ve Boya İşlemine Ait REBA, OWAS, HMD ve RULA Çalışma Duruşları Değerlendirme Sonuçları

Şekil 35’te zımpara ve boya işlemine ait görseller yer almaktadır. Bu iş istasyonunda parça taşıma için el forklifti, yük asansörü ve konveyör gibi araçlar bulunmamaktadır. Bu iş sürecinde kaldırılan parça ağırlıkları 1,7 ile 12 kg arasında değişiklik göstermektedir. Zımpara ve boya işlemi yapılacak olan parçalar çalışan tarafından istiflendiği yerden el ile tutulup kaldırılmak suretiyle işlem yapılacağı tezgâhların üzerine kadar taşınmaktadır. Daha sonra zımpara işlemi, ardından da boya

yapılmaktadır. A görselinden F'ye kadar yapılan işlemler sırasıyla; parçalara zımpara yapılması, zımpara işlemi biten parçaların el ile taşınıp boya yapılacak tezgâhların üzerine yerleştirilmesi ve boya yapılmasıdır.



Şekil 35. Firma 3: Zımpara ve Boya İşlemine Ait Görseller.

Şekil 36’da ise zımpara ve boya işlemi sürecinde, çalışan üzerinde meydana gelen en riskli çalışma duruşlarına ait açıların yer aldığı bir görsel bulunmaktadır. Bu iş istasyonunda, çalışanın kas iskelet sistemine rahatsızlık verebilecek en riskli pozisyonların, zımpara ve boya yapılacak parçaların el ile taşınıp tezgâhların üzerine yerleştirilmesi esnasında uygun olmayan duruşlar sergilenmesi sonucu ortaya çıktığı gözlemlenmiş olup, görseldeki iş esnasında maruz kalınan yük 12 kg’dır. Görselin devamında ise, aşağıdaki şekilde belirtilen açıların da kullanılması ile hesaplanan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine yer verilmiştir.



Şekil 36. Firma 3: Zımpara ve Boya İşlemi En Riskli Çalışma Pozisyonları.

Firma 3: Zımpara ve Boya İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu REBA Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 5'e göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Gövde; fleksiyonu (bükülme) 20°-60° arasında olduğu için 3,
- Boyun; ekstansiyonu (esneme) 20°'yi geçtiği için 2,
- Bacak; iki taraflı ağırlık taşıma olduğu için 1, dizlerdeki fleksiyon 30°-60° arasında olduğu için +1 puan eklenerek toplam 2 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'a göre A değeri Tablo 1'de yerine konulmak suretiyle 5 olarak hesaplanmıştır. İşlem anında maruz kalınan yük 10 kg'dan daha fazla olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 2'ye göre +2 puan daha ilave edilerek nihai A değeri 7 bulunmuştur.

- Üst kollar; fleksiyonu 45°-90° arasında olduğu için 3, işlem esnasında kollarda bükülme olduğu için +1, ayrıca işlem esnasında kolun duruşunu yerçekimi desteği etkilediği için -1 puan ile toplam 3,
- Alt kollar; fleksiyonu 60°'den az olduğu için 2,
- Bilek; ekstansiyonu 15°'den fazla olduğu için 2 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 3'e göre B değeri 5 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük orta şiddette kavrama gücü ile iyi bir tutuş ile yapılabildiği için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 4'e göre yük kavrama puanı 0 kabul edilmiş ve nihai B değeri 5 olarak bulunmuştur.

A ve B değerinin kesişimi olan C değeri Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 6'ya göre 9 olarak bulunmuş ve yapılan iş duruşta ani bir değişikliğe sebep olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 5'e göre +1 puan ilave edilmiş olup, nihai REBA skoru 10 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.55'te REBA skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.55. Firma 3: Zımpara ve Boya İşlemine Ait REBA Analizi Skoru (Sağıroğlu ve ark., 2015’ten değiştirilerek kullanılmıştır).

REBA PUANLAMA													
A GRUBU	BOYUN	2	➡							⬅	3	ÜST KOL	B GRUBU
	GÖVDE	3		TABLO A	5		5	TABLO B	2		ALT KOL		
	BACAK	2		+			+		2		BİLEK		
				TAŞINAN YÜK	2		0	TUTUŞ PUANI					
				↓			↓						
				A PUANI	7		TABLO C	5	B PUANI				
				⬇			C PUANI	⬇					
							9						
						+							
						AKTİVİTE YOĞUNLUĞU							
						1							
						↓							
						REBA PUANI							
						10							

Firma 3 zımpara ve boya işlemine ilişkin çalışma pozisyonundaki çalışan postür değerlendirilmesi ile 10 olarak bulunan REBA skoru Çizelge 2.11’e göre irdelendiğinde “Yüksek Risk” seviyesinde olduğu ve “kısa zaman içerisinde iyileştirme yapılması gerekliliği” ortaya çıkmaktadır.

Firma 3: Zımpara ve Boya İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu OWAS Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 6’ya göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Sırt Duruşu; eğilmiş olduğu için 2,
- Kol Duruşu; her iki kol omuz hizasının üstünde olduğu için 3,
- Bacak Duruşu; dik durumda her iki bacak bükülmüş olduğu için 4,
- Kuvvet Kullanımı; kaldırılan en ağır parça 10-20 kg arasında olduğu için 2 olarak puanlanmıştır.

Çizelge 4.56’da OWAS skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.56. Firma 3: Zımpara ve Boya İşlemine Ait OWAS Analizi Skoru (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı
2	3	4	2
Yukarıdaki Kod Çizelge 2.15'te yerine konulduğu zaman yan tarafta yer alan nihai OWAS Puanı elde edilmektedir.			OWAS Puanı
			4

OWAS metodu kapsamında Şekil 6'daki talimatlar ile sayısal hale çevrilen çalışan “sırt”, “kol”, “bacak” duruşları ve “kuvvet kullanımının” Çizelge 2.15 aracılığıyla ortak etkisine bakıldığında “4” değeri elde edilmektedir. Bu değer Çizelge 2.16'da kategori 4 olarak değerlendirilmektedir ve “Yüklenme ve zorlanma çok fazla, ergonomik düzenleme derhal yapılmalıdır” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 3: Zımpara ve Boya İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu HMD Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Zımpara ve boya işlemini yapan çalışana ait çalışma pozisyonu için gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından; EK 3'te yer alan maruziyet formları aracılığıyla “sırt”, “omuz/kol”, “bilek/el”, “boyun”, “taşıt kullanma”, “titreşim”, “iş hızı”, “stres” parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri ve toplam risk değeri hesaplanmış olup Çizelge 4.57'de yer almaktadır.

Çizelge 4.57. Firma 3: Zımpara ve Boya İşlemine Ait HMD Analizi Skoru (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Maruziyet	Sırt	Omuz/ Kol	Bilek /El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skoru
Skor	42	42	38	16	1	1	4	4	148

Belirlenen toplam risk değeri doğrultusunda “Toplam Yüzde” aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Elle taşıma işleri için $x_{Maks}=176$).

$$\text{HMD Puanı (E \%): } x100 = \frac{x}{x_{max}} \times 100 = \frac{148}{176} \times 100 = \%84,1 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan toplam yüzdeyi Çizelge 2.17’de yer alan HMD Eylem Çizelgesi aracılığı ile değerlendirdiğimizde ise “araştırılmalı ve hemen değişiklik yapılmalı” kategorisinde olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla HMD Skoru “Çok Yüksek Risk” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 3: Zımpara ve Boya İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu RULA Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 7’ye göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Adım 1. Üst Kol Pozisyonu; fleksiyonu 45°-90° arasında olduğu için 3, işlem esnasında kollarda açılma olduğu için +1, ayrıca işlem esnasında kolun duruşunu yerçekimi desteği etkilediği için -1 puan ile toplam 3,
- Adım 2. Ön Kol Pozisyonu; fleksiyonu 0°-90° arasında olduğu için 1,
- Adım 3. Bilek Pozisyonu; ekstansiyonu 15°’den fazla olduğu için 3,
- Adım 4. Bilek Bükülmesi; orta derecede büküldüğü için bilek bükülmesi +1,
- Adım 5. Bilek/Kol Postür Skoru; yukarıdaki puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo A’da yerine konulmak suretiyle bilek/kol için postür skoru 4,
- Adım 6. Kas Kullanma Skoru; postür iş esnasında çoğunlukla statik olmadığı ve hareket tekrarı bir dakika içerisinde dört defadan daha az olduğu için kas skoru 0,
- Adım 7. Kuvvet/Yük Skoru; 10 kg’ın üzerinde olduğu için 3,
- Adım 8. Bilek/Kol Skoru; 5, 6 ve 7. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai bilek/kol skoru 7,
- Adım 9. Boyun Pozisyonu; 20°’den fazla ekstansiyon olduğu için 4,
- Adım 10. Gövde Pozisyonu; fleksiyonu 20°-60° arasında olduğu için 3,
- Adım 11. Bacak Pozisyonu; ayak ve bacak desteklenmediği için 2,
- Adım 12. Boyun/Gövde/Bacak Postür Skoru; adım 9, 10 ve 11’de elde edilen puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo B’de yerine konulmak suretiyle boyun/gövde/bacak için postür skoru 7,

- Adım 13. Kas Kullanma postür iş esnasında çoğunlukla statik olmadığı ve hareket tekrarı bir dakika içerisinde dört defadan daha az olduğu için kas skoru 0,
- Adım 14. Kuvvet/Yük Skoru; 10 kg'ın üzerinde olduğu için 3,
- Adım 15. Boyun/Gövde/Bacak Skoru; 12, 13 ve 14. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai boyun/gövde/bacak skoru 10 olarak puanlanmıştır.

“Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” skorlarının değerinin kesişimi olan değer Şekil 8’de yer alan Tablo C’ye göre 7 değerini verdiği için nihai RULA skoru 7 olarak bulunmuş olup, Çizelge 4.58’de gösterilmektedir. Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır.

Çizelge 4.58. Firma 3: Zımpara ve Boya İşlemine Ait RULA Analizi Skoru (Baş ve Yapıcı, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

RULA Skoru		Boyun/Gövde/Bacak Skoru						
		1	2	3	4	5	6	7+
Bilek/Kol Skoru	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Firma 3: Camlı Kapı Zımpara ve Çıta Vidalama İşlemine Ait REBA, OWAS, HMD ve RULA Çalışma Duruşları Değerlendirme Sonuçları

Şekil 37’de zımpara ve çıta vidalama işlemine ait görseller yer almaktadır. Bu iş istasyonunda parça taşıma için el forklifti, yük asansörü ve konveyör gibi araçlar

bulunmamaktadır. Şekilde görüldüğü üzere bu iş istasyonunda parçalar çalışan tarafından zımpara ve vidalama yapılacağı alana el ile taşınmaktadır. İş esnasında kaldırılan parça ağırlıkları 5 ile 25 kg arasında değişiklik göstermekte olup, en riskli çalışma duruşunu oluşturan süreçte genel olarak 5 ile 10 kg arasında ağırlığı olan parçalar, el matkabı ve çivi tabancası ile çalışılmaktadır. A görselinden F'ye kadar yapılan işlemler sırasıyla; parçaların tezgâh üzerinde düzenlenmesi, zımpara yapılması, çitelerin kapıya çakılması, kapının el ile tutulup kaldırılmak suretiyle taşınması ve kapı üzerinde vida deliği açılmasıdır.



Şekil 37. Firma 3: Camlı Kapı Zımpara ve Çita Vidalama İşlemine Ait Görseller.

Şekil 38’de camlı kapı imalatı esnasında zımpara ve çıta vidalama işlemleri sürecinde, çalışan üzerinde meydana gelen en riskli çalışma duruşlarına ait açıların yer aldığı bir görsel bulunmaktadır. Zımpara ve çıta vidalama işlemi yapılacak olan parçalar çalışan tarafından istiflendiği yerden el ile tutulup kaldırılmak suretiyle işlem yapılacağı alana kadar taşınmaktadır. Bu iş istasyonunda, çalışanın kas iskelet sistemine rahatsızlık verebilecek en riskli pozisyonların, çıta çakma işlemi esnasında çalışanın eğilerek uygun olmayan duruşlar sergilemesi sonucu ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Görselin devamında ise, aşağıdaki şekilde belirtilen açıların da kullanılması ile hesaplanan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine yer verilmiştir.



Şekil 38. Firma 3: Camlı Kapı Zımpara ve Çıta Vidalama İşlemi En Riskli Çalışma Pozisyonları.

Firma 3: Camlı Kapı Zımpara ve Çıta Vidalama İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu REBA Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 5'e göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Gövde; fleksiyonu (bükülme) 60° 'den fazla olduğu için 4, ayrıca yana dönme olduğu için +1 puan ilave ile toplam 5,
- Boyun; ekstansiyonu (esneme) 20° 'yi geçtiği için 2,
- Bacak; iki taraflı duruş olduğu için 1 ve dizlerdeki fleksiyon 30° - 60° arasında olduğu için +1 puan ilave edilerek toplam 2 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'a göre A değeri Tablo 1'de yerine konulmak suretiyle 7 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük 5-10 kg arasında olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 2'ye göre 1 puan daha ilave edilerek nihai A değeri 8 bulunmuştur.

- Üst kollar; fleksiyonu 45° - 90° arasında olduğu için 3, işlem esnasında kollarda bükülme olduğu için +1, ayrıca işlem esnasında kolun duruşunu yerçekimi desteği etkilediği için -1 puan ile toplam 3,
- Alt kollar; fleksiyonu 60° - 100° arasında olduğu için 1,
- Bilek; ekstansiyonu 15° 'den fazla olduğu için 2 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 3'e göre B değeri 4 olarak hesaplanmıştır. El tutuşu uygun fakat ideal olmadığı için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 4'e göre yük kavrama puanı 1 olarak kabul edilmiş ve nihai B değeri 5 olarak bulunmuştur.

A ve B değerinin kesişimi olan C değeri Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 6'ya göre 10 olarak bulunmuş ve yapılan iş kısa aralıklar ile tekrar edildiği için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 5'e göre +1 puan ilave edilmiş olup, nihai REBA skoru 11 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.59'da REBA skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.59. Firma 3: Camlı Kapı Zımpara ve Çıta Vidalama İşlemine Ait REBA Analizi Skoru (Sağıroğlu ve ark., 2015’ten değiştirilerek kullanılmıştır).

REBA PUANLAMA													
A GRUBU	BOYUN	2	➡							⬅	3	ÜST KOL	B GRUBU
	GÖVDE	5		TABLO A	7		4	TABLO B	1		ALT KOL		
	BACAK	2		+			+		2		BİLEK		
				TAŞINAN YÜK	1		1	TUTUŞ PUANI					
				↓			↓						
				A PUANI	8		TABLO C	5	B PUANI				
				↙			C PUANI	↘					
							10						
						+							
						AKTİVİTE YOĞUNLUĞU							
						1							
						↓							
						REBA PUANI							
						11							

Firma 3 zımpara ve boya işlemine ilişkin çalışma pozisyonundaki çalışan postür değerlendirilmesi ile 11 olarak bulunan REBA skoru Çizelge 2.11’e göre irdelendiğinde “Çok Yüksek Risk” seviyesinde olduğu ve “hemen iyileştirme yapılması gerekliliği” ortaya çıkmaktadır.

Firma 3: Camlı Kapı Zımpara ve Çıta Vidalama İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu OWAS Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 6’ya göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Sırt Duruşu; bükülmüş ve eğilmiş olduğu için 4,
- Kol Duruşu; her iki kol omuz hizasının altında olduğu için 1,
- Bacak Duruşu; dik durumda her iki bacak bükülmüş olduğu için 4,
- Kuvvet Kullanımı; kaldırılan ağırlık 10 kg’dan az olduğu için 1 olarak puanlanmıştır.

Çizelge 4.60’ta OWAS skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.60. Firma 3: Camlı Kapı Zımpara ve Çıta Vidalama İşlemine Ait OWAS Analizi Skoru (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı
4	1	4	1
Yukarıdaki Kod Çizelge 2.15'te yerine konulduğu zaman yan tarafta yer alan nihai OWAS Puanı elde edilmektedir.			OWAS Puanı
			4

OWAS metodu kapsamında Şekil 6'daki talimatlar ile sayısal hale çevrilen çalışan "sırt", "kol", "bacak" duruşları ve "kuvvet kullanımının" Çizelge 2.15 aracılığıyla ortak etkisine bakıldığında "4" değeri elde edilmektedir. Bu değer Çizelge 2.16'da kategori 4 olarak değerlendirilmektedir ve "Yüklenme ve zorlanma çok fazla, ergonomik düzenleme derhal yapılmalıdır" şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 3: Camlı Kapı Zımpara ve Çıta Vidalama İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu HMD Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Camlı kapı zımpara ve çıta vidalama işlemini yapan çalışana ait çalışma pozisyonu için gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından; EK 3'te yer alan maruziyet formları aracılığıyla "sırt", "omuz/kol", "bilek/el", "boyun", "taşıt kullanma", "titreşim", "iş hızı", "stres" parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri ve toplam risk değeri hesaplanmış olup Çizelge 4.61'de yer almaktadır.

Çizelge 4.61. Firma 3: Camlı Kapı Zımpara ve Çıta Vidalama İşlemine Ait HMD Analizi Skoru (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Maruziyet	Sırt	Omuz/ Kol	Bilek /El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skoru
Skor	36	36	38	16	1	4	4	4	139

Belirlenen toplam risk değeri doğrultusunda "Toplam Yüzde" aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Elle taşıma işleri için $x_{Maks}=176$).

$$\text{HMD Puanı (E \%): } x100 = \frac{x}{x_{max}} x100 = \frac{139}{176} x100 = \%79,0 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan toplam yüzdeyi Çizelge 2.17’de yer alan HMD Eylem Çizelgesi aracılığı ile değerlendirdiğimizde ise “araştırılmalı ve hemen değişiklik yapılmalı” kategorisinde olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla HMD Skoru “Çok Yüksek Risk” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 3: Camlı Kapı Zımpara ve Çıta Vidalama İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu RULA Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 7’ye göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Adım 1. Üst Kol Pozisyonu; fleksiyonu 45°-90° arasında olduğu için 3, işlem esnasında kollarda açılma olduğu için +1, ayrıca işlem esnasında kolun duruşunu yerçekimi desteği etkilediği için -1 puan ile toplam 3,
- Adım 2. Ön Kol Pozisyonu; 90°’den fazla fleksiyon yaptığı için 2, kolda vücut orta eksenine göre dönme olduğu için +1 puan ilave ile toplam 3,
- Adım 3. Bilek Pozisyonu; ekstansiyonu 15°’den fazla olduğu için 3,
- Adım 4. Bilek Bükülmesi; orta derecede büküldüğü için bilek bükülmesi +1,
- Adım 5. Bilek/Kol Postür Skoru; yukarıdaki puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo A’da yerine konulmak suretiyle bilek/kol için postür skoru 4,
- Adım 6. Kas Kullanma Skoru; hareket dakikada dört defadan daha fazla tekrarlandığı için kas skoru 1,
- Adım 7. Kuvvet/Yük Skoru; 2-10 kg arasında tekrarlı çalışma olduğu için +2,
- Adım 8. Bilek/Kol Skoru; 5, 6 ve 7. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai bilek/kol skoru 7,
- Adım 9. Boyun Pozisyonu; 20°’den fazla ekstansiyon olduğu için 4,
- Adım 10. Gövde Pozisyonu; fleksiyonu 60°’den fazla olduğu için 4, iş esnasında gövdede bükülme ile beraber sağa sola dönme olduğu için ilave +1 puan eklenerek toplam 5,
- Adım 11. Bacak Pozisyonu; ayak ve bacak desteklenmediği için 2,

- Adım 12. Boyun/Gövde/Bacak Postür Skoru; adım 9, 10 ve 11’de elde edilen puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo B’de yerine konulmak suretiyle boyun/gövde/bacak için postür skoru 7,
- Adım 13. Kas Kullanma Skoru; hareket dakikada dört defadan daha fazla tekrarlandığı için kas skoru 1,
- Adım 14. Kuvvet/Yük Skoru; 2-10 kg arasında tekrarlı çalışma olduğu için +2,
- Adım 15. Boyun/Gövde/Bacak Skoru; 12, 13 ve 14. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai boyun/gövde/bacak skoru 10 olarak puanlanmıştır.

“Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” skorlarının değerinin kesişimi olan değer Şekil 8’de yer alan Tablo C’ye göre 7 değerini verdiği için nihai RULA skoru 7 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.62’de kas kullanım skoru ve kuvvet/yük skorlarının da eklenmesiyle elde edilen “Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” nihai skorlarının kesişimi sonucu bulunan RULA skoru gösterilmektedir.

Çizelge 4.62. Firma 3: Camlı Kapı Zımpara ve Çıta Vidalama İşlemine Ait RULA Analizi Skoru (Baş ve Yapıcı, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

RULA Skoru		Boyun/Gövde/Bacak Skoru						
		1	2	3	4	5	6	7+
Bilek/Kol Skoru	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 3: Daire Testere Makinesiyle Suntalam Ebatlama İşlemine Ait REBA, OWAS, HMD ve RULA Çalışma Duruşları Değerlendirme Sonuçları

Şekil 39’da Daire Testere Makinesi ile suntalam ebatlama işlemine ait görseller yer almaktadır. Bu iş istasyonunda parça taşıma için el forklifti ve yük asansörü gibi araçlar bulunmamaktadır. Parçalar makineye kadar el ile taşınmakta olup, ebatlama işlemi biten parçalar yine el ile taşınarak istifleneceği alana konulmaktadır. A görselinden F’ye kadar yapılan işlemler sırasıyla; parçanın makine tablasına yerleştirilmesi, kesim işleminin yapılması, parçanın kontrol edilerek kesim işlemine devam edilmesi ve ebatlama işleminin sonlandırılarak makinenin kapatılmasıdır.



Şekil 39. Firma 3: Panel Ebatlama İşlemine Ait Görseller.

Şekil 40'ta suntalam ebatlama işlemi sürecinde, çalışan üzerinde meydana gelen en riskli çalışma duruşlarına ait açıların yer aldığı bir görsel bulunmaktadır. Bu iş esnasında kaldırılan parça ağırlığı 2 kg'dır. Ebatlama işlemi yapılacak olan parçalar çalışan tarafından istiflendiği yerden el ile tutulup kaldırılmak suretiyle işlem yapılacağı makine tezgâhına kadar taşınmaktadır. Bu iş istasyonunda, çalışanın kas iskelet sistemine rahatsızlık verebilecek en riskli pozisyonların, parçanın makinede ebatlanması esnasında çalışanın uygun olmayan duruşlar sergilemesi sonucu ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Görselin devamında ise, aşağıdaki şekilde belirtilen açıların da kullanılması ile hesaplanan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine yer verilmiştir.



Şekil 40. Firma 3: Panel Ebatlama İşlemi En Riskli Çalışma Pozisyonları.

Firma 3: Daire Testere Makinesiyle Suntalam Ebatlama İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu REBA Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 5'e göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Gövde; fleksiyonu (bükülme) 20°-60° arasında olduğu için 3, ayrıca yana dönme olduğu için +1 puan ilave ile toplam 4,
- Boyun; fleksiyonu (bükülme) 0°-20° arasında olduğu için 1, ayrıca yana dönme olduğu için +1 puan ilave ile toplam 2,
- Bacak; yürüme pozisyonunda olduğu için 1, dizlerdeki fleksiyon 30°-60° arasında olduğu için +1 puan ilave edilerek toplam 2 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'a göre A değeri Tablo 1'de yerine konulmak suretiyle 6 olarak hesaplanmıştır. İşlem anında maruz kalınan yük 5 kg'dan az olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 2'ye göre 0 puan daha ilave edilerek nihai A değeri 6 bulunmuştur.

- Üst kollar; fleksiyonu 45°-90° arasında olduğu için 3, işlem esnasında kollarda bükülme olduğu için +1, ayrıca işlem esnasında kolun duruşunu yerçekimi desteği etkilediği için -1 puan ile toplam 3,
- Alt kollar; fleksiyonu 60°'den az olduğu için 2,
- Bilek; ekstansiyonu 15°'den fazla olduğu için 2 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 3'e göre B değeri 5 olarak hesaplanmıştır. El tutuşu uygun fakat ideal olmadığı için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 4'e göre yük kavrama puanı 1 olarak kabul edilmiş ve nihai B değeri 6 olarak bulunmuştur.

A ve B değerinin kesişimi olan C değeri Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 6'ya göre 8 olarak bulunmuş ve Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 5'e göre herhangi bir puan ilave edilmeyerek nihai REBA skoru 8 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.63'te REBA skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.63. Firma 3: Daire Testere Makinesiyle Suntalam Ebatlama İşlemine Ait REBA Analizi Skoru (Sağıroğlu ve ark., 2015’ten değiştirilerek kullanılmıştır).

REBA PUANLAMA													
A GRUBU	BOYUN	2	➡							⬅	3	ÜST KOL	B GRUBU
	GÖVDE	4		TABLO A	6		5	TABLO B	2		ALT KOL		
	BACAK	2		+			+		2		BİLEK		
				TAŞINAN YÜK	0		1	TUTUŞ PUANI					
				↓			↓						
				A PUANI	6		TABLO C	6	B PUANI				
				⬇			C PUANI	⬇					
						8							
						+							
						AKTİVİTE YOĞUNLUĞU							
						0							
						↓							
						REBA PUANI							
						8							

Firma 3 panel ebatlama işlemine ilişkin çalışma pozisyonundaki çalışan postür değerlendirilmesi ile 8 olarak bulunan REBA skoru Çizelge 2.11’e göre irdelendiğinde “Yüksek Risk” seviyesinde olduğu ve “kısa zaman içerisinde iyileştirme yapılması gerekliliği” ortaya çıkmaktadır.

Firma 3: Daire Testere Makinesiyle Suntalam Ebatlama İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu OWAS Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 6’ya göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Sırt Duruşu; bükülmüş ve eğilmiş olduğu için 4,
- Kol Duruşu; her iki kol omuz hizasının altında olduğu için 1,
- Bacak Duruşu; iş yürüyerek yapıldığı için 7,
- Kuvvet Kullanımı; kaldırılan ağırlık 10 kg’dan az olduğu için 1 olarak puanlanmıştır.

Çizelge 4.64’te OWAS skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.64. Firma 3: Daire Testere Makinesiyle Suntalam Ebatlama İşlemine Ait OWAS Analizi Skoru (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı
4	1	7	1
Yukarıdaki Kod Çizelge 2.15'te yerine konulduğu zaman yan tarafta yer alan nihai OWAS Puanı elde edilmektedir.			OWAS Puanı
			2

OWAS metodu kapsamında Şekil 6'daki talimatlar ile sayısal hale çevrilen çalışan "sırt", "kol", "bacak" duruşları ve "kuvvet kullanımının" Çizelge 2.15 aracılığıyla ortak etkisine bakıldığında "2" değeri elde edilmektedir. Bu değer Çizelge 2.16'da kategori 2 olarak değerlendirilmektedir ve "zorlanma fazla değil, ergonomik düzenleme yakın bir zamanda yapılmalıdır" şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 3: Daire Testere Makinesiyle Suntalam Ebatlama İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu HMD Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Panel ebatlama işlemini yapan çalışana ait çalışma pozisyonu için gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından; EK 3'te yer alan maruziyet formları aracılığıyla "sırt", "omuz/kol", "bilek/el", "boyun", "taşıt kullanma", "titreşim", "iş hızı", "stres" parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri ve toplam risk değeri hesaplanmış olup Çizelge 4.65'te yer almaktadır.

Çizelge 4.65. Firma 3: Daire Testere Makinesiyle Suntalam Ebatlama İşlemine Ait HMD Analizi Skoru (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Maruziyet	Sırt	Omuz/ Kol	Bilek /El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skoru
Skor	20	24	26	12	1	1	4	1	89

Belirlenen toplam risk değeri doğrultusunda "Toplam Yüzde" aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Elle taşıma işleri için $x_{Maks}=176$).

$$\text{HMD Puanı (E \%): } x100 = \frac{x}{x_{max}} \times 100 = \frac{89}{176} \times 100 = \%50,6 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan toplam yüzdeyi Çizelge 2.17’de yer alan HMD Eylem Çizelgesi aracılığı ile değerlendirdiğimizde ise “daha fazla araştırılmalı ve yakın zamanda değişiklik yapılmalı” kategorisinde olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla HMD Skoru “Yüksek Risk” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 3: Daire Testere Makinesiyle Suntalam Ebatlama İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu RULA Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 7’ye göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Adım 1. Üst Kol Pozisyonu; fleksiyonu 45°-90° arasında olduğu için 3, işlem esnasında kollarda açılma olduğu için +1, ayrıca işlem esnasında kolun duruşunu yerçekimi desteği etkilediği için -1 puan ile toplam 3,
- Adım 2. Ön Kol Pozisyonu; 0°-90° arasında fleksiyon yaptığı için 1, kolda vücut orta eksenine göre dönme olduğu için +1 puan ilave ile toplam 2,
- Adım 3. Bilek Pozisyonu; ekstansiyonu 15°’den fazla olduğu için 3,
- Adım 4. Bilek Bükülmesi; ileri derecede büküldüğü için bilek bükülmesi +2,
- Adım 5. Bilek/Kol Postür Skoru; yukarıdaki puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo A’da yerine konulmak suretiyle bilek/kol için postür skoru 4,
- Adım 6. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olmadığı ve hareket dakikada dört defadan daha fazla tekrarlanmadığı için kas skoru 0,
- Adım 7. Kuvvet/Yük Skoru; 2-10 kg arasında tekrarlı çalışma olduğu için +2,
- Adım 8. Bilek/Kol Skoru; 5, 6 ve 7. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai bilek/kol skoru 6,
- Adım 9. Boyun Pozisyonu; 10°-20° arasında fleksiyon olduğu için 2, boyunda dönme olduğu için +1 puan ilave ile toplam 3,
- Adım 10. Gövde Pozisyonu; fleksiyonu 20°-60° arasında olduğu için 3, iş esnasında gövdede bükülme ile beraber sağa sola dönme olduğu için ilave +1 puan eklenerek toplam 4,
- Adım 11. Bacak Pozisyonu; ayak ve bacak desteklenmediği için 2,

- Adım 12. Boyun/Gövde/Bacak Postür Skoru; adım 9, 10 ve 11’de elde edilen puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo B’de yerine konulmak suretiyle boyun/gövde/bacak için postür skoru 6,
- Adım 13. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olmadığı ve hareket dakikada dört defadan daha fazla tekrarlanmadığı için kas skoru 0,
- Adım 14. Kuvvet/Yük Skoru; 2-10 kg arasında tekrarlı çalışma olduğu için +2,
- Adım 15. Boyun/Gövde/Bacak Skoru; 12, 13 ve 14. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai boyun/gövde/bacak skoru 8 olarak puanlanmıştır.

“Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” skorlarının değerinin kesişimi olan değer Şekil 8’de yer alan Tablo C’ye göre 7 değerini verdiği için nihai RULA skoru 7 olarak bulunmuş olup, Çizelge 4.66’da gösterilmektedir.

Çizelge 4.66. Firma 3: Daire Testere Makinesiyle Suntalam Ebatlama İşlemine Ait RULA Analizi Skoru (Baş ve Yapıcı, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

RULA Skoru		Boyun/Gövde/Bacak Skoru						
		1	2	3	4	5	6	7+
Bilek/Kol Skoru	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman kategori 4’te yer aldığı görülmekte olup, “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 3: Kalınlık Makinesiyle Yüzey Rendeleme İşlemine Ait REBA, OWAS, HMD ve RULA Çalışma Duruşları Değerlendirme Sonuçları

Şekil 41’de Kalınlık Makinesi ile yüzey rendeleme işlemine ait görseller yer almaktadır. Bu iş istasyonunda parça taşıma için el forklifti, yük asansörü ve konveyör gibi araçlar bulunmamaktadır. Çalışan parçaları makineye kadar el ile taşımakta olup, rendeleme işlemini yaptıktan sonra işlemi biten parçaları yine el ile taşıyarak istifleneceği alana bırakmaktadır. A görselinden F’ye kadar yapılan işlemler sırasıyla; makinenin tabla yüksekliğinin ayarlanması, parçanın makineye taşınması, parçanın el ile desteklenerek makine beslemesine verilmesi ve işlemi biten parçaların istiflenmek üzere kaldırılmasıdır.



Şekil 41. Firma 3: Yüzey Rendeleme İşlemine Ait Görseller.

Şekil 42’de Rendeleme işlemi sürecinde, çalışan üzerinde meydana gelen en riskli çalışma duruşlarına ait açıların yer aldığı bir görsel bulunmaktadır. Bu iş esnasında kaldırılan parça ağırlıkları 1-2 kg arasında değişiklik göstermektedir. Rendeleme işlemi yapılacak olan parçalar çalışan tarafından istiflendiği yerden el ile tutulup kaldırılmak suretiyle işlem yapılacağı makine tezgâhına kadar taşınmaktadır. Bu iş istasyonunda, çalışanın kas iskelet sistemine rahatsızlık verebilecek en riskli pozisyonların, parçanın makine beslemesine el ile verilmesi esnasında, çalışanın uygun olmayan duruşlar sergilemesi sonucu ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Parçanın makinaya beslemesi sırasında hem yük arttığı hem de gövde öne eğildiği ve yana esnediği için risk artmaktadır. Görselin devamında ise, aşağıdaki şekilde belirtilen açıların da kullanılması ile hesaplanan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine yer verilmiştir.



Şekil 42. Firma 3: Yüzey Rendeleme İşlemi En Riskli Çalışma Pozisyonları.

Firma 3: Kalınlık Makinesiyle Yüzey Rendeleme İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu REBA Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 5'e göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Gövde; fleksiyonu (bükülme) 20°-60° arasında olduğu için 3,
- Boyun; ekstansiyonu (esneme) 20°'den fazla olduğu için 2,
- Bacak; iki taraflı ağırlık taşıma olduğu için 1, dizlerdeki fleksiyon 30°'den az olduğu için ilave puan eklenmeyerek toplam 1 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'a göre A değeri Tablo 1'de yerine konulmak suretiyle 4 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük 5 kg'dan az olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 2'ye göre 0 puan daha ilave edilerek nihai A değeri 4 bulunmuştur.

- Üst kollar; fleksiyonu 20°-45° arasında olduğu için 2,
- Alt kollar; fleksiyonu 100°'den fazla olduğu için 2,
- Bilek; ekstansiyonu 15°'den fazla olduğu için 2 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 3'e göre B değeri 3 olarak hesaplanmıştır. El tutuşu uygun fakat ideal olmadığı için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 4'e göre yük kavrama puanı 1 olarak kabul edilmiş ve nihai B değeri 4 olarak bulunmuştur.

A ve B değerinin kesişimi olan C değeri Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 6'ya göre 4 olarak bulunmuş ve iş esnasında bir veya daha fazla vücut bölgesi sabit olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 5'e göre +1 puan ilave edilerek nihai REBA skoru 5 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.67'de REBA skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Firma 3 yüzey rendeleme işlemine ilişkin çalışma pozisyonundaki çalışan postür değerlendirilmesi ile 5 olarak bulunan REBA skoru Çizelge 2.11'e göre irdelendiğinde "Orta Risk" seviyesinde olduğu ve "iyileştirme yapılması gerekli olduğu" ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 4.67. Firma 3: Kalınlık Makinesiyle Yüzey Rendeleme İşlemine Ait REBA Analizi Skoru (Sağıroğlu ve ark., 2015'ten değiştirilerek kullanılmıştır).

REBA PUANLAMA															
A GRUBU	BOYUN	2	➡					⬅	2	ÜST KOL	B GRUBU				
	GÖVDE	3		TABLO A		4	3		TABLO B	2		ALT KOL			
	BACAK	1		+					+			2	BİLEK		
				TAŞINAN YÜK		0			1		TUTUŞ PUANI				
				↓		↓									
				A PUANI		4			TABLO C		4			B PUANI	
				↙		C PUANI			↘						
						4					4				
+															
AKTİVİTE YOĞUNLUĞU															
1															
↓															
REBA PUANI															
		5													

Firma 3: Kalınlık Makinesiyle Yüzey Rendeleme İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu OWAS Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 6'ya göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Sırt Duruşu; eğilmiş olduğu için 3,
- Kol Duruşu; her iki kol omuz hizasının altında olduğu için 1,
- Bacak Duruşu; dik durumda her iki bacak bükülmüş olduğu için 4,
- Kuvvet Kullanımı; kaldırılan ağırlık 10 kg'dan az olduğu için 1 olarak puanlanmıştır.

Çizelge 4.68. Firma 3: Kalınlık Makinesiyle Yüzey Rendeleme İşlemine Ait OWAS Analizi Skoru (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı
3	1	4	1
Yukarıdaki Kod Çizelge 2.15'te yerine konulduğu zaman yan tarafta yer alan nihai OWAS Puanı elde edilmektedir.			OWAS Puanı
			3

Çizelge 4.68’de OWAS skoru hesaplama adımları gösterilmiş olup, OWAS metodu kapsamında Şekil 6’daki talimatlar ile sayısal hale çevrilen çalışan “sırt”, “kol”, “bacak” duruşları ve “kuvvet kullanımının” Çizelge 2.15 aracılığıyla ortak etkisine bakıldığında “3” değeri elde edilmektedir. Bu değer Çizelge 2.16’da kategori 3 olarak değerlendirilmektedir ve “yüklenme ve zorlanma fazla, ergonomik düzenleme mümkün olduğunca erken yapılmalıdır” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 3: Kalınlık Makinesiyle Yüzey Rendeleme İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu HMD Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Yüzey rendeleme işlemini yapan çalışana ait çalışma pozisyonu için gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından; EK 3’te yer alan maruziyet formları aracılığıyla “sırt”, “omuz/kol”, “bilek/el”, “boyun”, “taşıt kullanma”, “titreşim”, “iş hızı”, “stres” parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri ve toplam risk değeri hesaplanmış olup Çizelge 4.69’da yer almaktadır.

Çizelge 4.69. Firma 3: Kalınlık Makinesiyle Yüzey Rendeleme İşlemine Ait HMD Analizi Skoru (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Maruziyet	Sırt	Omuz/ Kol	Bilek /El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skoru
Skor	18	22	20	8	1	1	4	4	78

Belirlenen toplam risk değeri doğrultusunda “Toplam Yüzde” aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Elle taşıma işleri için $x_{Maks}=176$).

$$\text{HMD Puanı (E \%): } x100 = \frac{x}{x_{max}} \times 100 = \frac{78}{176} \times 100 = \%44,3 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan toplam yüzdeyi Çizelge 2.17’de yer alan HMD Eylem Çizelgesi aracılığı ile değerlendirdiğimizde ise “daha fazla araştırılmalı” kategorisinde olduğunu görmekteyiz.

Yukarıdaki veriler eşliğinde HMD Skoru “Orta Risk” şeklinde yorumlanmakta olup, kategori 2’de yer almaktadır.

Firma 3: Kalınlık Makinesiyle Yüzey Rendeleme İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu RULA Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 7’ye göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Adım 1. Üst Kol Pozisyonu; fleksiyonu 20°-45° arasında olduğu için 2,
- Adım 2. Ön Kol Pozisyonu; 90°’den fazla fleksiyon yaptığı için 1, kolda vücut orta eksenine göre dönme olduğu için +1 puan ilave ile toplam 2,
- Adım 3. Bilek Pozisyonu; ekstansiyonu 15°’den fazla olduğu için 3,
- Adım 4. Bilek Bükülmesi; ileri derecede büküldüğü için bilek bükülmesi +2,
- Adım 5. Bilek/Kol Postür Skoru; yukarıdaki puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo A’da yerine konulmak suretiyle bilek/kol için postür skoru 4,
- Adım 6. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olduğu için kas skoru 1,
- Adım 7. Kuvvet/Yük Skoru; 2-10 kg arasında tekrarlı çalışma olduğu için +2,
- Adım 8. Bilek/Kol Skoru; 5, 6 ve 7. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai bilek/kol skoru 7,
- Adım 9. Boyun Pozisyonu; 20°’den fazla ekstansiyon olduğu için 4,
- Adım 10. Gövde Pozisyonu; fleksiyonu 20°-60° arasında olduğu için 3,
- Adım 11. Bacak Pozisyonu; ayak ve bacak desteklenmediği için 2,
- Adım 12. Boyun/Gövde/Bacak Postür Skoru; adım 9, 10 ve 11’de elde edilen puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo B’de yerine konulmak suretiyle boyun/gövde/bacak için postür skoru 7,
- Adım 13. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olduğu için kas skoru 1,
- Adım 14. Kuvvet/Yük Skoru; 2-10 kg arasında tekrarlı çalışma olduğu için +2,
- Adım 15. Boyun/Gövde/Bacak Skoru; 12, 13 ve 14. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai boyun/gövde/bacak skoru 10 olarak puanlanmıştır.

“Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” skorlarının değerinin kesişimi olan değer Şekil 8’de yer alan Tablo C’ye göre 7 değerini verdiği için nihai RULA skoru 7 olarak bulunmuş olup, Çizelge 4.70’te gösterilmektedir.

Çizelge 4.70. Firma 3: Kalınlık Makinesiyle Yüzey Rendeleme İşlemine Ait RULA Analizi Skoru (Baş ve Yapıcı, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

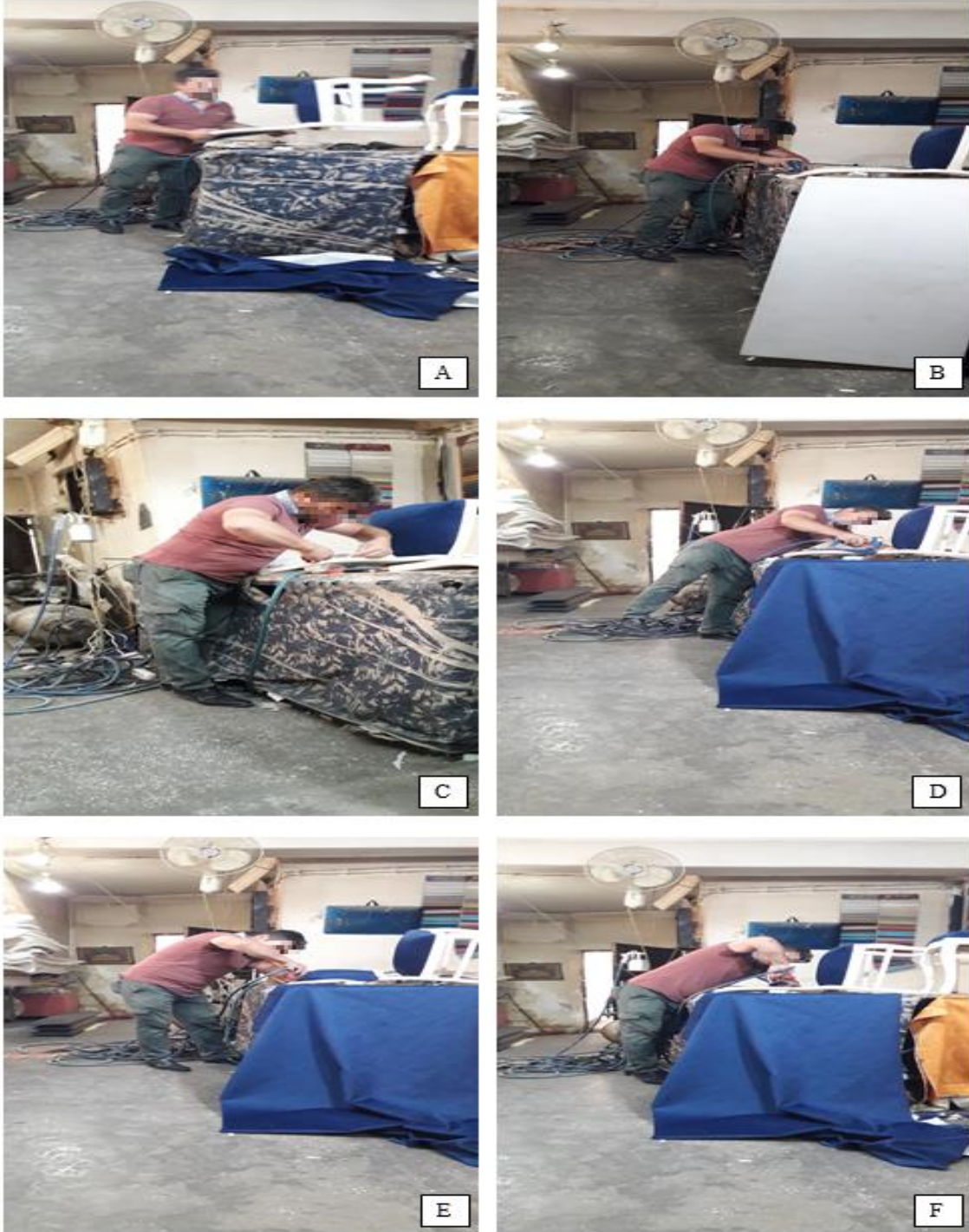
RULA Skoru		Boyun/Gövde/Bacak Skoru						
		1	2	3	4	5	6	7+
Bilek/Kol Skoru	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 4: Sandalye Döşeme İşlemine Ait REBA, OWAS, HMD ve RULA Çalışma Duruşları Değerlendirme Sonuçları

Şekil 43’te, Firma 4’te yapılan sandalye döşeme işlemine ait görseller yer almaktadır. Bu iş istasyonunda parça taşımada herhangi bir araç kullanılmamakta olup, bütün parçalar el ile tutulup kaldırılmak suretiyle taşınmaktadır. İş sürecinde havalı çivi tabancası kullanılmakta olup, işlem esnasında ana ağırlığı oluşturan parçalar sandalyenin kendisi, çivi tabancası ve döşeme için kullanılan kumaştır. Bu iş esnasında kaldırılan parça ağırlıkları 1,5 ile 12 kg arasında değişiklik gösteren sünger, kumaş, çivi tabancası ve sandalyedir. Çivi tabancasının yüzeye bastırılması esnasında da vücut belirli bir miktarda yüke maruz kalmaktadır. Sandalyeler istiflendiği yerden el ile tutulup kaldırılmak suretiyle döşeme işlemi yapılacak tezgâhın üzerine konulmaktadır.

İş süreci boyunca belirli aralıklarda kumaş ve sünger gibi yere istiflenmiş olan parçalar çalışan tarafından yere eğilmek suretiyle alınıp döşeme tezgâhına çıkarılmaktadır. A görselinden F'ye kadar yapılan işlemler sırasıyla; sandalyenin tezgah üzerine konulması, devamında ise çivi tabancası ve yardımcı aletler ile sünger ve kumaş döşenmesidir.



Şekil 43. Firma 4: Sandalye Döşeme İşlemine Ait Görseller.

Şekil 44'te sandalye döşeme işlemi sürecinde, çalışan üzerinde meydana gelen en riskli çalışma duruşlarına ait açıların yer aldığı bir görsel bulunmaktadır. Bu iş istasyonunda, çalışanın kas iskelet sistemine rahatsızlık verebilecek en riskli pozisyonların, çalışanın yerde istifli bulunan kumaş ve süngerleri eğilmek suretiyle tutup kaldırdığı esnada sergilediği uygun olmayan duruşlar sonucu ortaya çıktığı gözlemlenmiş olup, iş anında maruz kalınan yük 2 kg'ın altındadır. Görselin devamında ise, aşağıdaki şekilde belirtilen açıların da kullanılması ile hesaplanan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine yer verilmiştir.



Şekil 44. Firma 4: Sandalye Döşeme İşlemi En Riskli Çalışma Pozisyonları.

Firma 4: Sandalye Döşeme İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu REBA Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 5'e göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Gövde; fleksiyonu (bükülme) 60°'den fazla olduğu için 4, ayrıca yana esneme olduğu için +1 puan ilave edilerek toplam 5,
- Boyun; ekstansiyonu (esneme) 20°'den fazla olduğu için 2,
- Bacak; tek taraflı sabit olmaya duruş olduğu için 2, dizlerdeki fleksiyon 30°'den az olduğu için ilave puan eklenmeyerek toplam 2 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'a göre A değeri Tablo 1'de yerine konulmak suretiyle 7 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük 5 kg'dan az olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 2'ye göre 0 puan daha ilave edilerek nihai A değeri 7 bulunmuştur.

- Üst kollar; fleksiyonu 90°'den fazla olduğu için 4, kollarda abduksiyon (açılma) olduğu için +1 puan ilave edilerek toplam 5,
- Alt kollar; fleksiyonu 60°'den az olduğu için 2,
- Bilek; ekstansiyonu 15°'den fazla olduğu için 2 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 3'e göre B değeri 8 olarak hesaplanmıştır. El tutuşu uygun fakat ideal olmadığı için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 4'e göre tutuş puanı 1 olarak kabul edilmiş ve nihai B değeri 9 olarak bulunmuştur.

A ve B değerinin kesişimi olan C değeri Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 6'ya göre 10 olarak bulunmuş ve yapılan iş duruşta hızlı ve büyük bir değişikliğe neden olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 5'e göre +1 puan ilave edilerek nihai REBA skoru 11 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.71'de REBA skoru hesaplama adımları gösterilmiştir. Firma 4 sandalye döşeme işlemine ilişkin çalışma pozisyonundaki çalışan postür değerlendirilmesi ile 11 olarak bulunan REBA skoru Çizelge 2.11'e göre irdelendiğinde “Çok Yüksek Risk” seviyesinde olduğu ve “hemen iyileştirme yapılması gerekli olduğu” ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 4.71. Firma 4: Sandalye Döşeme İşlemine Ait REBA Analizi Skoru (Sağıroğlu ve ark., 2015'ten değiştirilerek kullanılmıştır).

REBA PUANLAMA												
A GRUBU	BOYUN	2	➡					⬅	5	ÜST KOL	B GRUBU	
	GÖVDE	5		TABLO A	7		8		TABLO B	2		ALT KOL
	BACAK	2		+			+		2	BİLEK		
				TAŞINAN YÜK	0		1	TUTUŞ PUANI				
				↓			↓					
				A PUANI	7	TABLO C	9	B PUANI				
				⬇		C PUANI	⬇					
				10								
				+								
				AKTİVİTE YOĞUNLUĞU								
				1								
				↓								
				REBA PUANI								
				11								

Firma 4: Sandalye Döşeme İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu OWAS Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 6'ya göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Sırt Duruşu; bükülmüş ve eğilmiş olduğu için 4,
- Kol Duruşu; bir kol omuz hizasının üstünde olduğu için 2,
- Bacak Duruşu; dik durumda bir bacak bükülmüş olduğu için 5,
- Kuvvet Kullanımı; kaldırılan ağırlık 10 kg'dan az olduğu için 1 olarak puanlanmıştır.

Çizelge 4.72'de OWAS skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.72. Firma 4: Sandalye Döşeme İşlemine Ait OWAS Analizi Skoru (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı
4	2	5	1
Yukarıdaki Kod Çizelge 2.15'te yerine konulduğu zaman yan			OWAS Puanı
tarafda yer alan nihai OWAS Puanı elde edilmektedir.			4

OWAS metodu kapsamında Şekil 6'daki talimatlar ile sayısal hale çevrilen çalışan “sırt”, “kol”, “bacak” duruşları ve “kuvvet kullanımının” Çizelge 2.15 aracılığıyla ortak etkisine bakıldığında “4” değeri elde edilmektedir. Bu değer Çizelge 2.16'da kategori 4 olarak değerlendirilmektedir ve “yüklenme ve zorlanma çok fazla, ergonomik düzenleme derhâl yapılmalıdır” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 4: Sandalye Döşeme İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu HMD Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sandalye döşeme işlemini yapan çalışana ait çalışma pozisyonu için gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından; EK 3'te yer alan maruziyet formları aracılığıyla “sırt”, “omuz/kol”, “bilek/el”, “boyun”, “taşıt kullanma”, “titreşim”, “iş hızı”, “stres” parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri ve toplam risk değeri hesaplanmış olup Çizelge 4.73'te yer almaktadır.

Çizelge 4.73. Firma 4: Sandalye Döşeme İşlemine Ait HMD Analizi Skoru (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Maruziyet	Sırt	Omuz/ Kol	Bilek /El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skoru
Skor	46	50	42	16	1	1	4	4	164

Belirlenen toplam risk değeri doğrultusunda “Toplam Yüzde” aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Elle taşıma işleri için $x_{Maks}=176$).

$$\text{HMD Puanı (E \%): } x100 = \frac{x}{x_{max}} \times 100 = \frac{164}{176} \times 100 = \%93,2 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan toplam yüzdeyi Çizelge 2.17'de yer alan HMD Eylem Çizelgesi aracılığı ile değerlendirdiğimizde ise “araştırılmalı ve hemen değişiklik yapılmalı” kategorisinde

olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla HMD Skoru “Çok Yüksek Risk” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 4: Sandalye Döşeme İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu RULA Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 7’ye göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Adım 1. Üst Kol Pozisyonu; fleksiyonu 90°’den fazla olduğu için 4, kolda açılma olduğu için +1 ve kolun duruşunda yer çekimi desteği etkili olduğu için -1 puan ilaveleri ile toplam 4,
- Adım 2. Ön Kol Pozisyonu; 0°-90° arasında fleksiyon yaptığı için 1,
- Adım 3. Bilek Pozisyonu; ekstansiyonu 15°’den fazla olduğu için 3, orta ekseninden yana bükülme olduğu için +1 puan eklenerek toplam 4,
- Adım 4. Bilek Bükülmesi; orta derecede büküldüğü için bilek bükülmesi +1,
- Adım 5. Bilek/Kol Postür Skoru; yukarıdaki puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo A’da yerine konulmak suretiyle bilek/kol için postür skoru 5,
- Adım 6. Kas Kullanma Skoru; hareket esnasında postür çoğunlukla statik olamadığı ve bir dakika içindeki hareket tekrarı dört defadan az olduğu için kas skoru 0,
- Adım 7. Kuvvet/Yük Skoru; 2 kg’ın altında olduğu için 0,
- Adım 8. Bilek/Kol Skoru; 5, 6 ve 7. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai bilek/kol skoru 5,
- Adım 9. Boyun Pozisyonu; 20°’den fazla ekstansiyon olduğu için 4,
- Adım 10. Gövde Pozisyonu; fleksiyonu 60°’den fazla olduğu için 3, ayrıca gövdede sağa sola bükülme olduğu için +1 puan ilave edilerek toplam 4,
- Adım 11. Bacak Pozisyonu; ayak ve bacak desteklenmediği için 2,
- Adım 12. Boyun/Gövde/Bacak Postür Skoru; adım 9, 10 ve 11’de elde edilen puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo B’de yerine konulmak suretiyle boyun/gövde/bacak için postür skoru 7,
- Adım 13. Kas Kullanma Skoru; hareket esnasında postür çoğunlukla statik olamadığı ve bir dakika içindeki hareket tekrarı dört defadan az olduğu için kas skoru 0,
- Adım 14. Kuvvet/Yük Skoru; 2 kg’ın altında olduğu için 0,

- Adım 15. Boyun/Gövde/Bacak Skoru; 12, 13 ve 14. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai boyun/gövde/bacak skoru 7 olarak puanlanmıştır.

“Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” skorlarının değerinin kesişimi olan değer Şekil 8’de yer alan Tablo C’ye göre 7 değerini verdiği için nihai RULA skoru 7 olarak bulunmuş olup, Çizelge 4.74’te gösterilmektedir.

Çizelge 4.74. Firma 4: Sandalye Döşeme İşlemine Ait RULA Analizi Skoru (Baş ve Yapıcı, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

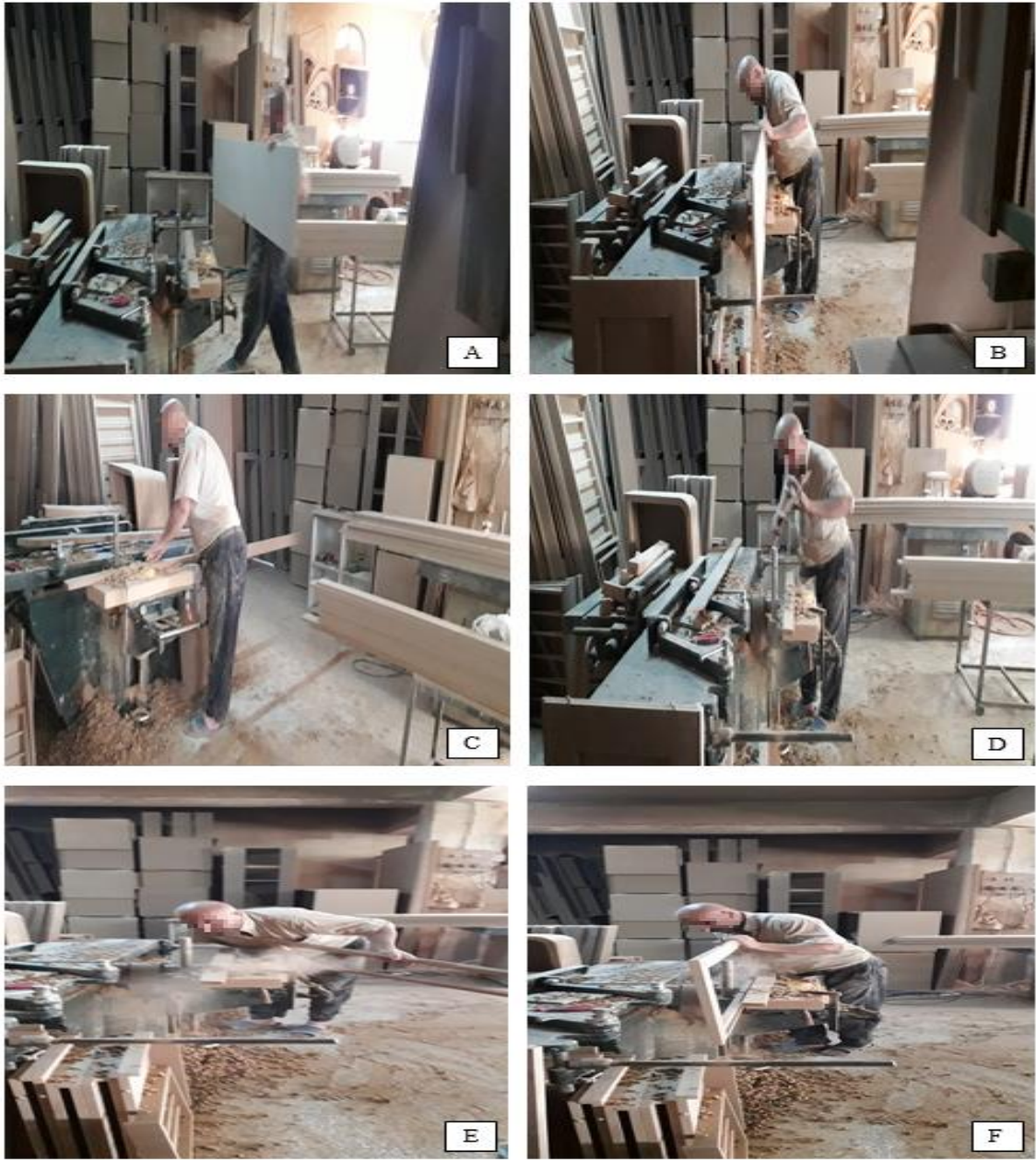
RULA Skoru		Boyun/Gövde/Bacak Skoru						
		1	2	3	4	5	6	7+
Bilek/Kol Skoru	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 5: Delik Delme Makinesiyle Menteşe Deliği Delme İşlemine Ait REBA, OWAS, HMD ve RULA Çalışma Duruşları Değerlendirme Sonuçları

Şekil 45’te, Delik Delme Makinesiyle menteşe deliği delme işlemine ait görseller yer almaktadır. Bu iş istasyonunda parça taşıma için herhangi bir araç kullanılmamakta olup, bütün yükler el ile tutulup kaldırılmak suretiyle taşınmaktadır. İşlem yapılan parçalar için düzenli bir istifleme alanı bulunmamakta olup, bazı parçalar duvara yaslanmak suretiyle, bazıları doğrudan yere konulmak suretiyle, bir kısmı ise tezgâhların üzerine istiflenmiştir.

İş esnasında kaldırılan parça ağırlıkları 4 ile 10 kg arasında değişiklik göstermektedir. İş süreci boyunca söz konusu paçalar çalışan tarafından istiflendiği yerden el ile kaldırılıp taşınmak suretiyle makine tezgâhına getirilmektedir. Ağır parçalar duvara yaslı olduğundan, parçaların yere eğilmeden el ile tutulup taşınması mümkün olmaktadır. İş esnasında çalışanın parçaları kavrama şekli ise uygun olmasına rağmen ideal değildir. A görselinden F'ye kadar yapılan işlemler sırasıyla; parçanın makineye taşınması, parçanın makine tablasına yerleştirilip delik açılması, makine üzerinde ayar yapılması ve başka bir parça için delme işlemi yapılmasıdır.



Şekil 45. Firma 5: Menteşe Deliği Delme İşlemine Ait Görseller.

Şekil 46’da menteşe deliği delme işlemi sürecinde, çalışan üzerinde meydana gelen en riskli çalışma duruşlarına ait açıların yer aldığı bir görsel bulunmaktadır. Bu iş istasyonunda, çalışanın kas iskelet sistemine rahatsızlık verebilecek en riskli pozisyonların, delik delme işlemi esnasında çalışanın sergilediği uygun olmayan duruşlar sonucu ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Görselin devamında ise, aşağıdaki şekilde belirtilen açıların da kullanılması ile hesaplanan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine yer verilmiştir.



Şekil 46. Firma 5: Menteşe Deliği Delme İşlemi En Riskli Çalışma Pozisyonları.

Firma 5: Delik Delme Makinesiyle Menteşe Deliği Delme İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu REBA Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 5'e göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Gövde; fleksiyonu (bükülme) 20° - 60° arasında olduğu için 3,
- Boyun; ekstansiyonu (esneme) 20° 'den fazla olduğu için 2,
- Bacak; iki taraflı ağırlık taşıma olduğu için 1, dizlerdeki fleksiyon 30° 'den az olduğu için ilave puan eklenmeyerek toplam 1 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'a göre A değeri Tablo 1'de yerine konulmak suretiyle 4 olarak hesaplanmıştır. Kaldırılan yük 5-10 kg arasında olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 2'ye göre +1 puan daha ilave edilerek nihai A değeri 5 bulunmuştur.

- Üst kollar; fleksiyonu 20° - 45° arasında olduğu için 2, kolda rotasyon (açılma) olduğu için +1 puan ilave edilerek toplam 3,
- Alt kollar; fleksiyonu 60° - 100° arasında olduğu için 1,
- Bilek; ekstansiyonu 15° 'den fazla olduğu için 2 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 3'e göre B değeri 4 olarak hesaplanmıştır. El tutuşu uygun olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 4'e göre tutuş puanı 0 olarak kabul edilmiş ve nihai B değeri 4 olarak bulunmuştur.

A ve B değerinin kesişimi olan C değeri Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 6'ya göre 5 olarak bulunmuş ve iş esnasında vücudun bir veya daha fazla bölgesi sabit olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 5'e göre +1 puan ilave edilerek nihai REBA skoru 6 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.75'te REBA skoru hesaplama adımları gösterilmiştir. Firma 5 menteşe deliği delme işlemine ilişkin çalışma pozisyonundaki çalışan postür değerlendirilmesi ile 6 olarak bulunan REBA skoru Çizelge 2.11'e göre irdelendiğinde "Orta Risk" seviyesinde olduğu ve "iyileştirme yapılması gerekli olduğu" ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 4.75. Firma 5: Mentеше Deliği Delme İşlemine Ait REBA Analizi Skoru (Sağıroğlu ve ark., 2015’ten değiştirilerek kullanılmıştır).

REBA PUANLAMA													
A GRUBU	BOYUN	2	➡						⬅	3	ÜST KOL	B GRUBU	
	GÖVDE	3		TABLO A	4		4	TABLO B		1	ALT KOL		
	BACAK	1		+			+			2	BİLEK		
				TAŞINAN YÜK	1		0	TUTUŞ PUANI					
				↓			↓						
				A PUANI	5		TABLO C	4					B PUANI
				↙			C PUANI	↘					
							5						
						+							
						AKTİVİTE YOĞUNLUĞU							
						1							
						↓							
						REBA PUANI							
						6							

Firma 5: Delik Delme Makinesiyle Mentеше Deliği Delme İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu OWAS Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 6’ya göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Sırt Duruşu; eğilmiş olduğu için 2,
- Kol Duruşu; her iki kol omuz hizasının altında olduğu için 1,
- Bacak Duruşu; dik olarak iki bacak üzerinde ayakta durma olduğu için 2,
- Kuvvet Kullanımı; kaldırılan ağırlık 10 kg altında olduğu için 1 olarak puanlanmıştır.

Çizelge 4.76’da OWAS skoru hesaplama adımları gösterilmiş olup, OWAS metodu kapsamında Şekil 6’daki talimatlar ile sayısal hale çevrilen çalışan “sırt”, “kol”, “bacak” duruşları ve “kuvvet kullanımının” Çizelge 2.15 aracılığıyla ortak etkisine bakıldığında “2” değeri elde edilmektedir. Bu değeri Çizelge 2.16’da kategori 2 olarak değerlendirilmektedir ve “zorlanma fazla değil, ergonomik düzenleme yakın bir zamanda yapılmalıdır” şeklinde yorumlanmaktadır.

Çizelge 4.76. Firma 5: Menteşe Deliği Delme İşlemine Ait OWAS Analizi Skoru (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı
2	1	2	1
Yukarıdaki Kod Çizelge 2.15'te yerine konulduğu zaman yan tarafta yer alan nihai OWAS Puanı elde edilmektedir.			OWAS Puanı
			2

Firma 5: Delik Delme Makinesiyle Menteşe Deliği Delme İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu HMD Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Menteşe deliği delme işlemini yapan çalışana ait çalışma pozisyonu için gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından; EK 3'te yer alan maruziyet formları aracılığıyla "sırt", "omuz/kol", "bilek/el", "boyun", "taşıt kullanma", "titreşim", "iş hızı", "stres" parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri ve toplam risk değeri hesaplanmış olup Çizelge 4.77'de yer almaktadır.

Çizelge 4.77. Firma 5: Menteşe Deliği Delme İşlemine Ait HMD Analizi Skoru (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Maruziyet	Sırt	Omuz/ Kol	Bilek /El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skoru
Skor	32	36	32	10	1	1	4	1	117

Belirlenen toplam risk değeri doğrultusunda "Toplam Yüzde" aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Elle taşıma işleri için $x_{Maks}=176$).

$$\text{HMD Puanı (E \%): } x100 = \frac{x}{x_{max}} \times 100 = \frac{117}{176} \times 100 = \%66,5 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan toplam yüzdeyi Çizelge 2.17'de yer alan HMD Eylem Çizelgesi aracılığı ile değerlendirdiğimizde ise "daha fazla araştırılmalı ve yakın zamanda değişiklik

yapılmalı” kategorisinde olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla HMD Skoru “Yüksek Risk” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 5: Delik Delme Makinesiyle Menteşe Deliği Delme İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu RULA Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 7’ye göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Adım 1. Üst Kol Pozisyonu; fleksiyonu 20°-45° arasında olduğu için 2, kolda açılma olduğu için +1 puan ilave edilerek toplam 3,
- Adım 2. Ön Kol Pozisyonu; 0°-90° arasında fleksiyon yaptığı için 1,
- Adım 3. Bilek Pozisyonu; ekstansiyonu 15°’den fazla olduğu için 3,
- Adım 4. Bilek Bükülmesi; ileri derecede büküldüğü için bilek bükülmesi +2,
- Adım 5. Bilek/Kol Postür Skoru; yukarıdaki puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo A’da yerine konulmak suretiyle bilek/kol için postür skoru 4,
- Adım 6. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olduğu için kas skoru 1,
- Adım 7. Kuvvet/Yük Skoru; 2-10 kg arasında kesikli çalışma olduğu için +2,
- Adım 8. Bilek/Kol Skoru; 5, 6 ve 7. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai bilek/kol skoru 7,
- Adım 9. Boyun Pozisyonu; 20°’den daha fazla ekstansiyon olduğu için 4,
- Adım 10. Gövde Pozisyonu; fleksiyonu 20°-60° arasında olduğu için 3,
- Adım 11. Bacak Pozisyonu; ayak ve bacak desteklenmediği için 2,
- Adım 12. Boyun/Gövde/Bacak Postür Skoru; adım 9, 10 ve 11’de elde edilen puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo B’de yerine konulmak suretiyle boyun/gövde/bacak için postür skoru 7,
- Adım 13. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olduğu için kas skoru 1,
- Adım 14. Kuvvet/Yük Skoru; 2-10 kg arasında kesikli çalışma olduğu için +2,
- Adım 15. Boyun/Gövde/Bacak Skoru; 12, 13 ve 14. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai boyun/gövde/bacak skoru 10 olarak puanlanmıştır.

“Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” skorlarının değerinin kesişimi olan değer Şekil 8’de yer alan Tablo C’ye göre 7 değerini verdiği için nihai RULA skoru 7 olarak bulunmuş olup, Çizelge 4.78’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.78. Firma 5: Menteşe Deliği Delme İşlemine Ait RULA Analizi Skoru (Baş ve Yapıcı, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

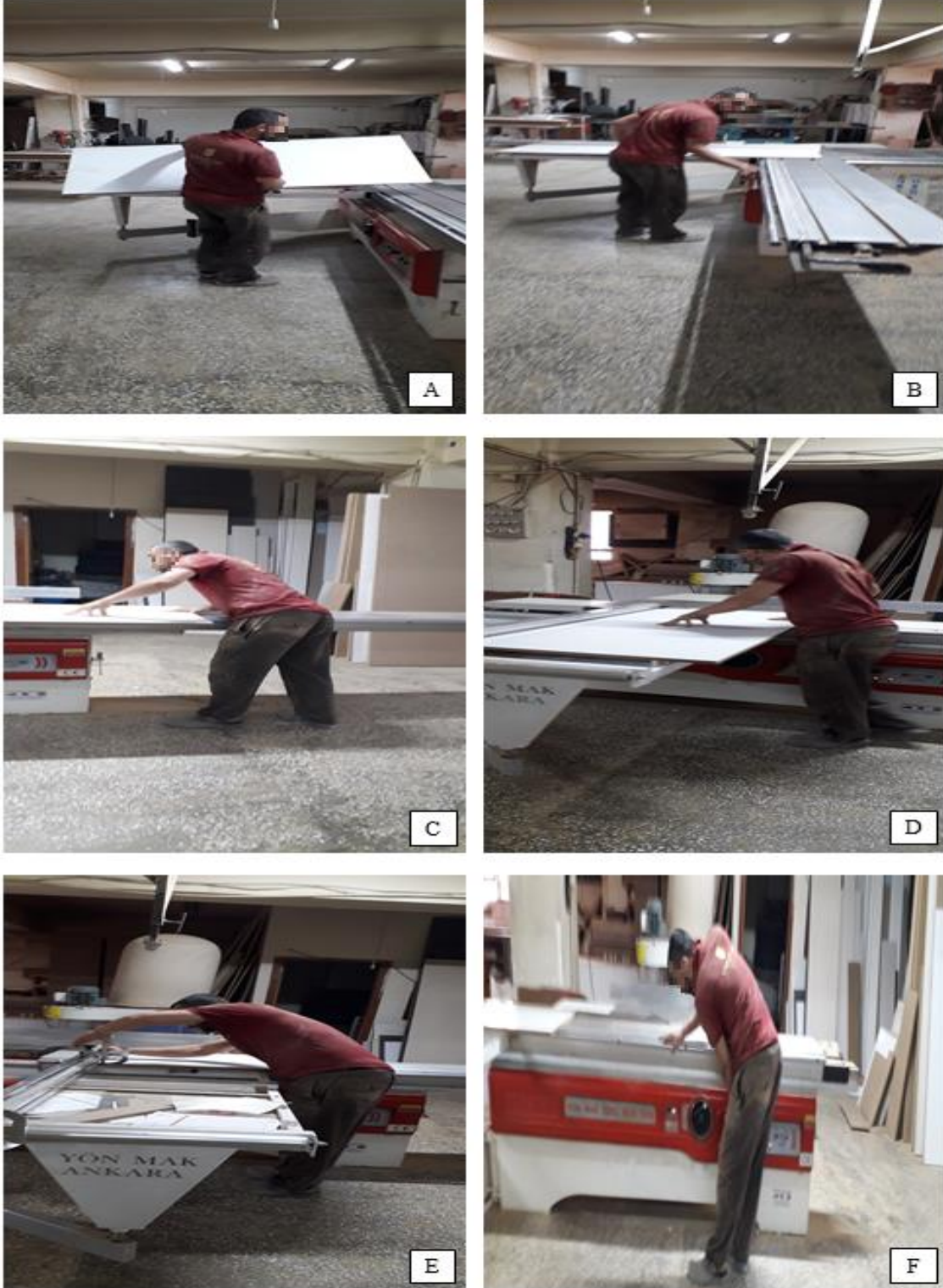
RULA Skoru		Boyun/Gövde/Bacak Skoru						
		1	2	3	4	5	6	7+
Bilek/Kol Skoru	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 6: Daire Testere Makinesiyle MDF Lam Kesme İşlemine Ait REBA, OWAS, HMD ve RULA Çalışma Duruşları Değerlendirme Sonuçları

Şekil 47’de, Firma 6’da Daire Testere Makinesiyle yapılan MDF Lam kesme işlemine ait görseller yer almaktadır. Bu iş istasyonunda parça taşımada forklift ve konveyör gibi herhangi bir araç kullanılmamakta olup, bütün yükler el ile tutulup kaldırılmak suretiyle taşınmaktadır. Ayrıca, işlem yapılan parçalar için düzenli bir istifleme alanı bulunmamakta olup, bazı parçalar duvara yaslanmak suretiyle, bazıları da doğrudan yere konulmak suretiyle istiflenmiştir. İş esnasında kaldırılan parça ağırlıkları 4 ile 7 kg arasında değişiklik göstermektedir. İş süreci boyunca söz konusu parçalar çalışan tarafından istiflendiği yerden el ile kaldırılıp taşınmak suretiyle makine tezgâhına getirilmektedir. Mevcut daire testere makinesinde tabla yüksekliği ayarlama tertibatı ve otomatik parça besleme düzeneğinin olmaması, çalışanın iş esnasında gereğinden fazla eğilip bükülmesine ve uygunsuz duruşlar sergilemesine yol açmaktadır. Çalışanın parçaları kaldırıp taşınması anında uygunsuz duruşlar oluşmasına rağmen, iş esnasında en çok eğilmeye ve zorlanmaya yol açan duruşların panel ebatlama esnasında ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

A görselinden F'ye kadar yapılan işlemler sırasıyla; parçanın makine tezgâhına taşınması, parçanın tezgâha yerleştirilmesi, ebatlama işleminin yapılması ve işlem sonrası makinenin kapatılmasıdır.



Şekil 47. Firma 6: Panel Ebatlama İşlemine Ait Görseller.

Şekil 48’de MDF Lam kesme işlemi sürecinde, çalışan üzerinde meydana gelen en riskli çalışma duruşlarına ait açıların yer aldığı bir görsel bulunmaktadır. Bu iş istasyonunda, çalışanın kas iskelet sistemine rahatsızlık verebilecek en riskli pozisyonların, levha kesme işlemi esnasında çalışanın sergilediği uygun olmayan duruşlar sonucu ortaya çıktığı gözlemlenmiş olup, incelenen süreçte maruz kalınan yük 2 kg’ın altındadır. Görselin devamında ise, aşağıdaki şekilde belirtilen açıların da kullanılması ile hesaplanan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine yer verilmiştir.



Şekil 48. Firma 6: Panel Ebatlama İşlemi En Riskli Çalışma Pozisyonları.

Firma 6: Daire Testere Makinesiyle MDF Lam Kesme İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu
REBA Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2'de verilen açılar Şekil 5'e göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Gövde; fleksiyonu (bükülme) 20°-60° arasında olduğu için 3,
- Boyun; ekstansiyonu (esneme) 20°'den fazla olduğu için 2,
- Bacak; yürüme pozisyonunda olduğu için 1, dizlerdeki fleksiyon 30°'den az olduğu için ilave puan eklenmeyerek toplam 1 puan olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'a göre A değeri Tablo 1'de yerine konulmak suretiyle 4 olarak hesaplanmıştır. İşlem anında maruz kalınan yük 5 kg altında olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 2'ye göre 0 puan daha ilave edilerek nihai A değeri 4 bulunmuştur.

- Üst kollar; fleksiyonu 45°-90° arasında olduğu için 3, işlem esnasında omuz yükseldiği için +1, ayrıca işlem esnasında kolun duruşunu yerçekimi desteği etkilediği için -1 puan ile toplam 3,
- Alt kollar; fleksiyonu 60°'den az olduğu için 2,
- Bilek; fleksiyonu 15°'den fazla olduğu için 2 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 3'e göre B değeri 5 olarak hesaplanmıştır. El tutuşu uygun fakat ideal olmadığı için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 4'e göre yük kavrama puanı 1 olarak kabul edilmiş ve nihai B değeri 6 olarak bulunmuştur.

A ve B değerinin kesişimi olan C değeri Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 6'ya göre 6 olarak bulunmuş ve iş esnasında bir veya daha fazla vücut bölgesi sabit olduğu için Çizelge 2.9'da yer alan Tablo 5'e göre +1 puan ilave edilerek nihai REBA skoru 7 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.79'da REBA skoru hesaplama adımları gösterilmiştir. Firma 6 MDF Lam kesme işlemine ilişkin çalışma pozisyonundaki çalışan postür değerlendirilmesi ile 7 olarak bulunan REBA skoru Çizelge 2.11'e göre irdelendiğinde “Orta Risk” seviyesinde olduğu ve “iyileştirme yapılması gerekliliği” ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 4.79. Firma 6: Daire Testere Makinesiyle MDF Lam Kesme İşlemine Ait REBA Analizi Skoru (Sağıroğlu ve ark., 2015’ten değiştirilerek kullanılmıştır).

REBA PUANLAMA													
A GRUBU	BOYUN	2	➡						⬅	3	ÜST KOL	B GRUBU	
	GÖVDE	3		TABLO A	4		5	TABLO B		2	ALT KOL		
	BACAK	1		+			+			2	BİLEK		
				TAŞINAN YÜK	0			1	TUTUŞ PUANI				
				↓				↓					
				A PUANI	4	TABLO C	6	B PUANI					
				↙		C PUANI	↘						
						6							
						+							
						AKTİVİTE YOĞUNLUĞU							
						1							
						↓							
						REBA PUANI							
						7							

Firma 6: Daire Testere Makinesiyle MDF Lam Kesme İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu OWAS Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 6’ya göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Sırt Duruşu; eğilmiş olduğu için 2,
- Kol Duruşu; her iki kol omuz hizasının altında olduğu için 1,
- Bacak Duruşu; iş yürüyerek yapıldığı için 7,
- Kuvvet Kullanımı; kaldırılan ağırlık 10 kg’dan az olduğu için 1 olarak puanlanmıştır.

Çizelge 4.80’de OWAS skoru hesaplama adımları gösterilmiştir.

OWAS metodu kapsamında Şekil 6’daki talimatlar ile sayısal hale çevrilen çalışan “sırt”, “kol”, “bacak” duruşları ve “kuvvet kullanımının” Çizelge 2.15 aracılığıyla ortak etkisine bakıldığında “2” değeri elde edilmektedir. Bu değer Çizelge 2.16’da kategori 2 olarak değerlendirilmektedir ve “zorlanma fazla değil, ergonomik düzenleme yakın bir zamanda yapılmalıdır” şeklinde yorumlanmaktadır.

Çizelge 4.80. Firma 6: Daire Testere Makinesiyle MDF Lam Kesme İşlemine Ait OWAS Analizi Skoru (Akay ve ark., 2003; Çeyrek Mühendis, 2019'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı
2	1	7	1
Yukarıdaki Kod Çizelge 2.15'te yerine konulduğu zaman yan tarafta yer alan nihai OWAS Puanı elde edilmektedir.			OWAS Puanı
			2

Firma 6: Daire Testere Makinesiyle MDF Lam Kesme İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu HMD Analizi (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

MDF Lam kesme işlemini yapan çalışana ait çalışma pozisyonu için gözlemci değerlendirmelerinin yapılmasının ardından; EK 3'te yer alan maruziyet formları aracılığıyla “sırt”, “omuz/kol”, “bilek/el”, “boyun”, “taşıt kullanma”, “titreşim”, “iş hızı”, “stres” parametreleri ile değerlendirilen her bir harf çiftinin kesişme noktaları toplanarak vücudun her bir bölümü için maruz kalınan risk değeri ve toplam risk değeri hesaplanmış olup Çizelge 4.81'de yer almaktadır.

Çizelge 4.81. Firma 6: Daire Testere Makinesiyle MDF Lam Kesme İşlemine Ait HMD Analizi Skoru (Zengin, 2020'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Maruziyet	Sırt	Omuz/ Kol	Bilek /El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skoru
Skor	26	30	26	10	1	1	4	1	99

Belirlenen toplam risk değeri doğrultusunda “Toplam Yüzde” aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Elle taşıma işleri için $x_{Maks}=176$).

$$\text{HMD Puanı (E \%): } x100 = \frac{x}{x_{max}} \times 100 = \frac{99}{176} \times 100 = \%56,3 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan toplam yüzdeyi Çizelge 2.17’de yer alan HMD Eylem Çizelgesi aracılığı ile değerlendirdiğimizde ise “daha fazla araştırılmalı ve yakın zamanda değişiklik yapılmalı” kategorisinde olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla HMD Skoru “Yüksek Risk” şeklinde yorumlanmaktadır.

Firma 6: Daire Testere Makinesiyle MDF Lam Kesme İşlemine Ait Çalışma Pozisyonu RULA Analizi (Zengin, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çizelge 4.2’de verilen açılar Şekil 7’ye göre incelendiğinde çalışanın vücut duruşu;

- Adım 1. Üst Kol Pozisyonu; fleksiyonu 45° - 90° arasında olduğu için 1, işlem esnasında omuz yükseldiği için +1, ayrıca işlem esnasında kolun duruşunu yerçekimi desteği etkilediği için -1 puan ile toplam 3,
- Adım 2. Ön Kol Pozisyonu; 0° - 90° arasında fleksiyon yaptığı için 1, kolda vücut orta eksenine göre dönme olduğu için +1 puan ilave ile toplam 2,
- Adım 3. Bilek Pozisyonu; fleksiyonu 15° ’den fazla olduğu için 3,
- Adım 4. Bilek Bükülmesi; orta derecede büküldüğü için bilek bükülmesi +1,
- Adım 5. Bilek/Kol Postür Skoru; yukarıdaki puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo A’da yerine konulmak suretiyle bilek/kol için postür skoru 4,
- Adım 6. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olduğu için kas skoru 1,
- Adım 7. Kuvvet/Yük Skoru; 2 kg’ın altında olduğu için 0,
- Adım 8. Bilek/Kol Skoru; 5, 6 ve 7. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai bilek/kol skoru 5,
- Adım 9. Boyun Pozisyonu; 20° ’den fazla ekstansiyon olduğu için 4,
- Adım 10. Gövde Pozisyonu; fleksiyonu 20° - 60° arasında olduğu için 3,
- Adım 11. Bacak Pozisyonu; ayak ve bacak desteklenmediği için 2,
- Adım 12. Boyun/Gövde/Bacak Postür Skoru; adım 9, 10 ve 11’de elde edilen puanlar Şekil 8’de yer alan Tablo B’de yerine konulmak suretiyle boyun/gövde/bacak için postür skoru 7,
- Adım 13. Kas Kullanma Skoru; postür çoğunlukla statik olduğu için kas skoru 1,
- Adım 14. Kuvvet/Yük Skoru; 2 kg’ın altında olduğu için 0,
- Adım 15. Boyun/Gövde/Bacak Skoru; 12, 13 ve 14. adımda elde edilen değerlerin toplanması ile nihai boyun/gövde/bacak skoru 8 olarak puanlanmıştır.

“Bilek/Kol” ve “Boyun/Gövde/Bacak” skorlarının değerinin kesişimi olan değer Şekil 8’de yer alan Tablo C’ye göre 7 değerini verdiği için nihai RULA skoru 7 olarak bulunmuş olup, Çizelge 4.82’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.82. Firma 6: Daire Testere Makinesiyle MDF Lam Kesme İşlemine Ait RULA Analizi Skoru (Baş ve Yapıcı, 2020’den değiştirilerek kullanılmıştır).

RULA Skoru		Boyun/Gövde/Bacak Skoru						
		1	2	3	4	5	6	7+
Bilek/Kol Skoru	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Çalışan Pozisyonu değerlendirildiğinde 7 puan olarak hesaplanan RULA skoru Şekil 8’de yer alan “RULA Skoru Değerlendirme” tablosunda yerine konulduğu zaman “araştırma ve değişiklik gerekli” şeklinde yorumlanmaktadır.

Toplam 20 adet göreve ilişkin, dört farklı ergonomik risk analizi yöntemiyle incelenen çalışma duruşlarına yönelik atanan risk düzeyi seviyeleri yukarıda sunulmuştur. Söz konusu risk düzeyi seviyelerine ait değerlerin her bir analiz yöntemi grubu içinde normal dağılım gösterip göstermediği, ayrıca dört farklı analiz yönteminin risk düzeylerinin hesaplanmasında birbirlerine kıyasla anlamlı bir fark teşkil edip etmediği çeşitli istatistiksel metotlar kullanılarak belirlenebilmektedir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz verilerin normal dağılım gösterip göstermediği ve kullanılan analiz yöntemleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığı aşağıda yer alan değerlendirme ve testler ile belirlenmiştir.

Ergonomik Risk Analizi Sonuçlarına Ait Verilerin Değerlendirilmesi

Herhangi bir istatistiksel analize başlanırken öncelikle verilerin normal dağılıp dağılmadığının belirlenmesi gerekmektedir. Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov ve Basıklık-Çarpıklık değerlerinin incelenmesi oldukça objektif analitik test yöntemlerdir. Normallik testi sonucuna göre, analizin devamında parametrik ya da non-parametrik testlerden hangisinin kullanılacağına karar verilir. Analiz edilecek veri sayısının 30'dan az olması durumunda ise Shapiro-Wilk yönteminin kullanılması tavsiye edilmektedir (Hastürk, 2006; Zengin, 2020; Ölmez, 2023)

Çalışmamız kapsamında, dört farklı ergonomik risk analizi yöntemi ile yapılan değerlendirmeler sonucunda elde edilen veriler; incelenen görevlere (20 adet görev), bu görevlere atanan risk düzeyi skorlarına (her bir grup için 20 adet olmak üzere toplam 80 adet) ve uygulanan analiz yöntemlerine (toplam dört grup) göre sınıflandırılmıştır. Devamında, söz konusu veriler SPSS programında kullanılabilecek şekilde kodlanarak gerekli analizler yapılmıştır. Normallik testi yapılırken kurulan hipotezler Çizelge 4.83'te yer almaktadır.

Çizelge 4.83. Normallik Testi İçin Kurulan Hipotezler.

Ergonomik Risk Analizi	Hipotez	
REBA (Grup 1)	H ₀ : %95 güvenle veriler normal dağılımlıdır.	p _{value} > 0,05 ise H ₀ kabul edilir.
	H ₁ : %95 güvenle veriler normal dağılımlı değildir.	p _{value} < 0,05 ise H ₁ kabul edilir.
OWAS (Grup 2)	H ₀ : %95 güvenle veriler normal dağılımlıdır.	p _{value} > 0,05 ise H ₀ kabul edilir.
	H ₁ : %95 güvenle veriler normal dağılımlı değildir.	p _{value} < 0,05 ise H ₁ kabul edilir.
HMD (Grup 3)	H ₀ : %95 güvenle veriler normal dağılımlıdır.	p _{value} > 0,05 ise H ₀ kabul edilir.
	H ₁ : %95 güvenle veriler normal dağılımlı değildir.	p _{value} < 0,05 ise H ₁ kabul edilir.
RULA (Grup 4)	H ₀ : %95 güvenle veriler normal dağılımlıdır.	p _{value} > 0,05 ise H ₀ kabul edilir.
	H ₁ : %95 güvenle veriler normal dağılımlı değildir.	p _{value} < 0,05 ise H ₁ kabul edilir.

Analiz edilen veri sayısı her bir grup için 20 adet olduğundan, normallik testi sonuçları Shapiro-Wilk değerleri dikkate alınarak analiz edilmiştir. Normallik testi sonuçları Çizelge 4.84'te yer almaktadır.

Çizelge 4.84. Normallik Testi Sonuçları (IBM SPSS Statistics v23.0).

Tests of Normality ^b						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
REBA	.252	20	.002	.795	20	.001
OWAS	.427	20	.000	.612	20	.000
HMD	.398	20	.000	.671	20	.000

a. Lilliefors Significance Correction

b. RULA is constant. It has been omitted.

Shapiro-Wilk testi sonuçları incelendiğinde; REBA, OWAS ve HMD için “Sig.” değerlerinin sırasıyla 0.001, 0.000, 0.000 olduğu ve $p_{value} < 0,05$ (Sig.) formülüne uygun olarak H_1 hipotezini sağladığı görülmektedir. RULA yöntemi için ise veriler düzenli olduğundan değerlendirme aşamasında ihmal edildiği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla, veriler üç yöntem için (REBA, OWAS ve HMD) normal dağılım göstermemektedir. Analiz neticesinde normal dağılım olmadığına işaret eden p_{value} değerleri, inceleme yapılan tüm görevlere ait risk düzeyi skorlarının REBA, OWAS ve HMD yöntemlerine göre farklılaştığını göstermektedir.

Çalışmada incelenen tüm görevlere yönelik, kullanılan ergonomik risk analizi yöntemleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığı ise yapılan normallik testi sonucu verilerin normal dağılmadığı tespit edildiği için Kruskal-Wallis H Testi ile analiz edilmiştir. Kruskal-Wallis H Testi normal dağılım göstermeyen gruplarda üç veya daha fazla sayıda grubun ortalamaları arasındaki farklılığın anlamlılığını test amacıyla kullanılan bir tekniktir. One-Way ANOVA’nın non-parametrik karşılığıdır (Otrar, 2023).

İncelenen görevler sırasıyla G 1’den G 20’ye kadar kodlanmıştır. Söz konusu 20 adet göreve ait risk düzeyi skorlarının 3 grup (REBA, OWAS ve HMD) kapsamında anlamlı bir fark gösterip göstermediği Çizelge 4.85’te gösterilen hipotezler kurularak test edilmiştir.

Çizelge 4.85. Kruskal-Wallis H Testi İçin Kurulan Hipotezler.

[illegible]

Çizelge 4.86’da ise Kruskal-Wallis H Testi sonuçları yer almakta olup, sonuçlar incelendiğinde; G 1’den G 20’ye kadar tüm görevler için “Sig.” değerlerinin 0.05’ten büyük olduğu ve $p_{value} > 0,05$ (Sig.) formülüne uygun olarak H_0 hipotezini sağladığı görülmektedir. Dolayısıyla, analiz edilen görevlerin tamamı için, kullanılan risk analizi yöntemi (REBA, OWAS ve HMD) türüne göre anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.86. REBA, OWAS ve HMD yöntemleri için Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları (IBM SPSS Statistics v23.0).

Test Statistics^{a,b}

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20
Chi-Square	.000	2.000	.000	2.000	2.000	.000	2.000	2.000	.000	.000	2.000	2.000	2.000	2.000	.000	2.000	2.000	.000	2.000	2.000
df	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Asymp. Sig.	1.000	.368	1.000	.368	.368	1.000	.368	.368	1.000	1.000	.368	.368	.368	.368	1.000	.368	.368	1.000	.368	.368

a. Kruskal-Wallis Test

b. Grouping Variable: Ergonomik Risk Yöntemi Grupları

Yapılan SPSS analizleri neticesinde, çalışma kapsamında kullanılan ergonomik risk analizi yöntemlerinden REBA, OWAS ve HMD arasında anlamlı bir fark olmadığı, RULA yönteminin ise her bir görev için aynı risk düzeyini atadığı için değerlendirme dışı bırakıldığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar dikkate alınarak, RULA yönteminin diğer yöntemlere kıyasla daha yüzeysel sonuçlar verdiği kanaatine varılmıştır. Diğer üç yöntem arasında ise anlamlı bir fark bulunamamış olmakla birlikte, HMD yönteminin analiz esnasında vücut duruş analizinin yanında “uygulanan ağırlık/efor kuvveti, sıklık, süre, taşıt kullanımı, titreşim, iş temposu ve stres seviyesi” gibi farklı özellikleri de dikkate alması sebebiyle tercih edilebileceği görülmektedir.

Yukarıda yer alan ergonomik risk analizi sonuçları değerlendirilerek, eylem önceliği gerektiren görevlerle ilgili “iyileştirme faaliyeti önerileri” geliştirilmiştir. Uygulama yapılan toplam 20 adet görev, öngörülen iyileştirmeler sonrası REBA, OWAS, HMD ve RULA yöntemleri ile yeniden analiz edilmiş olup, bunlara ilişkin veriler aşağıda yer alan sonuç ve tartışma bölümünde yer almaktadır.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Mobilya üretimi yapan bir adet büyük ölçekli, bir adet orta ölçekli ve dört adet küçük ölçekli olmak üzere toplam altı farklı işletmede, ergonomik risk değerlendirme çalışması için seçilen REBA, OWAS, HMD ve RULA yöntemleri 20 adet göreve tek tek uygulanmıştır. Analiz edilen 20 adet görevin çalışma yapılan dört adet ergonomik analiz yöntemine ait sonuçları, adı geçen işletmelerin barındırdıkları ergonomik riskler ile ilgili mevcut durumunu ortaya koymuştur.

Çizelge 5.1’de uygulanan ergonomik risk analizi yöntemlerine göre, tüm görevlerin risk seviyeleri ve alınması gereken önlemler yer almaktadır. Çalışmanın sonuçları Çizelge 5.1 kapsamında değerlendirildiğinde, aynı görevlere uygulanmış farklı risk değerlendirme yöntemlerinin farklı sonuçlar verebilmekte olduğu ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 5.1’e göre analiz edilen görevlerin REBA yöntemine göre; 3 adedi “orta risk”, 9 adedi “yüksek risk”, 8 adedi ise “çok yüksek” risk sınıfında yer almaktadır. OWAS yöntemine göre görevlerin; 4 adedi “orta risk”, 2 adedi “yüksek risk”, 14 adedi ise “çok yüksek risk” sınıfında yer almaktadır. HMD yöntemine göre görevlerin; 1 adedi “orta risk”, 6 adedi “yüksek risk”, 13 adedi ise “çok yüksek risk” sınıfında yer almaktadır. RULA yöntemine göre ise görevlerin; 20 adedi “çok yüksek risk” sınıfında yer almaktadır.

Analiz edilen görevlerin REBA yöntemine göre; %15’i iyileştirme gerektirmekte olup, %45’i kısa zaman içerisinde, %40’ı ise hemen iyileştirme gerektirmektedir. OWAS yöntemine göre görevlerin; %20’si yakın bir zamanda iyileştirme gerektirmekte olup, %10’u mümkün olduğunca erken bir zaman içerisinde, %70’i ise derhâl iyileştirme gerektirmektedir. HMD yöntemine göre görevlerin; %5’i daha fazla araştırma gerektirmekte olup, %30’u daha fazla araştırma ve yakın zamanda değişiklik, %65’i ise araştırma ve hemen değişiklik gerektirmektedir. RULA yöntemine göre ise görevlerin %100’ü araştırma ve değişiklik gerektirmektedir. Söz konusu yüzdeler Çizelge 5.2’de yer almaktadır.

Çizelge 5.1. Tüm Görevler İçin Ergonomik Risk Değerlendirmesi Sonuçları.

İşletme Adı ve Görev	REBA Skoru ve Risk Seviyesi	OWAS Skoru ve Risk Seviyesi	HMD Skoru ve Risk Seviyesi	RULA Skoru ve Risk Seviyesi
Firma 1, 1. İstasyon	11-4 (Çok Yüksek Risk)	4-4 (Çok Yüksek Risk)	%79,5-4 (Çok Yüksek Risk)	7-4 (Çok Yüksek Risk)
Firma 1, 2. İstasyon	9-3 (Yüksek Risk)	4-4 (Çok Yüksek Risk)	%90,9-4 (Çok Yüksek Risk)	7-4 (Çok Yüksek Risk)
Firma 1, 3. İstasyon	11-4 (Çok Yüksek Risk)	4-4 (Çok Yüksek Risk)	%93,8-4 (Çok Yüksek Risk)	7-4 (Çok Yüksek Risk)
Firma 1, 4. İstasyon 1. Çalışan	8-3 (Yüksek Risk)	4-4 (Çok Yüksek Risk)	%69,3-3 (Yüksek Risk)	7-4 (Çok Yüksek Risk)
Firma 1, 4. İstasyon 2. Çalışan	8-3 (Yüksek Risk)	2-2 (Orta Risk)	%69,9-3 (Yüksek Risk)	7-4 (Çok Yüksek Risk)
Firma 1, 5. İstasyon	11-4 (Çok Yüksek Risk)	4-4 (Çok Yüksek Risk)	%94,3-4 (Çok Yüksek Risk)	7-4 (Çok Yüksek Risk)
Firma 1, 6. İstasyon 1. Çalışan	9-3 (Yüksek Risk)	4-4 (Çok Yüksek Risk)	%83,5-4 (Çok Yüksek Risk)	7-4 (Çok Yüksek Risk)
Firma 1, 6. İstasyon 2. Çalışan	11-4 (Çok Yüksek Risk)	4-4 (Çok Yüksek Risk)	%64,8-3 (Yüksek Risk)	7-4 (Çok Yüksek Risk)
Firma 2, Panel Ebatlama	11-4 (Çok Yüksek Risk)	4-4 (Çok Yüksek Risk)	%89,2-4 (Çok Yüksek Risk)	7-4 (Çok Yüksek Risk)
Firma 3, Lambri Kesme	12-4 (Çok Yüksek Risk)	4-4 (Çok Yüksek Risk)	%86,9-4 (Çok Yüksek Risk)	7-4 (Çok Yüksek Risk)
Firma 3, Lambri Çakma	10-3 (Yüksek Risk)	4-4 (Çok Yüksek Risk)	%72,2-4 (Çok Yüksek Risk)	7-4 (Çok Yüksek Risk)
Firma 3, Kapı Montajı 1. Çalışan	8-3 (Yüksek Risk)	4-4 (Çok Yüksek Risk)	%73,3-4 (Çok Yüksek Risk)	7-4 (Çok Yüksek Risk)
Firma 3, Kapı Montajı 2. Çalışan	10-3 (Yüksek Risk)	3-3 (Yüksek Risk)	%85,2-4 (Çok Yüksek Risk)	7-4 (Çok Yüksek Risk)
Firma 3, Zımpara, Boya	10-3 (Yüksek Risk)	4-4 (Çok Yüksek Risk)	%84,1-4 (Çok Yüksek Risk)	7-4 (Çok Yüksek Risk)
Firma 3, Zımpara, Çıta Vidalama	11-4 (Çok Yüksek Risk)	4-4 (Çok Yüksek Risk)	%79,0-4 (Çok Yüksek Risk)	7-4 (Çok Yüksek Risk)
Firma 3, Panel Ebatlama	8-3 (Yüksek Risk)	2-2 (Orta Risk)	%50,6-3 (Yüksek Risk)	7-4 (Çok Yüksek Risk)
Firma 3, Yüzey Rendeleme	5-2 (Orta Risk)	3-3 (Yüksek Risk)	%44,3-2 (Orta Risk)	7-4 (Çok Yüksek Risk)
Firma 4, Sandalye Döşeme	11-4 (Çok Yüksek Risk)	4-4 (Çok Yüksek Risk)	%93,2-4 (Çok Yüksek Risk)	7-4 (Çok Yüksek Risk)
Firma 5, Delik Delme	6-2 (Orta Risk)	2-2 (Orta Risk)	%66,5-3 (Yüksek Risk)	7-4 (Çok Yüksek Risk)
Firma 6, Panel Ebatlama	7-2 (Orta Risk)	2-2 (Orta Risk)	%56,3-3 (Yüksek Risk)	7-4 (Çok Yüksek Risk)

Çizelge 5.2’den anlaşıldığı üzere, REBA yönteminde risk skorları ağırlıklı olarak “yüksek risk” sınıfında yer almakta olup, onu yakın bir seviye ile “çok yüksek risk” sınıfı takip etmektedir. OWAS ve HMD yöntemlerinde risk skorlarının büyük bir çoğunluğu “çok yüksek risk” sınıfında toplanmış olup birbirlerine yakın sonuçlar vermişlerdir. RULA yöntemine göre ise risk skorlarının tamamı “çok yüksek risk” sınıfında yer almakta olup, verdiği sonuçlar itibariyle diğer yöntemlerden ayrıştığı gözlemlenmiştir.

Netice itibariyle, RULA yönteminin incelenen görevler arasında herhangi bir ayrım yapamadığı ve tüm görevleri aynı risk sınıfında değerlendirdiği görülmekte olup, daha hassas ölçümler yapılmak istendiği zaman RULA yönteminin göz ardı edilerek, diğer yöntemlerin tercih edilmesinin uygun olacağı kanaatine varılmıştır.

Çizelge 5.2. Mevcut Durumda Görevlerin Risk Seviyesi ve Alınması Gereken Önlemlerin Görevler İçerisindeki Yüzdelik Dilimleri.

	Risk Seviyesi	Alınması Gereken Önem	Görevler İçerisindeki Yüzdelik Dilimi
REBA Yöntemi	Orta Risk	İyileştirme gerekli	%15
	Yüksek Risk	Kısa zaman içerisinde iyileştirme gerekli	%45
	Çok Yüksek Risk	Hemen iyileştirme gerekli	%40
OWAS Yöntemi	Orta Risk	Yakın bir zamanda iyileştirme gerekli	%20
	Yüksek Risk	Mümkün olduğunca erken bir zamanda iyileştirme gerekli	%10
	Çok Yüksek Risk	Derhal iyileştirme gerekli	%70
HMD Yöntemi	Orta Risk	Daha fazla araştırma gerekli	%5
	Yüksek Risk	Daha fazla araştırma ve yakın zamanda değişiklik gerekli	%30
	Çok Yüksek Risk	Araştırma ve hemen değişiklik gerekli	%65
RULA Yöntemi	Çok Yüksek Risk	Araştırma ve değişiklik gerekli	%100

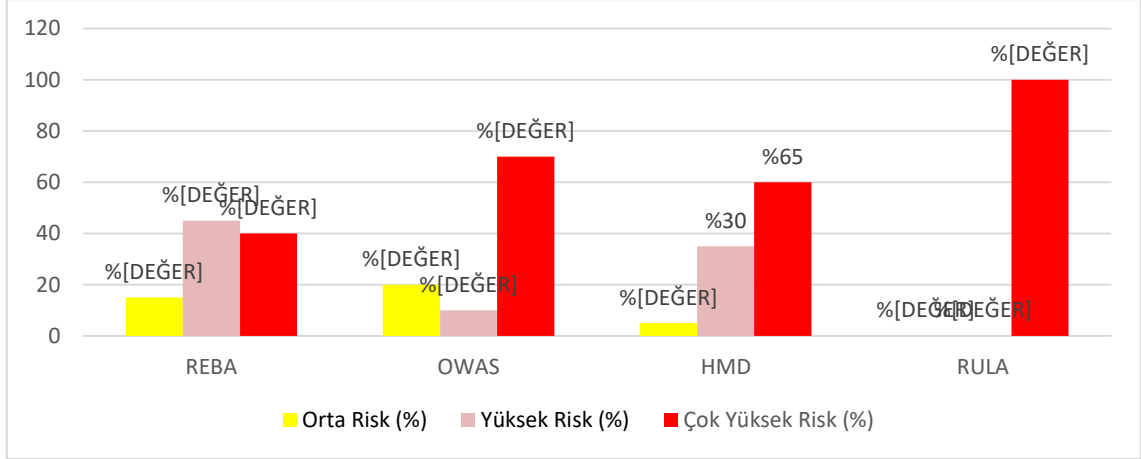
Zengin “Çalışma Duruşları Değerlendirme Yöntemlerinin İstatistiksel Açıdan Karşılaştırılması: İnşaat Sektöründe Bir Uygulama” isimli çalışmasında REBA, OWAS ve HMD (QEC) yöntemleri ile ergonomik risk analizi yapmış olup, elde ettiği bulgulara göre HMD yönteminin stres, titreşim, iş sıklığı ve güç kullanımı gibi etkenleri de değerlendirmeye kattığı için daha hassas sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Bu hususun, yapmış olduğu literatür taraması ile de paralellik gösterdiğinden bahsetmiş, incelemiş olduğu benzer çalışmalarda da HMD yönteminin REBA ve RULA’ya göre farklı sonuçlar verdiğine dair bulgulara yer vermiştir.

Bu çalışmada kullanılan risk analizi yöntemlerinin, Zengin’in yukarıda adı geçen çalışmasında kullandığı yöntemlere benzer sonuçlar verdiği görülmüş olmakla beraber, SPSS programı ile yapılan istatistiksel testler sonucunda REBA, OWAS ve HMD yöntemleri arasında anlamlı bir fark olmadığı, ancak RULA yönteminin her görev için aynı risk düzeyi skorunu ataması nedeniyle yöntemler arası değerlendirmede ihmal edildiği belirlenmiştir.

Çiçek ve arkadaşları da “Bir Mobilya İşletmesinin Montaj Hattında Ergonomik Risk Analizi” isimli çalışmalarında OWAS yönteminin tüm vücut pozisyonları ile birlikte taşınmakta olan yüke de odaklanması nedeniyle, özellikle güç ve vücut kullanımının ön plana çıktığı işlerde başarılı olduğunu, REBA yönteminin vücudun bütün bölümlerini incelediği ve pratik bir metot olduğu için tercih edilebileceğini, HMD (QEC) yönteminin ise süreklilik, titreşim ve stres gibi faktörleri değerlendirmeye dâhil ettiği ve çalışanında ankete katılımını sağladığı için OWAS ve REBA yöntemlerine göre daha tutarlı sonuçlar vermekte olduğunu belirtmişlerdir.

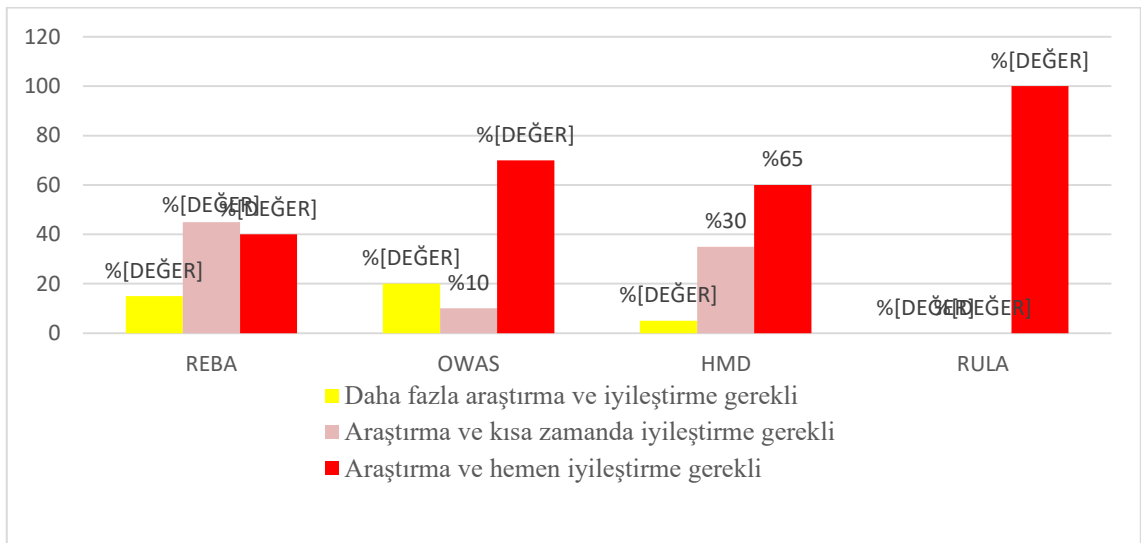
Çalışmamızın sonuçları bu yönden, Çiçek ve arkadaşlarının çalışması ile de benzerlik göstermekte olup, ergonomik risk analizi çalışmalarında HMD yönteminin vücut duruş analizinin yanında farklı parametreleri de dikkate alması nedeniyle, diğer yöntemlere nazaran daha hassas sonuçlar verebileceği kanaatine varılmıştır.

Şekil 49’da analiz edilen görevlerin risk seviyelerine ait yüzdelik dağılımları verilmiş olup, görüldüğü üzere analiz yöntemlerinin üçünde görevler ağırlıklı olarak “çok yüksek risk” grubunda yer almaktadır. REBA’da ise ağırlık “yüksek risk” grubunda olup, oransal olarak “çok yüksek risk” grubuna oldukça yakındır.



Şekil 49. Ergonomik Risk Analizi Yöntemlerine Göre Görevlerin Risk Seviyeleri Yüzdelik Dağılımları.

Şekil 50’de ise REBA, OWAS, HMD ve RULA ergonomik risk analizi yöntemlerine göre uygulama yapılan görevlere ilişkin alınması gereken önlemleri içeren yüzdelik dağılımları görülmektedir.



Şekil 50. Ergonomik Risk Analizi Yöntemlerine Göre Alınması Gereken Önlemlerin Yüzdelik Dağılımları.

Çalışmanın devamında, analiz edilen görevlerin mevcut durumları, bu görevler için önerilen çalışma duruşlarının değerlendirilmesi ve yapılacak iyileştirmeler sonrasında risk düzeylerinin alacağı yeni seviyelere ilişkin karşılaştırmalı örneklere yer verilmiştir.

Çalışmamız ile, incelenen 20 adet görev için yük taşıma ve zorlanma derecelerinin birlikte değerlendirilmesiyle riskli duruşlar belirlenmiş olup ‘mevcut durum’ olarak adlandırılmıştır. Devamında, tespit edilen riskli duruşları ortadan kaldırmaya yönelik iyileştirmeler yapılmak üzere, yeniden düzenleme yapılmış ve ‘önerilen durum’ olarak adlandırılmıştır. Sonuç olarak her iki durum birbiriyle karşılaştırılarak değerlendirilmiş ve yapılacak iyileştirmeler sonrası, görevlere ilişkin çalışma duruşlarının alacağı yeni risk düzeyleri ortaya konulmuştur.

Firma 1: 1. İstasyon: CNC Delik Makinesiyle Delik Açma ve Kanal Boşaltma

Mevcut Durum

CNC Delik Makinesinde delik açma ve kanal boşaltma işlemlerine ilişkin çalışmaların analiz edilmesi neticesinde yapılan tespitler aşağıda yer almaktadır:

- Delik açma ve kanal boşaltma işlemi yapılacak parçalar için uygun bir istifleme alanı düzenlenmemiştir.
- Küçük boyuttaki parçalar çalışan tarafından makine beslemesine verilirken vücudun öne ve yana gereğinden fazla eğilip bükülmesi sonucu uygun olmayan duruşlar ortaya çıkmaktadır.
- Çalışma alanında yük asansörü ve el forkliftleri bulunmasına rağmen, bu aletler etkin şekilde kullanılmamakta olup, parçalar konveyörler üzerine istiflenmekte ve buradan yere eğilmek suretiyle el ile tutulup kaldırılarak makine tezgâhına taşınmaktadır. Çalışan üzerinde en fazla zorlanmaya yol açan, en riskli duruşların bu esnada ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada değerlendirilmesi suretiyle yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “mevcut durum” özeti Çizelge 5.3’te verilmiştir.

Çizelge 5.3. Firma 1: 1. İstasyon REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri

REBA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
2	4	3	1	4	2	2	0	10	1	11	4-Çok Yüksek
OWAS ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
4		2		4		2		4		4-Çok Yüksek	
HMD ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
36	40	38	16	1	1	4	4	140 / %79,5	4-Çok Yüksek		
RULA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
5	2	3, 1	4	4	2	0	1	7	4-Çok Yüksek		

Önerilen Durum

Mevcut durumda tespit edilen olumsuzlukların ve uygunsuz çalışma duruşların önlenmesine yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:

- CNC Delik Açma Makinesinde delik açma ve kanal boşaltma işlemi yapılacak parçalar için, iş istasyonu içerisinde makineye yakın bir konumda uygun bir istifleme alanı oluşturulması önerilmiştir. Parçaların bu alanına getirilip istiflenmesi işlemi esnasında ise fabrika içinde konumlandırılmış konveyörler ve el forkliftlerinden yararlanılması önerilmiştir.
- İstif alanına, çalışanın yere eğilmesini önleyecek ve parçaların yük asansörüne aktarılmasının rahat bir şekilde yapılmasına olanak sağlayacak şekilde yüksekliği çalışanın boyuna göre ayarlanabilecek ve çalışılan parça ölçülerine uygun boyutta bir tezgâh konulması, parçaların işlem yapılmadan önce ve işlem sonrası bu tezgâhın üzerine istiflenmesi önerilmiştir.
- Çalışma esnasında, parçaların istiflenen tezgâh üzerinden yük asansörüne aktarılarak makine başına kadar bu asansör ile taşınması ve buradan makine tezgâhına el ile kaydırılmak suretiyle konumlandırılması önerilmiştir.

- Küçük boyuttaki parçaların makine beslemesine verilirken, farkında olmadan vücudun öne ve yana gereğinden fazla eğilip bükülmesinin engellenebilmesi için çalışana önerilerde bulunulmuş ve dikkatli davranarak yapılacak işlemlerin uygunsuz çalışma pozisyonlarını önlemede katkı sağlayacağı hususu vurgulanmıştır.
- Yukarıda anılan önlemlerin alınmasıyla çalışanın özellikle vücudu eğerek yaptığı uygunsuz çalışma duruşları engellenmiş ve çalışma esnasındaki güç sarfiyatının azaltılması sağlanmıştır.

Söz konusu düzenlemelerden sonra;

- Gövde; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Boyun; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Bacak; dik olarak iki taraflı duruşa, dizlerin fleksiyonu 0°-30° arasına,
- Kaldırılan yük miktarı 2-5 kg arasına,
- Üst kollar; omuz yükselmesi ve kollardaki açılma engellenerek fleksiyonu 20°-45° arasına,
- Alt kollar; kollardaki dönme engellenerek fleksiyonu 60°-100° arasına,
- Bilek; bükülme derecesi orta seviyeye getirilerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-15° arasına,
- Kavrama değeri/tutuş puanı; iyi dereceye,
- Aktivite yoğunluğu/kas kullanma skoru; çalışma duruşları doğru konuma getirildiği için ve iş tekrarı bir dakika içinde dört defadan az olduğu için 0 puana getirilmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada tekrar değerlendirilmesi sonucu yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “önerilen durum” özeti Çizelge 5.4’te verilmiştir. Çizelge 5.4’te 1. İstasyon için önerilen düzenlemeler ile, REBA, OWAS ve HMD analizlerine göre risk seviyelerinin en alt düzey olan kategori 1’e, RULA analizine göre ise orta düzey olan kategori 2’ye indirgenebildiği görülmektedir.

Çizelge 5.4. Firma 1: 1. İstasyon REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri

REBA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
1	2	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0-İhmal Edilebilir
OWAS ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
3		1		2		1		1		1-Normal Duruş	
HMD ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
16	20	16	12	1	1	1	1	68 / %38,6	1-Düşük		
RULA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
2	1	2, 1	2	2	2	0	1	4	2-Orta		

Firma 1: 2. İstasyon: Çok Amaçlı CNC Makinesiyle Kapı İşleme

Mevcut Durum

Çok Amaçlı CNC Makinesinde kapı işleme işlemine ilişkin çalışmaların analiz edilmesi neticesinde yapılan tespitler aşağıda yer almaktadır:

- Kapı işleme işlemi yapılacak parçalar için uygun bir istifleme alanı düzenlenmemiştir. İşlem yapılacak kapı konveyör üzerinde istifli olup, çalışan tarafından eğilmek suretiyle elle tutup kaydırılarak el forklifti üzerine alınmaktadır.
- Kapı çalışan tarafından el forklifti ile taşınarak işlem yapılacağı makineye yaklaştırıldıktan sonra el ile kaydırılmak suretiyle makine yanındaki konveyörün üzerine alınmaktadır. Daha sonra üç farklı çalışma arkadaşı ile birlikte toplam dört kişi kapıyı el ile tutarak konveyör üzerinden kaldırmakta ve makine tezgâhına taşımaktadır. Çalışan üzerinde en riskli duruşların bu esnada ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.
- Kas-iskelet sistemi üzerinde zorlanma ve baskı oluşturan yukarıdaki çalışma duruşlarına ilaveten, kapının makine tezgâhı üzerinde işleme girmeyi beklerken

alışan tarafından öne aşırı derecede eğilmek suretiyle kontrol edilmesi vct üzerinde ekstra zorlanmaya ve g sarfiyatına neden olmaktadır.

İşlem anında gerçekleştirilen vct duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada değerlendirilmesi suretiyle yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “mevcut durum” zeti 5.5’te verilmiştir.

Çizelge 5.5. Firma 1: 2. İstasyon REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri

REBA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
2	4	3	1	4	2	2	0	10	1	11	4-Çok Yüksek
OWAS ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
4		2		4		2		4		4-Çok Yüksek	
HMD ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
36	40	38	16	1	1	4	4	140 / %90,9	4-Çok Yüksek		
RULA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
5	2	3, 1	4	4	2	0	1	7	4-Çok Yüksek		

Önerilen Durum

Mevcut durumda tespit edilen olumsuzlukların ve uygunsuz çalışma duruşlarının nlenmesine yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:

- Çok Amaçlı CNC Makinesinde kapı işleme işlemi yapılacak parçalar için, iş istasyonu içerisinde makineye yakın bir konumda uygun bir istifleme alanı oluşturulması önerilmiştir. Kapılar ağır parçalar olduğu için, bu alanına getirilip istiflenmesi işlemi esnasında ise tam otomatik yükleme ve indirme yapabilen forklift kullanılması önerilmiştir.

- İstif alanının ise tam otomatik forklift makinesinin çalışmasına engel olmayacak şekilde düzenlenmesi önerilmiştir. Bu sayede kapıların makine başına kadar taşınması esnasında meydana gelen uygunsuz çalışma pozisyonlarının engellenmesi hedeflenmiştir.
- Ayrıca, bu iş istasyonu için vakumlu yük kaldırma ve taşıma sistemi kurulması önerilmiş olup, tam otomatik forklift ile makine başına kadar taşınan kapıların bu vakumlu sistem ile kaldırılıp makine beslemesine verilmesi tavsiye edilmiştir. Bu sistem ile çalışan üzerinde en çok zorlanmaya neden kapıların el ile kaldırılıp makine tezgâhına konulmasının önüne geçilmesi hedeflenmiştir.
- Bu düzenlemelere ilaveten, işlem öncesi ve sonrası makine tezgâhında bekleyen kapıların kontrolü esnasında, farkında olmadan vücudun öne ve yana gereğinden fazla eğilip bükülmesinin engellenebilmesi için çalışana önerilerde bulunulmuş ve dikkatli davranarak yapılacak kontrol işleminin kas-iskelet sistemi üzerinde oluşacak baskıları önlemede katkı sağlayacağı husus vurgulanmıştır.
- Yukarıda anılan önlemlerin alınmasıyla, çalışanın özellikle eğilerek ağır parça kaldırması ve bununla birlikte vücudu eğerek yaptığı uygunsuz çalışma duruşları engellenmiş olup, çalışma esnasındaki kuvvet kullanımı da en az düzeye indirilmiştir.

Söz konusu düzenlemelerden sonra;

- Gövde; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Boyun; yana esneme/dönme engellenerek fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Bacak; dik olarak iki taraflı duruşa, dizlerin fleksiyonu 0°-30° arasına,
- Kaldırılan yük miktarı 2 kg'dan daha az bir seviyeye,
- Üst kollar; omuz yükselmesi ve kollardaki açılma engellenerek fleksiyonu 20°-45° arasına,
- Alt kollar; kollardaki dönme engellenerek fleksiyonu 60°-100° arasına,
- Bilek; bükülme derecesi orta seviyeye getirilerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-15° arasına,
- Kavrama değeri/tutuş puanı; iyi dereceye,

- Aktivite yoğunluğu/kas kullanma skoru; iş tekrarı bir dakika içinde dört defadan az olduğu için 0 puana getirilmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada tekrar değerlendirilmesi sonucu yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “önerilen durum” özeti Çizelge 5.6’da verilmiştir.

Çizelge 5.6. Firma 1: 2. İstasyon REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri

REBA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
1	2	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0-İhmal Edilebilir
OWAS ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
3		1		2		1		1		1-Normal Duruş	
HMD ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
16	20	16	12	1	1	1	1	68 / %38,6	1-Düşük		
RULA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
2	1	2, 1	2	2	2	0	0	3	2-Orta		

Firma 1: 3. İstasyon: Daire Testere Makinesiyle Panel Ebatlama

Mevcut Durum

Daire Testere Makinesiyle panel ebatlama işlemine ilişkin çalışmaların analiz edilmesi neticesinde yapılan tespitler aşağıda yer almaktadır:

- Panel ebatlama işlemi yapılacak parçalar için uygun bir istifleme alanı düzenlenmemiştir.
- Makine tablası çalışma yüksekliği ayarlama tertibatı mevcut değildir. Bundan dolayı makine başında çalışan işçilerin sürekli olarak ve gereğinden daha fazla eğilmesi gerekmektedir. Bu durum çalışanlar üzerinde ilave zorlanma ve

baskılara neden olmakta, özellikle uzun süren levha ebatlama çalışmalarında işçilerin bedenlerinde yorulma ve ağrılar ortaya çıkmaktadır.

- Daire Testere Makinesinde, panellerin kesimi esnasında ölçülendirilebilmesi için konumlandırılmış sabit bir metre bulunmamaktadır. Bu sebeple çalışanlar her ölçülendirme işlemi esnasında ceplerine koydukları veya makine yakınında bir alana bıraktıkları şerit metreyi alarak ölçüm yapmak zorunda kalmaktadırlar. Söz konusu durum hem iş akışını yavaşlatmakta, hem de ilave uygunsuz duruşlar oluşmasına neden olmaktadır.
- Hâlihazırda kullanılan daire testerede otomatik parça besleme sistemi bulunmamakta olup, ebatlama süreci esnasında çalışanlar itme ve çekme işlemi yaptıkları için fiziksel zorlanmalar yaşamaktadırlar.
- Yukarıdaki uygun olmayan durumlara ilaveten, çalışma alanında yük asansörü ve el forkliftleri etkin bir şekilde kullanılmamakta olup, parçalar konveyörler üzerine istiflenmekte ve buradan yere eğilmek suretiyle el ile tutulup kaldırılarak makine tezgâhına taşınmaktadır. Çalışan üzerinde en fazla zorlanmaya yol açan, en riskli duruşların bu esnada ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Mevcut çalışma pozisyonlarının değerlendirilmesiyle yapılan, REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “mevcut durum” özeti Çizelge 5.7’de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Firma 1: 3. İstasyon REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri

REBA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
2	4	2	2	4	2	2	0	10	1	11	4-Çok Yüksek
OWAS ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
4		2		5		3		4		4-Çok Yüksek	
HMD ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
52	52	38	16	1	1	4	1	165 / %93,8	4-Çok Yüksek		
RULA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
4	1	3, 2	4	4	2	0	3	7	4-Çok Yüksek		

Önerilen Durum

Mevcut durumda tespit edilen olumsuzlukların ve uygunsuz çalışma duruşların önlenmesine yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:

- Daire Testere Makinesinde panel ebatlama işlemi yapılacak parçalar için, iş istasyonu içerisinde makineye yakın bir konumda uygun bir istifleme alanı oluşturulması önerilmiştir. Panellerin bu alanına getirilip istiflenmesi işlemi esnasında ise el forklifti, şayet ağır parçalar kullanılacaksa ise tam otomatik yükleme ve indirme yapabilen forklift kullanılması önerilmiştir.
- İstif alanına, çalışanın yere eğilmesini önleyecek ve parçaların yük asansörüne aktarılmasının rahat bir şekilde yapılmasına olanak sağlayacak şekilde yüksekliği çalışanın boyuna göre ayarlanabilecek ve çalışılan parça ölçülerine uygun boyutta bir tezgâh konulması, parçaların işlem yapılmadan önce ve işlem sonrası bu tezgâhın üzerine istiflenmesi önerilmiştir.
- Çalışma esnasında, parçaların istiflenen tezgâh üzerinden yük asansörüne aktarılarak makine başına kadar bu asansör ile taşınması ve buradan makine tezgâhına el ile kaydırılmak suretiyle konumlandırılması önerilmiştir.
- Çalışanın ebatlama işlemi esnasında cep metresi kullanmasını önlemek için, daire testere makinesinin tablasına uygun bir şerit metre yapıştırılması önerilmiştir.
- Parçaların makine beslemesine verilirken, farkında olmadan vücudun öne ve yana gereğinden fazla eğilip bükülmesinin engellenebilmesi için uygun çalışma duruşları hakkında eğitim alınması önerisinde bulunulmuş olup, bununla birlikte daire testere makinesine, parçaları itmek için otomatik besleme sistemi takılması önerilmiştir.
- Yukarıda anılan önlemlerin alınmasıyla çalışanın özellikle vücudu eğerek yaptığı uygunsuz çalışma duruşları engellenmiş ve çalışma esnasındaki güç sarfiyatının azaltılması sağlanmıştır.

Söz konusu düzenlemelerden sonra;

- Gövde; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Boyun; yana esneme/dönme engellenerek fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,

- Bacak; dik olarak iki taraflı duruşa ve yürüme pozisyonuna, dizlerin fleksiyonu 0°-30° arasına,
- Kaldırılan yük miktarı 2-5 kg arasına,
- Üst kollar; omuz yükselmesi ve kollardaki açılma engellenerek fleksiyonu 20°-45° arasına,
- Alt kollar; kollardaki dönme engellenerek fleksiyonu 60°-100° arasına,
- Bilek; bükülme derecesi orta seviyeye getirilerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-15° arasına,
- Kavrama değeri/tutuş puanı; iyi dereceye,
- Aktivite yoğunluğu/kas kullanma skoru; çalışma duruşları doğru konuma getirildiği için ve iş tekrarı bir dakika içinde dört defadan az olduğu için 0 puana getirilmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada tekrar değerlendirilmesi sonucu yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “önerilen durum” özeti Çizelge 5.8’de verilmiştir.

Çizelge 5.8. Firma 1: 3. İstasyon REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri

REBA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşıyan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
1	2	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0-İhmal Edilebilir
OWAS ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
3		1		2		1		1		1-Normal Duruş	
HMD ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
20	16	16	10	1	1	1	1	66 / %37,5	1-Düşük		
RULA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
2	1	2, 1	2	2	2	0	1	4	2-Orta		

Çizelge 5.8’de görüldüğü üzere, önerilen duruma ilişkin düzenlemelerin yapılması ile; REBA’ya göre risk seviyesi “ihmal edilebilir” olarak adlandırılan kategori 0’a, OWAS’a göre risk seviyesi “normal duruş” olarak adlandırılan kategori 1’e, HMD’ye göre risk seviyesi “düşük” olarak adlandırılan kategori 1’e, RULA’ya göre ise risk seviyesi “orta” olarak adlandırılan kategori 2’ye indirgenebilmiştir.

Firma 1: 4. İstasyon 1. Çalışan: Kaplama Ebatlama, Baş Kesme ve Dikiş Makineleriyle Kaplama Ebatlama, Baş Kesme ve Dikiş İşlemleri

Mevcut Durum

Kaplama Ebatlama, Baş kesme ve Dikiş Makineleriyle yapılan kaplama ebatlama, baş kesme ve dikiş işlemlerine ilişkin çalışmaların analiz edilmesi neticesinde yapılan tespitler aşağıda yer almaktadır:

- 4. İş İstasyonunda kaplama ebatlama ve dikiş işlemi yapılacak parçalar için, tezgâhların bulunduğu uygun bir istifleme alanı mevcuttur. Ancak tezgâhların yüksekliği sabit olup, tezgâh üzerinden parçaların alınması esnasında çalışanda vücudun eğilmesine yol açan duruş bozuklukluları ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, zaman zaman paket halinde ağırlığı 20 kg ulaşan kaplamalar istiflenebilmektedir. Bu esnada el ile kaldırma ve taşıma yapılmakta olup, ağır parçaların istif alanına konumlandırılması esnasında çalışanın vücudunda ağır yüke bağlı olarak zorlanmalar meydana gelebilmektedir.
- Kaplama baş kesme ve dikiş makinelerinin önünde bulunan tablaların yüksekliği sabit olup, çalışanın boyuna oranla yüksekliği düşük seviyede kalmaktadır. Bundan dolayı makine başında çalışan kişinin iş esnasında yoğun bir şekilde ve gereğinden daha fazla eğilmesi gerekmektedir. Bu durum çalışanlar üzerinde ilave zorlanma ve baskılara neden olmakta, özellikle uzun süren işlemlerde çalışanın vücudunda yorulma ve ağrılar ortaya çıkmaktadır.
- Kaplamalar işlem yapılacak makineler arasında çalışan tarafından el ile taşınırken, kolların pozisyonu ve parça tutuşu ideal şekilde olmamaktadır. Bundan dolayı, kollarda ve bileklerde haddinden fazla zorlanmaların oluşabildiği gözlemlenmiştir.
- Yukarıdaki uygun olmayan durumlara ilaveten, kaplama baş kesme makinesi önünde bulunan tezgâh üzerindeki kalem, kâğıt ve şerit metre gibi araçların

doğru konumlandırılmadığı gözlemlenmiştir. Çalışan iş esnasında bu araçlara erişebilmek için gereğinden daha fazla ileri doğru eğilip, uzanmaktadır. Çalışan üzerinde en fazla zorlanmaya yol açan, en riskli duruşların ise bu esnada ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

Yukarıda belirtilen gözlemler eşliğinde, işlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada değerlendirilmesi suretiyle yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA ergonomik risk analizlerini içeren “mevcut durum” özeti ise Çizelge 5.9’da yer almaktadır.

Çizelge 5.9. Firma 1: 4. İstasyon 1. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri

REBA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
2	3	1	0	5	2	2	0	8	0	8	3- Yüksek
OWAS ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
4		2		4		1		4		4-Çok Yüksek	
HMD ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
30	34	32	16	1	1	4	4	122 / %69,3	3- Yüksek		
RULA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
5	1	3, 1	4	3	2	0	1	7	4-Çok Yüksek		

Önerilen Durum

Mevcut durumda tespit edilen olumsuzlukların ve uygunsuz çalışma duruşların önlenmesine yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:

- 4. İş İstasyonunun yanında bulunan alan içerisinde, kaplamaların istiflendiği tezgâhların yüksekliğinin ayarlanabilir hale getirilmesi ve çalışanın boyuna göre gerekli düzenlemelerin yapılması önerilmiştir. Ayrıca paket halinde ağırlığı 20

kg ve üzerine çıkabilen paket halindeki kaplamaları istif altına el ile değil forkliftler aracılığıyla taşınması önerilmiş olup, bu sayede çalışan üzerinde uygunsuz duruşlardan ve ağır yük taşımaktan kaynaklanan fiziksel zorlanma ve baskıların engellenmesi hedeflenmiştir.

- Kaplama baş kesme ve dikiş makinelerinin önünde bulunan tablaların, yüksekliği ayarlanabilir bir tertibat ile tekrar düzenlenmesi önerilmiş olup, bu sayede çalışanın iş esnasında vücudunun özellikle bel, boyun ve kollarında meydana gelen uygunsuz duruşlar engellenmiş ve olası kas-iskelet sistemi zorlanmalarının önüne geçilmiştir.
- Kaplamalar işlem yapılacak makineler arasında çalışan tarafından el ile taşınırken, kollar ve bilekler için uygun duruşların sergilenebilmesi ve parçanın ideal şekilde tutulup kavranabilmesi için gerekli eğitimlerin alınması da dâhil olmak üzere önerilerde bulunulmuştur. Çalışanın doğru duruş ve tutuş biçimlerini öğrenip uygulaması ile birlikte kollarda ve bileklerde meydana gelen baskı ve zorlanmaların önlenmesi sağlanmıştır.
- Kaplama baş kesme makinesi önünde bulunan tezgâh üzerindeki kalem, kâğıt, şerit metre ve benzeri araçların; doğru bir pozisyonda, vücudun hareket kabiliyetini sınırlandırmayarak rahatça erişim sağlanabilecek şekilde konumlandırılması önerilmiştir. Bu düzenlemenin yapılmasıyla, iş esnasında çalışan üzerinde meydana gelen en riskli çalışma duruşları engellenmiş olup, özellikle bel ve boyun bölgesinde zorlanmaya bağlı olarak meydana gelen ağrıların azaltılması sağlanmıştır.

Söz konusu düzenlemelerden sonra;

- Gövde; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Boyun; yana esneme/dönme engellenerek fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Bacak; dik olarak iki taraflı duruşa ve yürüme pozisyonuna, dizlerin fleksiyonu 0°-30° arasına,
- Kaldırılan yük miktarı 2-5 kg arasına,
- Üst kollar; omuz yükselmesi ve kollardaki açılma engellenerek fleksiyonu 20°-45° arasına,

- Alt kollar; kollardaki dönme engellenerek fleksiyonu 60°-100° arasına,
- Bilek; bükülme derecesi orta seviyeye getirilerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-15° arasına,
- Kavrama değeri/tutuş puanı; iyi dereceye,
- Aktivite yoğunluğu/kas kullanma skoru; çalışma duruşları doğru konuma getirildiği için ve iş tekrarı bir dakika içinde dört defadan az olduğu için 0 puana getirilmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada tekrar değerlendirilmesi sonucu yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “önerilen durum” özeti Çizelge 5.10’da verilmiştir.

Çizelge 5.10. Firma 1: 4. İstasyon 1. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri

REBA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
1	2	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0-İhmal Edilebilir
OWAS ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
1		1		2		1		1		1-Normal Duruş	
HMD ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
14	20	16	10	1	1	1	1	64 / %36,4	1-Düşük		
RULA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
2	1	2, 1	2	2	2	0	1	4	2-Orta		

Firma 1: 4. İstasyon 2. Çalışan: Kaplama Kontrol ve Bantlama İşlemleri

Mevcut Durum

Kaplama kontrol ve bantlama işlemlerine ilişkin çalışmaların analiz edilmesi neticesinde yapılan tespitler aşağıda yer almaktadır:

- 4. İş İstasyonunda kaplama kontrol ve bantlama işlemi yapılacak parçalar, iş istasyonu içerisinde bulunan bir tezgâh üzerinde istiflenmekte olup, kontrol ve bantlama işlemi yapılmak üzere 2. Çalışan tarafından istiflendiği yerden el ile tutulup kaldırılmak suretiyle işlem yapılacağı tezgâha taşınmaktadır. Kaplamaların el ile taşınması esnasında 1. Çalışanda olduğu gibi 2. Çalışanın da ideal bir kol pozisyonu ve tutuş sergilenmediği gözlemlenmiştir. Bundan dolayı, kollarda ve bileklerde olması gerekenden fazla düzeyde baskı ve zorlanmaların meydana geldiği gözlemlenmiştir.
- Kaplama kontrol ve bantlama işleminin yapıldığı tezgâhın yüksekliği sabit olup, çalışanın boyuna oranla ideal bir yükseklikte değildir. Ayrıca işlem bir dakika içerisinde dört tekrarı geçen sıklıkta yapılmakta olup, bu durum aktivite yoğunluğunun artmasına, buna bağlı olarak da çalışan üzerindeki baskı ve zorlanma seviyesinin yükselmesine neden olmaktadır.
- 2. Çalışan kaplama bantlama işlemi esnasında aşırı düzeyde ileri uzanmakta olup, en riskli çalışma duruşlarının bu anlarda ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

Yapılan analizlerine ilişkin “mevcut durum” özeti Çizelge 5.11’de yer almaktadır.

Çizelge 5.11. Firma 1: 4. İstasyon 2. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri

REBA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
2	3	1	0	5	2	1	0	7	1	8	3- Yüksek
OWAS ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
4		3		2		1		2		2-Orta	
HMD ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
26	38	36	16	1	1	4	1	123 / %69,9	3- Yüksek		
RULA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
5	1	2, 1	4	3	2	1	2	7	4-Çok Yüksek		

Önerilen Durum

Mevcut durumda tespit edilen olumsuzlukların ve uygunsuz çalışma duruşların önlenmesine yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:

- Baş kesme ve dikiş işlemleri biten kaplamaların istiflendiği tezgâhın yüksekliğinin ayarlanabilir hale getirilmesi ve çalışanın boyuna göre gerekli düzenlemelerin yapılması önerilmiştir. Bu sayede çalışan üzerinde uygunsuz duruşlardan kaynaklanan fiziksel zorlanma ve baskıların engellenmesi hedeflenmiştir.
- Kaplamalar çalışan tarafından istiflendiği tezgâhtan işlem yapılacağı tezgâha el ile taşınırken, kollar ve bilekler için uygun duruşların sergilenebilmesi ve parçanın ideal şekilde tutulup kavranabilmesi için gerekli eğitimlerin alınması da dâhil olmak üzere önerilerde bulunulmuştur. Çalışanın doğru duruş ve tutuş biçimlerini öğrenip uygulaması ile birlikte kollarda ve bileklerde meydana gelen baskı ve zorlanmaların önlenebilmesi sağlanmıştır.
- Kaplama kontrol ve bantlama işleminin yapıldığı tezgâha yükseklik ayarlama tertibatı eklenmesi ve tezgâh başına çalışanın oturarak çalışmasına imkân tanıyacak yükseklik ayarlı sandalye konulması önerilmiş olup, bu sayede tezgâh yüksekliğine bağlı uygunsuz duruşlar giderilmiş ve oturarak çalışma temin edilerek, çalışanın uzun süreli işler esnasında özellikle bacak ve bel bölgesinde meydana gelen aşırı yüklenmelerin önüne geçilmiştir. Ayrıca işlem sıklığı bir dakika içerisinde dört defadan daha az olacak şekilde düzenlenmiş olup, böylece aktivite yoğunluğu azaltılmıştır.
- Çalışanın, kaplama bantlama işlemi esnasında ileri doğru aşırı derecede uzanması engellemek ve bileğin bükülme düzeyini azaltmak amacıyla bantlama aparatı kullanılması önerilmiş olup, bu sayede çalışma esnasında ortaya çıkan en riskli çalışma duruşlarının önüne geçilerek, doğru çalışma duruşlarının sergilenmesi sağlanmıştır.

Söz konusu düzenlemelerden sonra;

- Gövde; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Boyun; yana esneme/dönme engellenerek fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,

- Bacak; oturma pozisyonuna, dizlerin fleksiyonu ise 0°-30° arasına,
- Kaldırılan yük miktarı 2-5 kg arasına,
- Üst kollar; omuz yükselmesi ve kollardaki açılma engellenerek fleksiyonu 20°-45° arasına,
- Alt kollar; kollardaki dönme engellenerek fleksiyonu 60°-100° arasına,
- Bilek; bükülme derecesi orta seviyeye getirilerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-15° arasına,
- Kavrama değeri/tutuş puanı; iyi dereceye,
- Aktivite yoğunluğu/kas kullanma skoru; iş tekrarı bir dakika içinde dört defadan daha az olacak şekilde düzenlenerek 0 puana getirilmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada tekrar değerlendirilmesi sonucu yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “önerilen durum” özeti Çizelge 5.12’de verilmiştir. söz konusu çizelgeden anlaşılacağı üzere, risk düzeyleri RULA için orta seviyeye, diğer yöntemler için en düşük seviyeye düşürülebilmektedir.

Çizelge 5.12. Firma 1: 4. İstasyon 2. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri

REBA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
1	2	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0-İhmal Edilebilir
OWAS ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
1		1		1		1		1		1-Normal Duruş	
HMD ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde		Risk Seviyesi	
14	22	16	10	1	1	1	1	66 / %37,5		1-Düşük	
RULA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru		Risk Seviyesi	
2	1	2, 1	2	2	2	0	1	4		2-Orta	

Firma 1: 5. İstasyon: Tek Taraflı Bantlama, Kanal Açma Makinesiyle Kenar Tıraşlama, Perdahlama ve Kanal Açma

Mevcut Durum

Tek Taraflı Bantlama, Kanal Açma Makinesiyle yapılan kenar tıraşlama, perdahlama ve kanal açma işlemlerine ilişkin çalışmaların analiz edilmesi neticesinde yapılan tespitler aşağıda yer almaktadır:

- Kenar tıraşlama, perdahlama ve kanal açma işlemi yapılacak parçalar için uygun bir istifleme alanı düzenlenmemiştir.
- Büyük boyuttaki parçalar çalışan tarafından makine beslemesine verilirken vücudun öne ve yana gereğinden fazla eğilip bükülmesi sonucu uygun olmayan duruşlar ortaya çıkmaktadır.
- Çalışma alanında yük asansörü ve el forkliftleri bulunmasına rağmen, bu aletler etkin şekilde kullanılmamaktadır. Parçalar konveyörler üzerine istiflenmekte ve buradan yere eğilmek suretiyle el ile tutulup kaldırılarak yük asansörüne konulmakta, daha sonra yük asansörü makine tezgâhına yanaştırılarak işlem yapılacak parçalar buradan el ile tutulup çekilmek suretiyle makine beslemesine verilmektedir. Çalışan üzerinde en yoğun baskıya yol açan, en riskli duruşların bu esnada ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

Yukarıda belirtilen gözlemler eşliğinde, işlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada değerlendirilmesi suretiyle yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA ergonomik risk analizlerini içeren “mevcut durum” özeti ise Çizelge 5.13’te yer almaktadır.

Çizelge 5.13’te görüldüğü üzere; 5. İş İstasyonunda 2. Çalışana ait risk seviyeleri REBA, OWAS, HMD ve RULA yöntemlerinin tamamına göre “çok yüksek risk” sınıfında yer almaktadır. Bu duruma özellikle, işlem yapılacak parçaların yere eğilmek suretiyle tutulup kaldırılmasının yol açtığı gözlemlenmiş olup, en hassas ölçümü yapan HMD yönteminin bile en yüksek risk seviyesine işaret etmesi, söz konusu iş istasyonunda acilen düzenleme yapılması gerektiğini ortaya koymuştur.

Çizelge 5.13. Firma 1: 5. İstasyon REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri

REBA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
3	4	2	2	4	2	1	0	10	1	11	4-Çok Yüksek
OWAS ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
4		2		4		3		4		4-Çok Yüksek	
HMD ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
48	52	38	18	1	1	4	4	166 / %94,3	4-Çok Yüksek		
RULA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
4	1	2, 1	5	4	2	0	3	7	4-Çok Yüksek		

Önerilen Durum

Mevcut durumda tespit edilen olumsuzlukların ve uygunsuz çalışma duruşların önlenmesine yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:

- Kenar tıraşlama, perdahlama ve kanal açma işlemi yapılacak parçalar için, iş istasyonu içerisinde makineye yakın bir konumda uygun bir istifleme alanı oluşturulması önerilmiştir. Parçaların bu alanına getirilip istiflenmesi işlemi esnasında ise fabrika içinde konumlandırılmış konveyörler ve forkliftlerden yararlanılması önerilmiştir.
- İstif alanına, çalışanın yere eğilmesini önleyecek ve parçaların yük asansörüne aktarılmasının rahat bir şekilde yapılmasına olanak sağlayacak şekilde yüksekliği çalışanın boyuna göre ayarlanabilecek ve çalışılan parça ölçülerine uygun boyutta bir tezgâh konulması, parçaların işlem yapılmadan önce ve işlem sonrası bu tezgâhın üzerine istiflenmesi önerilmiştir.
- Çalışma esnasında, parçaların istiflenen tezgâh üzerinden yük asansörüne aktarılarak makine başına kadar bu asansör ile taşınması ve buradan makine tezgâhına el ile kaydırılmak suretiyle konumlandırılması önerilmiştir.

- Büyük boyuttaki parçaların makine beslemesine verilirken, farkında olmadan vücudun öne ve yana gereğinden fazla eğilip bükülmesinin engellenebilmesi için çalışana, doğru çalışma duruşları hakkında önerilerde bulunulmuştur. Böylece vücudun ve boynun öne ve yana aşırı şekilde eğilmesi önlenmiş olup, uygun çalışma pozisyonlarının seçilebilmesi sağlanmıştır.
- Yukarıda anılan önlemler alınarak, çalışanın özellikle parça kaldırma ve makine beslemesine parça verme işlemleri esnasında, vücudu eğerek yaptığı uygunsuz çalışma duruşları engellenmiş ve çalışma esnasındaki güç sarfiyatının azaltılması sağlanmıştır.

Söz konusu düzenlemelerden sonra;

- Gövde; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Boyun; yana esneme/dönme engellenerek fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Bacak; dik olarak iki taraflı duruşa ve yürüme pozisyonuna, dizlerin fleksiyonu 0°-30° arasına,
- Kaldırılan yük miktarı 2-5 kg arasına,
- Üst kollar; omuz yükselmesi ve kollardaki açılma engellenerek fleksiyonu 20°-45° arasına,
- Alt kollar; kollardaki dönme engellenerek fleksiyonu 60°-100° arasına,
- Bilek; bükülme derecesi orta seviyeye getirilerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-15° arasına,
- Kavrama değeri/tutuş puanı; iyi dereceye,
- Aktivite yoğunluğu/kas kullanma skoru; çalışma duruşları doğru konuma getirildiği için ve iş tekrarı bir dakika içinde dört defadan az olduğu için 0 puana getirilmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların bir arada tekrar değerlendirilmesi sonucu yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “önerilen durum” özeti Çizelge 5.14’te verilmiştir. Çizelge 5.14’te görüldüğü üzere yapılan düzenlemeler ile birlikte, REBA ve OWAS risk seviyeleri en alt düzeye, HMD ve RULA risk seviyeleri ise orta seviyeye indirgenebilmiştir.

Çizelge 5.14. Firma 1: 5. İstasyon REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri

REBA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
1	2	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0-İhmal Edilebilir
OWAS ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
3		1		2		1		1		1-Normal Duruş	
HMD ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
20	20	16	12	1	1	1	1	72 / %40,9	2-Orta		
RULA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
2	1	2, 1	2	2	2	0	1	4	2-Orta		

Firma 1: 6. İstasyon 1. Çalışan: Sıcak Pres Makinesiyle MDF Üzerine Kaplama Presleme İşlemi

Mevcut Durum

Sıcak Pres Makinesiyle yapılan MDF üzerine kaplama presleme işleminde 1. Çalışana ait faaliyetlerin analiz edilmesi neticesinde yapılan tespitler aşağıda yer almaktadır:

- 6. İş İstasyonunun her iki çalışanı da hem parça taşıma hem de tutkal sürme işlemi yapmakta olup 1. Çalışan üzerinde parça taşıma esnasındaki uygunsuz duruşlar incelenmiştir. Bu iş istasyonunun yakınında henüz ebatlanmamış MDF levhalarının istiflendiği düzenli bir alan bulunmaktadır. Ebatlama işlemi biten paçalar ise o işlemi yapan çalışanlar tarafından fabrika içinde konumlandırılmış konveyörlerin üzerine istiflenmektedir. MDF üzerine kaplama presleme işlemi yapılacak parçalar ise, 6. İş İstasyonunun çalışanları tarafından bu konveyörler üzerinden el ile tutulup kaldırılmak suretiyle tutkal sürme işleminin yapılacağı tezgâha taşınmaktadır. Özellikle ağır parçaların el ile kaldırılıp taşınması süreci esnasında, çalışanın vücudunda uygunsuz duruşlar ve ağır yüke bağlı olarak zorlanmalar meydana gelebildiği gözlemlenmiştir.

- MDf'lerin istiflendiği konveyörler üzerinden alınıp tutkal sürme işleminin yapılacağı tezgâha el ile taşınması esnasında ve tutkal sürülüp üzerine kaplaması konulan parçaların pres makinesine el ile taşınması esnasında çalışanın kollarının pozisyonu ve parçayı tutuş şekli ideal değildir. Bundan dolayı, kollarda ve bileklerde aşırı derecede zorlanmaların oluşabildiği gözlemlenmiştir.
- Yukarıda belirtilen zorlanma ve uygunsuz duruşların yanı sıra 1. Çalışanın tutkal sürme işlemi biten parçaları el ile kaldırıp pres makinesinin tezgâhına yerleştirmesi esnasında, vücudunu öne doğru gereğinden fazla şekilde eğmesi sonucu en riskli çalışma duruşlarının ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

Yukarıda anılan gözlemler eşliğinde, işlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada değerlendirilmesi suretiyle yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA ergonomik risk analizlerine ilişkin “mevcut durum” özeti Çizelge 5.15’te yer almaktadır. Çizelge 5.15’te; 6. İş İstasyonunda 1. Çalışana ait risk seviyelerinin REBA ve HMD yöntemine göre “yüksek”, OWAS ve RULA yöntemlerine göre ise “çok yüksek” risk sınıfında yer aldığı görülmektedir.

Çizelge 5.15. Firma 1: 6. İstasyon 1. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri

REBA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
2	3	1	0	5	2	2	0	8	0	8	3- Yüksek
OWAS ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
4		2		4		1		4		4-Çok Yüksek	
HMD ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
30	34	32	16	1	1	4	4	122 / %69,3	3- Yüksek		
RULA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
5	1	3, 1	4	3	2	0	1	7	4-Çok Yüksek		

Önerilen Durum

Mevcut durumda tespit edilen olumsuzlukların ve uygunsuz çalışma duruşların önlenmesine yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:

- Ebatlama işlemi bitirilerek kaplama presleme işlemine hazır hale getirilen parçaların konveyörler üzerine değil, yükseklik ayarlı asansörlerin üzerine istiflenmesi, ağır parçaların taşınacağı durumlarda ise yük taşıma için forklift kullanılması önerilmiştir. Ayrıca çalışana, parça tutuş ve kavramanın nasıl doğru şekilde yapılacağı hususlarında bilgi edinmesi tavsiye edilmiştir. Bu sayede parça taşıma esnasında ortaya çıkan uygunsuz çalışma duruşları ve yüke bağlı fiziksel zorlanmaların önlenmesi hedeflenmiştir.
- Tutkal sürülme işlemi biten parçaların pres makinesine taşınması işleminin, el ile kaldırılıp taşınarak değil, tutkallama işleminin yapıldığı tezgâhtan yük asansörüne el ile kaydırıp aktarmak suretiyle yapılması, daha sonra yük asansörünün pres makinesi tezgahına yanaştırılarak parçaların yük asansöründen yine el ile hafifçe kaldırılıp kaydırılmak suretiyle pres makinesine yerleştirilmesi önerilmiştir. Böylelikle, 1. Çalışanın iş esnasında vücudunda oluşan uygunsuz çalışma duruşları ve fiziksel zorlanmalar engellenmiştir.

Söz konusu düzenlemelerden sonra;

- Gövde; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Boyun; yana esneme/dönme engellenerek fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Bacak; dik olarak iki taraflı duruşa ve yürüme pozisyonuna, dizlerin fleksiyonu 0°-30° arasına,
- Kaldırılan yük miktarı 2-5 kg arasına,
- Üst kollar; omuz yükselmesi ve kollardaki açılma engellenerek fleksiyonu 20°-45° arasına,
- Alt kollar; kollardaki dönme engellenerek fleksiyonu 60°-100° arasına,
- Bilek; bükülme derecesi orta seviyeye getirilerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-15° arasına,
- Kavrama değeri/tutuş puanı; iyi dereceye,

- Aktivite yoğunluğu/kas kullanma skoru; çalışma duruşları doğru konuma getirildiği için ve iş tekrarı bir dakika içinde dört defadan az olduğu için 0 puana getirilmiştir.

Yukarıda anılan gözlemler eşliğinde, işlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada değerlendirilmesi suretiyle yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA ergonomik risk analizlerine ilişkin “önerilen durum” özeti ise Çizelge 5.16’da yer almaktadır.

Çizelge 5.16. Firma 1: 6. İstasyon 1. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri

REBA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
1	2	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0-İhmal Edilebilir
OWAS ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
3		1		2		1		1		1-Normal Duruş	
HMD ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
20	20	16	10	1	1	1	1	70 / %39,8	1-Düşük		
RULA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
2	1	2, 1	2	2	2	0	1	4	2-Orta		

Firma 1: 6. İstasyon 2. Çalışan: Sıcak Pres Makinesiyle MDF Üzerine Kaplama Presleme İşlemi

Mevcut Durum

Sıcak Pres Makinesiyle MDF üzerine kaplama yapıştırma işlemini yerine getiren 2. Çalışana ait faaliyetlerin analiz edilmesi neticesinde yapılan tespitler aşağıda yer almaktadır:

- 6. İş İstasyonu 2. Çalışanın duruş pozisyonları tutkal sürme işlemi için incelenmiştir. İş sürecinin başında, tezgâh üzerinde duran kovanın çalışan tarafından tutulup eğilmesi suretiyle tutkal sürme aletine tutkal boşaltılmakta olup, kovanın el ile eğilmesi esnasında bilek ve kolda uygunsuz çalışma duruşu oluşmakta, ayrıca tutkal aletini tutan kol ve bilek ise yüksek miktarda yüke maruz kalmaktadır.
- İş sürecinin devamında tutkal sürme aletiyle, tezgâh üzerinde duran parçalara tutkal sürülmekte ve üzerine kaplama yerleştirilmektedir. Tutkal sürme işleminin yapıldığı tezgâh yüksekliği sabit olup, çalışanın boyuna göre bir miktar alçak kalmaktadır. Bu nedenle iş esnasında çalışanın belinde ve boynunda gereğinden fazla eğilme ve esneme olmakta, kollarda ve bilekte ise fazla miktarda dönme ve bükülme oluşmaktadır. Buna bağlı olarak fiziksel zorlanmanın ve çalışan üzerindeki baskının arttığı gözlemlenmiştir.

Yukarıda anılan gözlemler eşliğinde, işlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada değerlendirilmesi suretiyle yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA ergonomik risk analizlerine ilişkin “mevcut durum” özeti Çizelge 5.17’de yer almaktadır.

Çizelge 5.17. Firma 1: 6. İstasyon 2. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri

REBA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
3	4	1	0	5	2	1	0	7	1	8	3- Yüksek
OWAS ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
4		1		4		1		4		4-Çok Yüksek	
HMD ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
26	26	36	16	1	1	4	4	114 / %64,8	3- Yüksek		
RULA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
5	2	3, 1	5	4	2	1	2	7	4-Çok Yüksek		

Önerilen Durum

Mevcut durumda tespit edilen olumsuzlukların ve uygunsuz çalışma duruşlarının önlenmesine yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:

- Kaplama presleme işlemi için kullanılacak olan tutkalın musluklu bir düzenek içerisine konması önerilmiş olup, bu sayede tezgâh üzerinde duran kovanın çalışan tarafından tutulup eğilmesi esnasında bilek ve kolda oluşan uygunsuz çalışma duruşlarının önlenmesi ve kolda ve bilekte oluşan aşırı yüklenmenin ortadan kaldırılması hedeflenmiştir.
- Tutkal sürme işleminin yapıldığı tezgâhın yükseklik tertibatı eklenerek yeniden düzenlenmesi önerilmiş olup, bu sayede çalışanın boyuna ve işin niteliğine göre ayarlayabileceği bir tezgâh üzerinde çalışması temin edilerek, bel ve boyundaki eğilme ve esneme ciddi miktarda azaltılmış, kollarda ve bilekte oluşan dönme ve bükülme minimize edilmiştir. Buna bağlı olarak daha uygun çalışma duruşları elde edilmiş ve fiziksel zorlanma önemli ölçüde azaltılmıştır.
- Tutkal sürme aleti içine konulan tutkal miktarının azaltılması, gerektiğinde yeniden doldurulması önerilmiş olup, 3 kg civarında olan taşıma ağırlığı 2 kg altı seviyelere düşürülmüştür. Böylelikle sırtta, kollarda ve bilekte yüke bağlı oluşan zorlanma ve duruş bozuklukları engellenmiştir.

Söz konusu düzenlemelerden sonra;

- Gövde; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Boyun; yana esneme/dönme engellenerek fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Bacak; oturma pozisyonuna, dizlerin fleksiyonu ise 0°-30° arasına,
- Kaldırılan yük miktarı dinlenerek kesikli çalışma yapılmak suretiyle 2 kg'dan daha az bir seviyeye,
- Üst kollar; omuz yükselmesi ve kollardaki açılma engellenerek fleksiyonu 20°-45° arasına,
- Alt kollar; kollardaki dönme engellenerek fleksiyonu 60°-100° arasına,
- Bilek; bükülme derecesi orta seviyeye getirilerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-15° arasına,
- Kavrama değeri/tutuş puanı; iyi dereceye,

- Aktivite yoğunluğu/kas kullanma skoru; iş tekrarı bir dakika içinde dört defadan fazla olmak zorunda olduğu için 1 puana getirilmiştir.

Yukarıda anılan gözlemler eşliğinde, işlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada değerlendirilmesi suretiyle yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA ergonomik risk analizlerine ilişkin “önerilen durum” özeti Çizelge 5.18’de verilmiştir.

Çizelge 5.18. Firma 1: 6. İstasyon 2. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri

REBA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
1	2	1	0	2	1	1	0	1	1	2	1- Düşük
OWAS ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
3		1		2		1		1		1-Normal Duruş	
HMD ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
16	20	26	10	1	1	1	1	76 / %43,2	2-Orta		
RULA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
2	1	2, 1	2	2	2	1	0	4	2-Orta		

Firma 2: CNC Çoklu Kesim Makinesiyle Panel Ebatlama

Mevcut Durum

CNC Çoklu Kesim Makinesinde panel ebatlama işlemine ilişkin çalışmaların analiz edilmesi neticesinde yapılan tespitler aşağıda yer almaktadır:

- Panel ebatlama işlemi yapılacak parçalar için uygun bir istifleme alanı düzenlenmemiştir. Parçalar yere konulmuş bir yük paleti üzerine istiflenmektedir.

- Büyük boyuttaki parçalar çalışan tarafından makine beslemesine verilirken vücudun öne ve yana gereğinden fazla eğilip bükülmesi sonucu uygun olmayan duruşlar ortaya çıkmaktadır.
- Ebatlama işlemi yapılacak parçalar çalışan tarafından yere eğilmek suretiyle, yük paleti üzerinden el ile tutulup kaldırılmakta ve makine tablasına kadar taşınmaktadır. Çalışan üzerinde en çok zorlanmaya yol açan, en riskli duruşların bu esnada ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada değerlendirilmesi suretiyle yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “mevcut durum” özeti Çizelge 5.19’da verilmiştir.

Çizelge 5.19. Firma 2: Panel Ebatlama İşlemi REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri

REBA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
2	4	2	2	4	2	2	0	10	1	11	4-Çok Yüksek
OWAS ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
4		2		4		3		4		4-Çok Yüksek	
HMD ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
48	48	38	16	1	1	4	1	157 / %89,2	4-Çok Yüksek		
RULA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
4	1	3, 2	4	4	2	0	3	7	4-Çok Yüksek		

Önerilen Durum

Mevcut durumda tespit edilen olumsuzlukların ve uygunsuz çalışma duruşların önlenmesine yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:

- CNC Çoklu Kesim Makinesinde panel ebatlama işlemi yapılacak parçalar için, iş istasyonu içerisinde makineye yakın bir konumda uygun bir istifleme alanı oluşturulması önerilmiştir. Özellikle yüksek ağırlıktaki panellerin bu alana getirilip istiflenmesi işlemi esnasında forklift kullanılması önerilmiştir.
- İstif alanının çalışanın yere eğilmesini önleyecek şekilde düzenlenmesi ve parçaları makine başına taşınması esnasında kullanılmak üzere bir yük asansörü temin edilmesi önerilmiştir. Parçaların istif alanından, yere eğilmeden el ile rahatça yük asansörüne aktarılması, makine tablasına kadar asansör ile taşınarak makine beslemesine bu asansörden el ile hafifçe kaldırılıp kaydırılmak suretiyle verilebilmesi amaçlanmış olup, bu sayede çalışan üzerinde oluşan fiziksel zorlanmalar önemli ölçüde azaltılması hedeflenmiştir.
- Büyük boyuttaki parçaların makine beslemesine verilirken, farkında olmadan vücudun öne ve yana gereğinden fazla eğilip bükülmesinin engellenebilmesi için doğru duruşların sergilenebilmesi için çalışana önerilerde bulunulmuş olup, yük asansörünün gerektiğinde destek olarak kullanılması tavsiye edilmiştir.
- Yukarıda anılan önlemlerin alınmasıyla çalışanın özellikle vücudu eğerek yaptığı uygunsuz çalışma duruşları engellenmiş ve çalışma esnasındaki güç sarfiyatının azaltılması sağlanmıştır.

Söz konusu düzenlemelerden sonra;

- Gövde; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Boyun; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Bacak; dik olarak iki taraflı duruşa, dizlerin fleksiyonu 0°-30° arasına,
- Kaldırılan yük miktarı kesikli çalışma sağlanarak 2-5 kg arasına,
- Üst kollar; omuz yükselmesi ve kollardaki açılma engellenerek fleksiyonu 20°-45° arasına,
- Alt kollar; kollardaki dönme engellenerek fleksiyonu 60°-100° arasına,
- Bilek; bükülme derecesi orta seviyeye getirilerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-15° arasına,
- Kavrama değeri/tutuş puanı; iyi dereceye,

- Aktivite yoğunluğu/kas kullanma skoru; çalışma duruşları doğru konuma getirildiği için ve iş tekrarı bir dakika içinde dört defadan az olduğu için 0 puana getirilmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada tekrar değerlendirilmesi sonucu yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “önerilen durum” özeti Çizelge 5.20’de verilmiştir.

Çizelge 5.20. Firma 2: Panel Ebatlama İşlemi REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri

REBA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
1	2	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0-İhmal Edilebilir
OWAS ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
3		1		2		1		1		1-Normal Duruş	
HMD ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
20	16	16	10	1	1	1	1	66 / %37,5	1-Düşük		
RULA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
2	1	2, 1	2	2	2	0	1	4	2-Orta		

Firma 3: Baş Kesme Makinesiyle Lambri Kesme

Mevcut Durum

Baş Kesme Makinesinde lambri kesme işlemine ilişkin çalışmaların analiz edilmesi neticesinde yapılan tespitler aşağıda yer almaktadır:

- Bungalov ev imalatı ve burada kullanılan lambrilerin kesim işlemi firmaya ait binanın çatısında gerçekleştirilmektedir. Lambri kesme işlemi yapılacak parçalar için uygun bir istifleme alanı düzenlenmemiştir.

- Parçalar çatı üzerinde yere konulmak suretiyle istiflenmektedir. Lambriilerin adedi 2kg, paket halinde ise on adedi bir arada toplam 20 kg ağırlığındadır. Çalışan öncelikle çatıda istifli lambriilerinden yere eğilip tutmak suretiyle bir paket alarak baş kesme makinesinin yakınına taşımakta olup, paketten çıkardığı lambriileri ise yine el ile tutup makineye taşıyarak kesme işlemini gerçekleştirmektedir.
- Baş kesme makinesi, üzerine konumlandırıldığı tezgâhın ortasında durmakta olduğu için, çalışan iş esnasında öne gereğinden fazla eğilmekte ve uygun olmayan duruşlar ortaya çıkmaktadır.
- Çalışan üzerinde en çok zorlanmaya yol açan, en riskli duruşların lambriilerin yerden kaldırılması esnasında ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada değerlendirilmesi suretiyle yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “mevcut durum” özeti Çizelge 5.21’de verilmiştir.

Çizelge 5.21. Firma 3: Lambri Kesme İşlemi REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri

REBA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
3	4	3	2	2	2	3	0	11	1	12	4-Çok Yüksek
OWAS ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
4		1		4		2		4		4-Çok Yüksek	
HMD ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
42	46	42	16	1	1	4	1	153 / %86,9	4-Çok Yüksek		
RULA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
2	1	3, 2	5	4	2	0	3	7	4-Çok Yüksek		

Önerilen Durum

Mevcut durumda tespit edilen olumsuzlukların ve uygunsuz çalışma duruşların önlenmesine yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:

- Baş Kesme Makinesinde lambri kesme işlemi yapılacak paket halindeki parçalar için çatıda uygun bir alanda çalışanın yere eğilmesini önleyecek yükseklikte bir istif alanı düzenlenmesi önerilmiştir. Ayrıca, paket halindeki lambrielerin istif alanından el ile hafifçe sürüklenip kaydırılmak suretiyle bir yük asansörüne konulması, makine başına bu asansör yardımıyla taşınması tavsiye edilmiştir. Böylelikle parçaların istif alanlarından alınması esnasında, yere eğilmeye bağlı ortaya çıkan uygunsuz duruşlar ve fiziksel zorlanmalar önlenmiştir.
- Baş kesme makinesinin işlem yapılan yöne doğru bir miktar öne kaydırılarak üzerinde durduğu tezgâhın uç tarafına yaklaştırılması önerilmiş olup, bu sayede iş esnasında çalışanın vücudunu öne gereğinden fazla şekilde eğmesi engellenmiştir.
- Yukarıda anılan önlemlerin alınmasıyla çalışanın özellikle vücudu eğerek yaptığı uygunsuz çalışma duruşları ve fiziksel zorlanmalar engellenmiş olup, iş esnasında kaldırılan yük de azaltılarak kas-iskelet sistemi üzerinde olumlu etkilerini göreceğimiz düzenlemeler yapılmıştır.

Söz konusu düzenlemelerden sonra;

- Gövde; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Boyun; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Bacak; dik olarak iki taraflı duruşa, dizlerin fleksiyonu 0°-30° arasına,
- Kaldırılan yük miktarı kesikli çalışma sağlanarak 2-5 kg arasına,
- Üst kollar; omuz yükselmesi ve kollardaki açılma engellenerek fleksiyonu 20°-45° arasına,
- Alt kollar; kollardaki dönme engellenerek fleksiyonu 60°-100° arasına,
- Bilek; bükülme derecesi orta seviyeye getirilerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-15° arasına,
- Kavrama değeri/tutuş puanı; iyi dereceye,

- Aktivite yoğunluğu/kas kullanma skoru; çalışma duruşları doğru konuma getirildiği için ve iş tekrarı bir dakika içinde dört defadan az olduğu için 0 puana getirilmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada tekrar değerlendirilmesi sonucu yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “önerilen durum” özeti Çizelge 5.22’de verilmiştir. Yapılan düzenlemeler ile, REBA, ve OWAS analizlerine göre risk seviyelerinin en alt düzey olan kategori 1’e, HMD ve RULA analizlerine göre ise orta düzey olan kategori 2’ye indirgenebildiği Çizelge 5.22’de görülmektedir.

Çizelge 5.22. Firma 3: Lambri Kesme İşlemi REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri

REBA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
1	2	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0-İhmal Edilebilir
OWAS ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
3		1		2		1		1		1-Normal Duruş	
HMD ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde		Risk Seviyesi	
20	24	18	10	1	1	1	1	76 / %43,2		2-Orta	
RULA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru		Risk Seviyesi	
2	1	2, 1	2	2	2	0	1	4		2-Orta	

Firma 3: Bungalov Ev Lambri Çakma

Mevcut Durum

Bungalov ev imalatı esnasında, lambri çakma işlemine ilişkin çalışmaların analiz edilmesi neticesinde yapılan tespitler aşağıda yer almaktadır:

- Lambri çakma işlemi yapılacak parçalar için uygun bir istifleme alanı düzenlenmemiştir. Baş kesme işlemi ile ölçülendirilen parçalar, imalatı yapılan bungalov ev içinde düzensiz bir şekilde, yere konulmak suretiyle istiflenmektedir. Çalışan lambriyerleri almak için sürekli olarak yere eğilmek zorunda kalmakta olup, bu durum uygunsuz duruşların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.
- Lambriyerlerin monte edileceği alana çakılması esnasında, çalışan belini aşırı derecede eğmekte ve yana çevirmekte olup, bunula birlikte dizlerini de uygunsuz bir biçimde bükerek vücudunda uygunsuz duruşların oluşmasına ve fiziksel zorlanmaların meydana gelmesine neden olmaktadır. Çalışan üzerinde en çok zorlanmaya yol açan, en riskli duruşların lambriyerlerin monte edileceği alana çakılması esnasında vücudun gereğinden fazla miktarda eğilmesi sonucu ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada değerlendirilmesi suretiyle yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “mevcut durum” özeti Çizelge 5.23’te verilmiştir.

Çizelge 5.23. Firma 3: Lambri Çakma İşlemi REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri

REBA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
4	2	2	0	5	2	3	0	9	1	10	3-Yüksek
OWAS ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
4		2		4		1		4		4-Çok Yüksek	
HMD ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
34	34	36	16	1	1	4	1	127 / %72,2	4-Çok Yüksek		
RULA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
4	2	4, 2	4	4	2	1	1	7	4-Çok Yüksek		

Önerilen Durum

Mevcut durumda tespit edilen olumsuzlukların ve uygunsuz çalışma duruşların önlenmesine yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:

- Lambri çakma işlemi yapılacak parçalar için rahatça erişim sağlanabilecek yakın bir alana yükseklik ayarlı bir tezgâh konularak istifleme işleminin bu tezgâh üzerine yapılması önerilmiştir. Bu sayede parçaları almak için çalışanın yere eğilmesi önlenmiş ve düzenli bir istif alanı elde edildiği için, çalışma esnasında zaman tasarrufu da sağlanmıştır. Böylelikle parçaların istif alanından alınması esnasında, yere eğilmeye bağlı ortaya çıkan uygunsuz duruşlar ve fiziksel zorlanmalar engellenmiştir.
- Çalışana lambri çakma işlemini gerçekleştirirken vücudunu ve dizlerini aşırı derecede eğip bükmemesi önerilmiş olup, uygun çalışma duruşları hakkında tavsiyede bulunulmuştur. Ayrıca iş esnasında kısa molalar verilmek suretiyle aktivite yoğunluğunun da azaltılması tavsiye edilmiştir. İşlemin diz çöküp yere oturmak suretiyle yapılması önerilmiş olup, bu sayede belde ve bacaklardaki aşırı eğilme ve zorlanmanın engellenmesi sağlanmıştır.
- Yukarıda anılan önlemlerin alınmasıyla çalışanın özellikle vücudu eğerek yaptığı uygunsuz çalışma duruşları ve fiziksel zorlanmalar engellenmiş olup, bununla birlikte iş esnasında bilekte oluşan bükülme ve esnemeler de azaltılarak kas-iskelet sistemi üzerindeki yüklenmeye bağlı ağrı ve rahatsızlıklar giderilmeye çalışılmıştır.

Söz konusu düzenlemelerden sonra;

- Gövde; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 20°-60° arasına,
- Boyun; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Bacak; oturma pozisyonuna ve dizlerin fleksiyonu oturma halinde olduğu için ilave puan eklenmeyecek duruma,
- Kaldırılan yük miktarı kesikli çalışma sağlanarak 2 kg altına,
- Üst kollar; omuz yükselmesi ve kollardaki açılma engellenerek fleksiyonu 20°-45° arasına,

- Alt kollar; kollardaki dönme engellenerek fleksiyonu 60°-100° arasına,
- Bilek; bükülme derecesi orta seviyeye getirilerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-15° arasına,
- Kavrama değeri/tutuş puanı; iyi dereceye,
- Aktivite yoğunluğu/kas kullanma skoru; çalışma duruşları doğru konuma getirildiği için ve verilecek kısa molalar ile iş tekrarı bir dakika içinde dört defadan daha az bir miktara indirildiği için 0 puana getirilmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada tekrar değerlendirilmesi sonucu yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “önerilen durum” özeti Çizelge 5.24’te verilmiştir.

Çizelge 5.24. Firma 3: Lambri Çakma İşlemi REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri

REBA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
1	3	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0-lhmal Edilebilir
OWAS ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
2		1		1		1		2		2-Orta	
HMD ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
20	20	18	10	1	1	1	1	72 / %40,9	2-Orta		
RULA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
2	1	2, 1	2	3	2	0	0	4	2-Orta		

Firma 3: Bungalov Ev Kapı Montajı 1. Çalışan

Mevcut Durum

Bungalov ev imalatı esnasında, kapı montajı işleminde 1. Çalışana ait faaliyetlerin analiz edilmesi neticesinde yapılan tespitler aşağıda yer almaktadır:

- 1. Çalışan kapı montajı sürecinde, kapı kasasını yerine monte ederken 2 kg ağırlığında el matkabı kullanmaktadır. Çalışan bu işlem esnasında, kapı kasasının yukarıdaki vidalamasını yapabilmek için kollarını yukarı kaldırmakta, buna bağlı olarak da bilek ve kollarında zorlanmaya neden olmaktadır.
- Çalışan, kapı kasasının aşağıda yer alan vidalama işlemini gerçekleştirmek için ise belini, dizlerini, boynunu ve bileklerini fazla miktarda eğip bükerek uygunsuz çalışma duruşları sergilemekte ve vücudunda fiziksel baskıların oluşmasına neden olmaktadır. Bunlarla birlikte çalışanın iş esnasında yeterli mola vermediği gözlemlenmiştir. Çalışan üzerinde en çok zorlanmaya yol açan, en riskli duruşların kapı kasasının aşağı bölümünün vidalanması işlemi esnasında, vücudun gereğinden fazla miktarda eğilip bükülmesi sonucu ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada değerlendirilmesi suretiyle yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “mevcut durum” özeti Çizelge 5.25’te verilmiştir. REBA analizi sonucu risk seviyesinin yüksek, OWAS, HMD ve RULA yöntemleri sonucunda ise risk seviyelerinin çok yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.25. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri

REBA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
3	3	2	0	2	2	3	0	7	1	8	3- Yüksek
OWAS ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
4		1		6		1		4		4-Çok Yüksek	
HMD ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
30	34	36	16	1	4	4	4	129 / %73,3	4-Çok Yüksek		
RULA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
2	3	4, 2	4	4	2	1	1	7	4-Çok Yüksek		

Önerilen Durum

Mevcut durumda tespit edilen olumsuzlukların ve uygunsuz çalışma duruşların önlenmesine yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:

- Çalışanın, kapı kasasını yerine monte ederken yukarıdaki vidalama işlemi esnasında ayaklarının altına boyunu uzatacak bir parça koyması önerilmiştir. Bu sayede vidalama işlemi esnasında, çalışanın kollarını omuz hizasının üzerine kaldırması önlenmiş ve kollarda ve bilekteki fiziksel zorlanmaların engellenmesi sağlanmıştır.
- Çalışana, kapı kasasının aşağıda yer alan vidalama işlemini gerçekleştirirken dizlerini bükerek yere oturması önerilmiştir. Böylelikle vidalama işlemi esnasında, çalışanın belini ve dizlerini aşırı derecede eğip bükmesi önlenmiş, buna bağlı olarak da; bel, bacaklar, boyun ve bileklerdeki zorlanma ve aşırı yüklenme engellenmiştir.
- Yukarıda anılan önlemler ile birlikte çalışana, iş esnasında yeterli miktarda mola vermesi ve çalışma süresini aşırı yorgunluğa neden olmayacak şekilde düzenlemesi tavsiye edilmiştir. Bahsi geçen önlemlerin alınmasıyla, özellikle vücudu eğip bükerek yapılan uygunsuz çalışma duruşları ve fiziksel zorlanmalar engellenmiş olup, iş esnasında yeterli molaların verilmesi ile birlikte vücut üzerinde oluşan stres ve ağrıların azaltılması amaçlanmıştır.

Söz konusu düzenlemelerden sonra;

- Gövde; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Boyun; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Bacak; oturma pozisyonuna ve dizlerin fleksiyonu oturma halinde olduğu için ilave puan eklenmeyecek duruma,
- Kaldırılan yük miktarı kesikli çalışma sağlanarak 2 kg civarına,
- Üst kollar; omuz yükselmesi ve kollardaki açılma engellenerek fleksiyonu 20°-45° arasına,
- Alt kollar; kollardaki dönme engellenerek fleksiyonu 60°-100° arasına,
- Bilek; bükülme derecesi orta seviyeye getirilerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-15° arasına,

- Kavrama değeri/tutuş puanı; iyi dereceye,
- Aktivite yoğunluğu/kas kullanma skoru; çalışma duruşları doğru konuma getirildiği için ve verilecek kısa molalar ile iş tekrarı bir dakika içinde dört defadan daha az bir miktara indirildiği için 0 puana getirilmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada tekrar değerlendirilmesi sonucu yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “önerilen durum” özeti Çizelge 5.26’da verilmiştir.

Çizelge 5.26’da, yapılan düzenlemeler sonucu REBA analizine göre risk seviyesinin en alt düzey olan kategori 1’e, OWAS, HMD ve RULA analizlerine göre ise orta düzey olan kategori 2’ye indirgenebildiği görülmektedir.

Risk seviyelerinin bu düzeylere düşürülebilmesinde, alınan önlemler ile çalışan duruşunun düzeltilmesi ve iş esnasında yeterli miktarda mola verilmesinin sağlanarak çalışma süresinin optimize edilebilmesi etkili olmuştur.

Çizelge 5.26. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 1. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri

REBA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
1	2	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0-İhmal Edilebilir
OWAS ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
2		1		1		1		2		2-Orta	
HMD ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
18	20	22	10	1	1	1	1	74 / %42,1	2-Orta		
RULA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
2	1	2, 1	2	2	2	0	1	4	2-Orta		

Firma 3: Bungalov Ev Kapı Montajı 2. Çalışan

Mevcut Durum

Bungalov ev imalatı esnasında, kapı montajı işleminde 2. Çalışana ait faaliyetlerin analiz edilmesi neticesinde yapılan tespitler aşağıda yer almaktadır:

- 2. Çalışan kapı montajı sürecinde, 50 kg civarında ağırlığa sahip kapıları el ile tutup kaldırmak suretiyle istif alanından alıp monte edileceği alana kadar taşımaktadır. Bu iş esnasında forklift ve benzeri bir yük taşıma aracı kullanılmamakta olup, çalışan üzerinde ağır yüke bağlı zorlanmalar ve uygunsuz çalışma duruşları oluşmaktadır.
- Çalışan, kapıyı monte edileceği alana sabitler iken; belinde, dizlerinde, boynunda ve kollarında fazla miktarda baskıya ve zorlanmaya yol açacak biçimde duruşlar sergilemekte olup, 1. Çalışandan yardım almasına rağmen doğru pozisyonda çalışmamakta ve ağırlığı doğru şekilde yönetememektedir. Çalışan üzerinde en çok zorlanmaya yol açan, en riskli duruşlar kapıyı yerine sabitlemeye çalışırken meydana gelmekte olup, kapının doğru şekilde tutulmaması sonucu ağırlığa bağlı baskı ve zorlanmaların da olduğu gözlemlenmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada değerlendirilmesi suretiyle yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “mevcut durum” özeti Çizelge 5.27’de verilmiştir.

Çizelge 5.27’ye göre, REBA, HMD ve RULA ergonomik risk analizi yöntemleri sonucunda ortaya çıkan risk seviyesinin çok yüksek, OWAS yöntemi sonucunda ise yüksek olduğu görülmektedir.

Bahsi geçen ergonomik risk analizi yöntemlerine ait sonuçların yüksek ve çok yüksek risk seviyesi sınıflarında yer almasına, çalışanın iş esnasında uygunsuz duruşlar sergilemesinin yanı sıra, söz konusu işi yeterli mola vermeden yapmasının ve yüksek miktardaki ağırlığı el ile uygun olmayan bir biçimde taşımasının neden olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 5.27. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri

REBA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
2	3	2	2	2	2	3	2	9	1	10	4-Çok Yüksek
OWAS ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
2		1		4		3		3		3- Yüksek	
HMD ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
44	44	38	14	1	1	4	4	150 / %85,2	4-Çok Yüksek		
RULA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
2	2	4, 1	4	3	2	1	3	7	4-Çok Yüksek		

Önerilen Durum

Mevcut durumda tespit edilen olumsuzlukların ve uygunsuz çalışma duruşlarının önlenmesine yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:

- Çalışanın, kapıları istif alanından alıp taşıırken el forklifti kullanması tavsiye edilmiştir. İstif alanında dikey şekilde duran kapının el ile hafifçe kaldırıp forklift üzerine alınması ve monte edileceği alana kadar forklift ile taşınması, burada kapının 2. Çalışanın yardımı ile forklift üzerinden alınarak kapı kasası içine birlikte yerleştirilmesi önerilmiştir. Bu sayede iş esnasında kaldırılan yük miktarı azaltılmış olup, ortaya çıkan uygunsuz duruşlar engellenmiştir.
- Çalışana, kapıyı monte edileceği alana sabitler iken 2. Çalışandan yardım alması ve sırtını, dizlerini ve kollarını aşırı şekilde eğip bükmemesi için doğru tutuş şekilleri hakkında bilgi alması önerilmiştir. Doğru duruş ve kavrama şekillerinin çalışan tarafından öğrenilmesi ve kapının iki kişi birlikte monte edilmesi sonucu daha önce mevcut olan uygunsuz çalışma duruşları engellenmiş, ayrıca taşınan yük miktarında azalma elde edilerek vücut üzerindeki zorlanma ve aşırı yüklenme önlenmiştir.

- Yukarıda anılan önlemler ile birlikte çalışana, iş esnasında yeterli miktarda mola vermesi ve çalışma süresini aşırı yorgunluğa neden olmayacak şekilde düzenlemesi tavsiye edilmiştir. Bahsi geçen önlemlerin alınmasıyla, aşırı yüke bağlı zorlanmalar ve uygunsuz çalışma duruşları engellenmiş olup, iş esnasında yeterli molaların verilmesi ile birlikte vücut üzerinde oluşan stres ve baskıların azaltılması hedeflenmiştir.

Söz konusu düzenlemelerden sonra;

- Gövde; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Boyun; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Bacak; dik olarak iki bacak üzerinde ayakta durma pozisyonuna ve dizlerin fleksiyonu 30°'den az bir seviyeye,
- Kaldırılan yük miktarı kesikli çalışma sağlanarak 10 kg altına,
- Üst kollar; omuz yükselmesi ve kollardaki açılma engellenerek fleksiyonu 20°-45° arasına,
- Alt kollar; kollardaki dönme engellenerek fleksiyonu 60°-100° arasına,
- Bilek; bükülme derecesi orta seviyeye getirilerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-15° arasına,
- Kavrama değeri/tutuş puanı; iyi dereceye,
- Aktivite yoğunluğu/kas kullanma skoru; çalışma duruşları doğru konuma getirildiği ve postürün çoğunlukla statik olması engellendiği için 0 puana getirilmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada tekrar değerlendirilmesi sonucu yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “önerilen durum” özeti Çizelge 5.28’de verilmiştir. Çizelge 5.28’de, yapılan düzenlemeler sonucu REBA ve OWAS analizlerine göre risk seviyesinin en alt düzey olan kategori 1’e, HMD yöntemine göre orta düzey olan kategori 2’ye, RULA yöntemine göre ise yüksek düzey olan kategori 3’e indirgenebildiği görülmektedir.

Çizelge 5.28. Firma 3: Kapı Montajı İşlemi 2. Çalışan REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri

REBA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
1	2	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0-İhmal Edilebilir
OWAS ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
1		1		2		1		1		1-Normal duruş	
HMD ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
22	26	20	10	1	1	1	1	82 / %44,1	2-Orta		
RULA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
2	1	2, 1	2	2	2	0	2	5	3-Yüksek		

Firma 3: Zımpara ve Boya

Mevcut Durum

Astarlı ürünlere ince zımpara ve son kat boya işlemine ilişkin çalışmaların analiz edilmesi neticesinde yapılan tespitler aşağıda yer almaktadır:

- Zımpara ve boya işlemi yapılacak parçalar için uygun bir istifleme alanı düzenlenmemiştir. Parçalar zımpara ve boya yapılan alanın yanındaki odada bir kısmı yere konulmak, bir kısmı ise duvara dayanmak suretiyle istiflenmektedir. Bu iş sürecinde kaldırılan parça ağırlıkları 1,7 ile 12 kg arasında değişiklik göstermektedir. Çalışan öncelikle istif alanından parçaları el ile alıp taşımak suretiyle zımpara ve boya yapacağı alandaki tezgâhların üzerine taşımaktadır. Yerdeki parçaları alırken eğilmek suretiyle, büyük parçaları taşırken ise fazla miktarda ağırlık yüklenmek suretiyle vücudunda uygunsuz duruş pozisyonları ve aşırı yüke bağlı zorlanmaların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.
- Çalışan zımpara işlemi esnasında öne aşırı miktarda eğilmekte olup, bunun sonucunda belinde, boynunda, kollarında ve bileklerinde uygun olmayan duruşlar ortaya çıkmaktadır. Bu iş istasyonunda, çalışanın kas-iskelet sistemine rahatsızlık verebilecek en riskli pozisyonların, zımpara ve boya işlemi yapılacak

parçaların el ile taşınıp işlem yapılacak tezgâhın üzerine konulması esnasında uygun olmayan duruşlar sergilenmesi sonucu ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada değerlendirilmesi suretiyle yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “mevcut durum” özeti Çizelge 5.29’da verilmiştir. Çizelge 5.29’a göre, REBA, OWAS, HMD ve RULA ergonomik risk analizi yöntemleri sonucunda ortaya çıkan risk seviyesinin her birinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Bahsi geçen ergonomik risk analizi yöntemlerine ait sonuçların çok yüksek risk seviyesi sınıfında yer almasına, çalışanın iş esnasında uygunsuz duruşlar sergilemesinin yanı sıra, söz konusu işi yeterli mola vermeden yapmasının ve yüksek miktardaki ağırlığı el ile uygun olmayan bir biçimde taşımasının yol açtığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 5.29. Firma 3: Zımpara ve Boya REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri

REBA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
2	3	2	2	3	2	2	0	9	1	10	3- Yüksek
OWAS ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
2		3		4		2		4		4-Çok Yüksek	
HMD ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
42	42	38	16	1	1	4	4	148 / %84,1	4-Çok Yüksek		
RULA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
3	1	3, 1	4	3	2	0	3	7	4-Çok Yüksek		

Önerilen Durum

Mevcut durumda tespit edilen olumsuzlukların ve uygunsuz çalışma duruşların önlenmesine yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:

- Parçaların istiflendiği alana yüksekliği ayarlanabilen bir tezgâh konulması ve zımpara/boya yapılacak parçaların bu tezgâh üzerine istiflenmesi önerilmiştir. Ayrıca, istifleme esnasında ve parçaların istif alanından zımpara/boya yapılacağı alana taşınması esnasında forklift veya yük asansörü kullanılması tavsiye edilmiş olup, bu sayede eğilerek yerden parça alınması sebebiyle oluşan uygunsuz duruşların önlenmesi ve ağır yük kaldırmaya bağlı fiziksel zorlanmaların engellenmesi amaçlanmıştır. Parçaların forklift veya yük asansörü üzerinden el ile hafifçe kaldırılıp kaydırılması suretiyle işlem yapılacağı tezgâhın üzerine aktarılması tavsiye edilmiştir.
- Çalışanın, zımpara işlemi esnasında öne aşırı miktarda eğilmesini engellemek amacıyla, zımpara/boya yapılan tezgâhların çalışanın boyuna göre ayarlanabilecek şekilde yükseklik ayarlama tertibatı ile yeniden düzenlenmesi önerilmiştir.
- Yukarıda anılan önlemler ile birlikte, iş esnasında yeterli miktarda mola verilmesi ve maske takılarak zımpara/boya işleminin olası zararlarından kaçınılması tavsiye edilmiştir. Bahsi geçen önlemlerin alınmasıyla, aşırı yüke bağlı zorlanmalar ve uygunsuz çalışma duruşları engellenmiş olup, zararlı kimyasalların solunması önlenmiş ve vücut üzerinde oluşan stres ve zorlanmalar azaltılmıştır.

Söz konusu düzenlemelerden sonra;

- Gövde; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Boyun; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Bacak; dik olarak iki bacak üzerinde ayakta durma pozisyonuna ve dizlerin fleksiyonu 30°'den az bir seviyeye,
- Kaldırılan yük miktarı kesikli çalışma sağlanarak 2 kg altına,
- Üst kollar; omuz yükselmesi ve kollardaki açılma engellenerek fleksiyonu 20°-45° arasına,
- Alt kollar; kollardaki dönme engellenerek fleksiyonu 60°-100° arasına,

- Bilek; bükülme derecesi orta seviyeye getirilerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-15° arasına,
- Kavrama değeri/tutuş puanı; iyi dereceye,
- Aktivite yoğunluğu/kas kullanma skoru; hareket tekrarı bir dakika içerisinde dört defadan fazla olmak zorunda olduğu için 1 puana getirilmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada tekrar değerlendirilmesi sonucu yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “önerilen durum” özeti Çizelge 5.30’da verilmiştir.

Çizelge 5.30’da, yapılan düzenlemeler sonucu REBA analizine göre risk seviyesinin düşük seviye olan kategori 1’e, OWAS, HMD ve RULA yöntemlerine göre ise orta düzey olan kategori 2’ye indirgenebildiği görülmektedir. OWAS, HMD ve RULA’ya göre sonuçların en düşük seviyeye getirilememesinin ana sebebi, yapılan işin niteliği itibarıyla bir dakika içerisinde dört defadan daha fazla hareket yapılan yoğun aktiviteli bir iş olmasıdır.

Çizelge 5.30. Firma 3: Zımpara ve Boya REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri

REBA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
1	2	1	0	2	1	1	0	1	1	2	1-Düşük
OWAS ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
2		1		2		1		2		2-Orta	
HMD ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde		Risk Seviyesi	
20	20	22	10	1	1	1	1	76 / %43,2		2-Orta	
RULA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru		Risk Seviyesi	
2	1	2, 1	2	2	2	1	0	4		2-Orta	

Firma 3: Camlı Kapı İmalatı, Zımparalama, Çıta Çalışması ve Vidalama

Mevcut Durum

Camlı Kapı İmalatı esnasında, zımparalama, çıta çalışması ve vidalama işlemlerine ilişkin çalışmaların analiz edilmesi neticesinde yapılan tespitler aşağıda yer almaktadır:

- Camlı kapı imalatı işlemi esnasında en riskli çalışma duruşunu oluşturan süreçte kaldırılan parça ağırlıkları genel olarak 5 ile 10 kg arasında olup, el matkabı ve çivi tabancası ile çalışılmaktadır. Çalışan tarafından kaldırılan en yüksek ağırlık ise 25 kg civarında olan kapıdır. Kapının tezgâh üzerine taşınması ve işlemi bitince tekrar buradan kaldırılıp taşınması esnasında herhangi yük asansörü veya forklift benzeri taşıyıcı kullanılmamakta olup, başka bir çalışandan yardım da alınmamaktadır. Bu sebeple aşırı yüke bağlı fiziksel zorlanmaların oluştuğu gözlemlenmiştir.
- Zımpara ve çıta vidalama işlemi yapılacak olan parçalar çalışan tarafından istiflendiği yerden el ile tutulup kaldırılmak suretiyle işlem yapılacağı alana kadar taşınmaktadır. Tezgâh boyu sabit olduğu ve çalışanın boyuna oranla kısa kaldığı için, çalışanın iş esnasında gereğinden fazla miktarda öne eğilmek zorunda kaldığı, buna bağlı olarak fiziksel baskı ve zorlanma yaşadığı gözlemlenmiştir.
- Çıta vidalama ve çakma işlemleri zaman zaman iş istasyonu içinde bulunan tezgâh üzerinde zaman zaman ise duvara dayanmış haldeki kapının üzerinde yapılmaktadır. Çalışan üzerinde en riskli çalışma duruşları duvara dayanmış kapı üzerinde çıta çakma işlemi yaparken gerçekleşmektedir. Çalışan çivi tabancası ile kapının alt bölümünde yer alan çitaları sabitlerken yere doğru aşırı miktarda eğilmekte olup, bel, boyun, bacak ve bileklerinde uygunsuz duruşların oluşması sebep olmakta ve ilerleyen zamanlarda kas-iskelet sisteminde meydana gelebilecek olası hasarlara zemin hazırlamaktadır.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada değerlendirilmesi suretiyle yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “mevcut durum” özeti Çizelge 5.31’de verilmiştir.

Çizelge 5.31'e göre, REBA, OWAS, HMD ve RULA ergonomik risk analizi yöntemleri sonucunda ortaya çıkan risk seviyesinin her birinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Bahsi geçen ergonomik risk analizi yöntemlerine ait sonuçların çok yüksek risk seviyesi sınıfında yer almasına, çalışanın iş esnasında uygunsuz duruşlar sergilemesinin yanı sıra, söz konusu işi yeterli mola vermeden yapmasının ve yüksek miktardaki ağırlığı el ile uygun olmayan bir biçimde taşımasının yol açtığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 5.31. Firma 3: Camlı Kapı İmalatı REBA, OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri

REBA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
2	5	2	1	3	1	2	1	10	1	11	4-Çok Yüksek
OWAS ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
4		1		4		1		4		4-Çok Yüksek	
HMD ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
36	36	38	16	1	4	4	4	139 / %79,0	4-Çok Yüksek		
RULA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
3	3	3, 1	4	5	2	1	2	7	4-Çok Yüksek		

Önerilen Durum

Mevcut durumda tespit edilen olumsuzlukların ve uygunsuz çalışma duruşların önlenmesine yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:

- Kapının tezgâh üzerine taşınması ve işlemi bitince tekrar tezgâh üzerinden alınıp kaldırılması esnasında ya yük asansörü veya forklift benzeri taşıyıcı kullanılması, ya da başka bir çalışandan yardım alınmak suretiyle ağırlık dengelenerek taşınması önerilmiştir. Bu sayede, aşırı yüke bağlı fiziksel zorlanmaların ve uygunsuz duruşların önlenmesi amaçlanmıştır.
- Zımpara, çita çakma ve vidalama işlemlerinin yapıldığı tezgâhın yükseklik ayarlama tertibatı eklenerek yeniden düzenlenmesi önerilmiştir. Böylelikle

çalışanın iş esnasında olması gerekenden fazla miktarda öne eğilmesi önlenmiş olup, buna bağlı oluşan uygunsuz çalışma duruşları düzeltilmiş ve fiziksel zorlanmalar minimize edilmiştir.

- Çıta vidalama ve çakma işlemlerinin duvara dayanmış haldeki kapının üzerinde yapılmaması, bu işlemlerin tamamının yükseklik ayarlı tezgâh üzerinde yapılması önerilmiş olup, bu düzenleme ile çalışanın yere aşırı derecede eğilmek suretiyle ortaya koyduğu uygunsuz duruşlar engellenmiştir. Bu sayede özellikle; bel, boyun, bacak ve bileklerde oluşan fiziksel zorlanmalar azaltılmıştır.
- Yukarıda anılan önlemler ile birlikte, iş esnasında yeterli miktarda mola verilmesi ve hareket tekrarındaki sıklığın azaltılması tavsiye edilmiştir. Bahsi geçen önlemlerin alınmasıyla, aktivite yoğunluğu azaltılmış ve aşırı yüke bağlı zorlanma ve uygunsuz çalışma duruşları engellenmiş olup, kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının önlenmesi amaçlanmıştır.

Söz konusu düzenlemelerden sonra;

- Gövde; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Boyun; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Bacak; dik olarak iki bacak üzerinde ayakta durma pozisyonuna ve dizlerin fleksiyonu 30°'den az bir seviyeye,
- Kaldırılan yük miktarı kesikli çalışma sağlanarak 2-5 kg arasına,
- Üst kollar; omuz yükselmesi ve kollardaki açılma engellenerek fleksiyonu 20°-45° arasına,
- Alt kollar; kollardaki dönme engellenerek fleksiyonu 60°-100° arasına,
- Bilek; bükülme derecesi orta seviyeye getirilerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-15° arasına,
- Kavrama değeri/tutuş puanı; iyi dereceye,
- Aktivite yoğunluğu/kas kullanma skoru; iş esnasında verilecek kısa molalar ile hareket tekrarı bir dakika içerisinde dört defadan daha az bir seviyeye düşürülerek 0 puana getirilmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada tekrar değerlendirilmesi sonucu yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “önerilen durum” özeti Çizelge 5.32’de verilmiştir.

Çizelge 5.32. Firma 3: Camlı Kapı İmalatı REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri

REBA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
1	2	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0-İhmal Edilebilir
OWAS ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
2		1		2		1		2		2-Orta	
HMD ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
20	24	22	10	1	1	1	1	80 / %45,5	2-Orta		
RULA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
2	1	2, 1	2	2	2	0	1	4	2-Orta		

Firma 3: Daire Testere Makinesiyle Suntalam Ebatlama

Mevcut Durum

Daire Testere Makinesiyle suntalam ebatlama işlemine ilişkin çalışmaların analiz edilmesi neticesinde yapılan tespitler aşağıda yer almaktadır:

- Panel ebatlama işlemi yapılacak parçalar için uygun bir istifleme alanı düzenlenmemiştir. Parçalar duvara yaslanarak istiflenmekte olup, bir miktar eğilmek suretiyle el ile tutulup kaldırılarak makine tezgâhına taşınmaktadır.
- Makine tablası çalışma yüksekliği ayarlama tertibatı mevcut değildir. Buna bağlı olarak çalışanın işlem esnasında sürekli şekilde ve gereğinden daha fazla eğilmesi gerekmektedir. Bu durum çalışan üzerinde ilave zorlanma ve baskılara neden olmakta, özellikle uzun süren panel ebatlama işlemlerinde çalışanın vücudunda yorulma ve ağrılar ortaya çıkmaktadır.

- Daire Testere Makinesinde, panellerin kesimi esnasında ölçülendirilebilmesi için konumlandırılmış sabit bir metre bulunmamaktadır. Bu sebeple çalışan ölçülendirme işlemi esnasında, cebinde taşıdığı veya makine yakınında bir alanda bulunan şerit metreyi kullanarak ölçüm yapmak zorunda kalmaktadır. Söz konusu durum hem iş akışını yavaşlatmakta, hem de ilave uygunsuz duruşlar oluşmasına neden olmaktadır.
- Mevcut daire testerede otomatik parça besleme sistemi bulunmamakta olup, ebatlama süreci esnasında çalışan itme ve çekme işlemi yaptığı için fiziksel zorlanmalar yaşamaktadır. Çalışan üzerinde en fazla zorlanmaya yol açan, en riskli duruşların bu esnada ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada değerlendirilmesi suretiyle yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “mevcut durum” özeti Çizelge 5.33’te verilmiştir. Söz konusu işlem anında meydana gelen çalışma duruşlarına ait risk düzeylerinin mevcut durumda, REBA ve HMD’ye göre yüksek, OWAS’a göre orta, RULA’ya göre ise çok yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.33. Firma 3: Suntalam Ebatlama OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri

REBA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
2	4	2	0	3	2	2	1	8	0	8	3-Yüksek
OWAS ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
4		1		7		1		2		2-Orta	
HMD ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
20	24	26	12	1	1	4	1	89 / %50,6	3-Yüksek		
RULA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
3	2	3, 2	4	4	2	0	3	7	4-Çok Yüksek		

Önerilen Durum

Mevcut durumda tespit edilen olumsuzlukların ve uygunsuz çalışma duruşların önlenmesine yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:

- Daire Testere Makinesinde panel ebatlama işlemi yapılacak parçalar için, iş istasyonu içerisinde makineye yakın bir konumda uygun bir istifleme alanı oluşturulması önerilmiştir. Panellerin bu alanına getirilip istiflenmesi işlemi esnasında ise el forklifti, şayet ağır parçalar kullanılacaksa ise tam otomatik yükleme ve indirme yapabilen forklift kullanılması önerilmiştir.
- İstif alanına, çalışanın yere eğilmesini önleyecek ve parçaların yük asansörüne aktarılmasının rahat bir şekilde yapılmasına olanak sağlayacak şekilde yüksekliği çalışanın boyuna göre ayarlanabilecek ve çalışılan parça ölçülerine uygun boyutta bir tezgâh konulması, parçaların işlem yapılmadan önce ve işlem sonrası bu tezgâhın üzerine istiflenmesi önerilmiştir.
- Çalışma esnasında, parçaların istiflenen tezgâh üzerinden yük asansörüne aktarılacak makine başına kadar bu asansör ile taşınması ve buradan makine tezgâhına el ile kaydırılmak suretiyle konumlandırılması önerilmiştir.
- Çalışanın ebatlama işlemi esnasında cep metresi kullanmasını önlemek için, daire testere makinesinin tablasına uygun bir şerit metre yapıştırılması önerilmiştir.
- Parçaların makine beslemesine verilirken, farkında olmadan vücudun öne ve yana gereğinden fazla eğilip bükülmesinin engellenebilmesi için uygun çalışma duruşları hakkında eğitim alınması önerisinde bulunulmuş olup, bununla birlikte daire testere makinesine, parçaları itmek için otomatik besleme sistemi takılması önerilmiştir.
- Yukarıda anılan önlemlerin alınmasıyla çalışanın özellikle vücudu eğerek yaptığı uygunsuz çalışma duruşları engellenmiş ve çalışma esnasındaki güç sarfiyatının azaltılması sağlanmıştır.

Söz konusu düzenlemelerden sonra;

- Gövde; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Boyun; yana esneme/dönme engellenerek fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,

- Bacak; dik olarak iki taraflı duruşa ve yürüme pozisyonuna, dizlerin fleksiyonu 0°-30° arasına,
- Kaldırılan yük miktarı 2-5 kg arasına,
- Üst kollar; omuz yükselmesi ve kollardaki açılma engellenerek fleksiyonu 20°-45° arasına,
- Alt kollar; kollardaki dönme engellenerek fleksiyonu 60°-100° arasına,
- Bilek; bükülme derecesi orta seviyeye getirilerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-15° arasına,
- Kavrama değeri/tutuş puanı; iyi dereceye,
- Aktivite yoğunluğu/kas kullanma skoru; çalışma duruşları doğru konuma getirildiği için ve iş tekrarı bir dakika içinde dört defadan az olduğu için 0 puana getirilmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada tekrar değerlendirilmesi sonucu yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “önerilen durum” özeti Çizelge 5.34’te verilmiştir.

Çizelge 5.34. Firma 3: Suntalam Ebatlama REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri

REBA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşıyan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
1	2	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0-İhmal Edilebilir
OWAS ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
3		1		2		1		1		1-Normal Duruş	
HMD ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
20	16	16	10	1	1	1	1	66 / %37,5	1-Düşük		
RULA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
2	1	2, 1	2	2	2	0	1	4	2-Orta		

Firma 3: Kalınlık Makinesiyle Ahşap Rendeleme

Mevcut Durum

Kalınlık Makinesiyle ahşap rendeleme işlemine ilişkin çalışmaların analiz edilmesi neticesinde yapılan tespitler aşağıda yer almaktadır:

- Yüzey rendeleme işlemi yapılacak parçalar için uygun bir istifleme alanı düzenlenmemiştir. İşlem yapılan parçalar 1 ile 2 kg arasında değişen ağırlıktadır. Parçalar duvara yaslanarak istiflenmekte olup, çalışan tarafından bir miktar eğilmek suretiyle el ile tutulup kaldırılarak makine beslemesine verilmektedir.
- Makinenin tablası uzun parçalar için yeterli miktarda tutma alanına sahip değildir. Çalışan uzun boyutta bir ahşabı yüzey sıyırma işlemini yapmak için makinenin beslemesine vereceği esnada öne eğilip, bileklerini de aşırı miktarda bükerek parçaya itiş gücü sağlamaktadır. Bu esnada belinde, bacaklarında, boynunda ve bileklerinde yüksek miktarda eğilme ve bükülmeler oluşmakta ve uygunsuz çalışma duruşları ortaya çıkmaktadır. Ayrıca kollarda ve bilekte itmeye bağlı zorlanmalar oluşmakta, bu da fiziksel baskılara yol açmaktadır. Çalışan üzerinde en fazla zorlanmaya yol açan, en riskli duruşların bu esnada ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.
- Makine yüzey sıyırma işlemini bitirip parçayı çıkardığı esnada, tablada yeterli destek alanı olmadığı için, çalışan makinenin karşısına geçerek parçayı el ile tutup çekmekte olup, bu esnada da bel, boyun ve kollarında uygunsuz çalışma duruşları ortaya çıkmaktadır.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada değerlendirilmesi suretiyle yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “mevcut durum” özeti Çizelge 5.35’te verilmiştir.

Çizelge 5.35’te, mevcut durumda, REBA ve OWAS analizleri sonucunda risk seviyesinin yüksek düzeyde olduğu ve kategori 3’te yer aldığı, HMD analizi sonucunda risk seviyesinin orta düzeyde olduğu ve kategori 2’de yer aldığı, RULA analizi sonucunda ise risk seviyesinin çok yüksek olduğu ve kategori 4’te yer aldığı görülmektedir.

Çizelge 5.35. Firma 3: Ahşap Rendeleme OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri

REBA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
2	3	1	0	2	2	2	1	4	1	5	3-Yüksek
OWAS ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
3		1		4		1		3		3-Yüksek	
HMD ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
18	22	20	8	1	1	4	4	78 / %44;3	2-Orta		
RULA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
2	2	3, 2	4	3	2	1	2	7	4-Çok Yüksek		

Önerilen Durum

Mevcut durumda tespit edilen olumsuzlukların ve uygunsuz çalışma duruşlarının önlenmesine yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:

- Kalınlık Makinesinde yüzey sıyırma işlemi yapılacak parçalar için, iş istasyonu içerisinde makineye yakın bir konumda uygun bir istifleme alanı oluşturulması önerilmiştir. İstif alanına, çalışanın yere eğilmesini önleyecek ve parçaların makine beslemesine rahat bir şekilde verilebilmesine olanak sağlayacak şekilde yüksekliği çalışanın boyuna göre ayarlanabilecek ve tekerlek mekanizması olan hareketli bir tezgâh konulması, ahşap parçaların ise işlem yapılmadan önce ve işlem sonrası bu tezgâhın üzerine istiflenmesi tavsiye edilmiştir. Böylelikle, parçaların makine başına kadar bu tezgâh ile taşınması ve ahşap parçaların tezgâh üzerinden el ile kaydırılmak suretiyle makine tablasına aktarılması sağlanmış olup, hem kaldırılan yük miktarı azaltılmış hem de uygunsuz çalışma duruşlarının sergilenmesi önlenmiştir.
- Makinenin besleme ağzının önüne ve arkasına işlem yapılan parçaları üzerinde durabileceği uzunlukta birer tabla eklenmesi önerilmiş olup, bu düzeneğin kurulmasıyla iş esnasında, parçaların çalışan tarafından el ile desteklenip itilmesi

ve makine beslemesinden çıkan parçaların eğilmek suretiyle el ile tutulup çekilmesi engellenmiştir. Bu sayede çalışma anında ortaya çıkan en riskli çalışma duruşları engellenerek, fiziksel zorlanmalar minimize edilmiştir.

- Yukarıda anılan önlemlerin alınmasıyla çalışanın özellikle vücudu eğerek yaptığı uygunsuz çalışma duruşları engellenmiş ve çalışma esnasındaki güç sarfiyatının azaltılması sağlanmıştır.

Söz konusu düzenlemelerden sonra;

- Gövde; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Boyun; yana esneme/dönme engellenerek fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Bacak; dik olarak iki taraflı duruşa ve yürüme pozisyonuna, dizlerin fleksiyonu 0°-30° arasına,
- Kaldırılan yük miktarı kesikli çalışma sağlanarak 2 kg altına,
- Üst kollar; omuz yükselmesi ve kollardaki açılma engellenerek fleksiyonu 20°-45° arasına,
- Alt kollar; kollardaki dönme engellenerek fleksiyonu 60°-100° arasına,
- Bilek; bükülme derecesi orta seviyeye getirilerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-15° arasına,
- Kavrama değeri/tutuş puanı; uygun ve ideal tutuş sağlanarak iyi dereceye,
- Aktivite yoğunluğu/kas kullanma skoru; çalışma duruşları doğru konuma getirildiği ve postürün bir dakikadan uzun süreli sabit duruşu engellendiği için 0 puana getirilmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada tekrar değerlendirilmesi sonucu yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “önerilen durum” özeti Çizelge 5.36’da verilmiştir.

Yukarıda anılan düzenlemelerin hayata geçirilmesi ile, REBA, OWAS ve HMD skorları en düşük risk seviyesi olan kategori 1’e, RULA skoru ise orta risk seviyesi olan kategori 2’ye indirgenebilmiştir.

Çizelge 5.36. Firma 3: Ahşap Rendeleme REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri

REBA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
1	2	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0-İhmal Edilebilir
OWAS ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
3		1		2		1		1		1-Normal Duruş	
HMD ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
16	16	16	10	1	1	1	1	62 / %35,2	1-Düşük		
RULA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
2	1	2, 1	2	2	2	0	0	3	2-Orta		

Firma 4: Sandalye Döşeme

Mevcut Durum

Sandalye döşeme işlemine ilişkin çalışmaların analiz edilmesi neticesinde yapılan tespitler aşağıda yer almaktadır:

- Sandalye döşeme işlemi esnasında kullanılan parçalar sandalye iskeleti, sünger, kumaş, makas ve çivi tabancasıdır. Kullanılan parça ağırlıkları 1,5 ile 12 kg arasında değişmekte olup, en ağır parça sandalye iskeletidir. Çalışma alanında uygun bir istifleme alanı bulunmamakta olup, sandalye iskeleti, sünger ve kumaş parçaları genellikle yere istiflenmektedir. Söz konusu parçalar, istif alanından yere eğilerek alınmakta olup, bu esnada çalışan üzerinde uygunsuz duruşlar ortaya çıkmaktadır.
- Döşeme işlemi esnasında çalışan çivi tabancasını kullanırken, belini, boynunu, kollarını ve bileklerini fazla miktarlarda eğip bükmekte olup, ayrıca zaman zaman tek ayak üzerinde durarak çalışmaktadır. Bununla birlikte sandalyeye döşenen kumaş iş esnasında yerde durmakta olup, çalışan zaman zaman yere eğilerek kumaşı tutup çekmekte, bu esnada ise vücudunu aşırı derecede eğmenin yanı sıra tek ayak üzerinde durarak ağırlığını dengesiz şekilde kullanmaktadır.

Çalışan üzerinde en fazla zorlanmaya yol açan, en riskli duruşların bu esnada ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Söz konusu duruşlarının sergilenmesi sonucu çalışanın fiziksel baskı ve zorlanma altında kaldığı gözlemlenmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada değerlendirilmesi suretiyle yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “mevcut durum” özeti Çizelge 5.37’de verilmiştir.

Çizelge 5.37’de, mevcut durumda, REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerinin tamamının sonucunda risk seviyesinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Çok yüksek risk seviyesi ise kategori 4’te yer almakta olup, söz konusu çalışma duruşuna yönelik acilen değişiklik yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 5.37. Firma 4: Sandalye Döşeme OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri

REBA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
2	5	2	0	5	2	2	1	10	1	11	4-Çok Yüksek
OWAS ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
4		2		5		1		4		4-Çok Yüksek	
HMD ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
46	50	42	16	1	1	4	4	164 / %93,2	4-Çok Yüksek		
RULA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
4	1	4, 1	4	4	2	0	0	7	4-Çok Yüksek		

Önerilen Durum

Mevcut durumda tespit edilen olumsuzlukların ve uygunsuz çalışma duruşların önlenmesine yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:

- Döşeme işlemi yapılacak parçalar için, iş istasyonu içerisinde uygun bir konumda istifleme alanı oluşturulması önerilmiştir. İstif alanına, çalışanın yere eğilmesini önleyecek şekilde yüksekliği çalışanın boyuna göre ayarlanabilecek ve tekerlek mekanizması olan hareketli bir tezgâh konulması, işlem yapılacak parçaların bu tezgâh üzerine istiflenmesi önerilmiştir. Böylelikle, parçaların istif tezgâhı üzerinden işlemin yapılacağı tezgâha vücudun eğilmesi önlenerek rahatça aktarılabilmesi temin edilmiş olup, ayrıca parçalar tezgâhlar arasında hafifçe kaldırılıp kaydırılmak suretiyle aktarılabilmesi için taşınan yük miktarı da azaltılmıştır.
- Döşeme işlemi esnasında yerde duran ve çalışan tarafından eğilerek kaldırılan kumaş parçasının altına yükseklik ayarlı bir tezgâh konulması, ayrıca işlemin yapıldığı tezgâhın da yükseklik ayarlı olacak şekilde yeniden düzenlenmesi önerilmiştir. Bu sayede işlem yapılan tezgâh ve kumaşın üzerine konulacağı tezgâh, çalışanın boyuna göre ayarlanabilecek duruma getirilmiş olup, rahat ve uygun çalışma duruşlarına olanak sağlayacak şekilde düzenleme yapılmıştır. Ayrıca iş esnasında yeterli miktarda mola verilmesi tavsiye edilmiş olup, yapılacak kısa molalar ile çalışan üzerindeki stres ve baskının azaltılması hedeflenmiştir.
- Yukarıda anılan önlemlerin alınmasıyla çalışanın özellikle vücudu eğerek yaptığı uygunsuz çalışma duruşları engellenmiş ve çalışma esnasında ağırlığa bağlı güç kullanımının da azaltılması sağlanmıştır.

Söz konusu düzenlemelerden sonra;

- Gövde; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Boyun; yana esneme/dönme engellenerek fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Bacak; dik olarak iki taraflı duruşa ve yürüme pozisyonuna, dizlerin fleksiyonu 0°-30° arasına,
- Kaldırılan yük miktarı kesikli çalışma sağlanarak 5 kg altına,
- Üst kollar; omuz yükselmesi ve kollardaki açılma engellenerek fleksiyonu 20°-45° arasına,
- Alt kollar; kollardaki dönme engellenerek fleksiyonu 60°-100° arasına,

- Bilek; bükülme derecesi orta seviyeye getirilerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-15° arasına,
- Kavrama değeri/tutuş puanı; uygun ve ideal tutuş sağlanarak iyi dereceye,
- Aktivite yoğunluğu/kas kullanma skoru; çalışma duruşları doğru konuma getirildiği ve postürün çoğunlukla statik olması engellendiği için 0 puana getirilmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada tekrar değerlendirilmesi sonucu yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “önerilen durum” özeti Çizelge 5.38’de verilmiştir.

Yukarıda anılan düzenlemelerin gerçekleştirilmesi ile, REBA ve OWAS skorları en düşük risk seviyesi olan kategori 1’e, ve HMD ve RULA skoru ise orta risk seviyesi olan kategori 2’ye indirgenebilmiştir. HMD skorunun en alt seviyeye düşürülebilmesinde, yapılan işin niteliği bakımından sık tekrarlı olması etkili olmuştur. RULA skoru ise, iş esnasında genel olarak 2 kg üzeri ağırlıklar ile çalışılmasına bağlı olarak, ancak orta seviye olan kategori 2’ye düşürülebilmiştir.

Çizelge 5.38. Firma 4: Sandalye Döşeme REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri

REBA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
1	2	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0-İhmal Edilebilir
OWAS ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
3		1		2		1		1		1-Normal Duruş	
HMD ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
16	20	24	10	1	1	1	1	74 / %42,1	2-Orta		
RULA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
2	1	2, 1	2	2	2	0	1	4	2-Orta		

Firma 5: Delik Delme Makinesiyle Menteşe Deliği Delme

Mevcut Durum

Menteşe deliği delme işlemine ilişkin çalışmaların analiz edilmesi neticesinde yapılan tespitler aşağıda yer almaktadır:

- Yüksek ağırlıktaki parçalar da hafif parçalarda olduğu gibi el ile kaldırılıp taşınmaktadır.
- Delik Makinesinin tablası yeterli uzunlukta olmayıp, dikey parçaların tablaya dayanıp delik açılması işlemi esnasında, çalışan parçaları eli ve kolu ile destekleyip olması gerekenden fazla miktarda yük taşımaktadır. Özellikle uzun süreli çalışmalarda bu durumun çalışanın kas ve iskelet sisteminde zorlanmalara ve uygunsuz çalışma duruşlarına sebep olduğu gözlemlenmiştir.
- Makine üzerinde, delik açılacak parçaları sabitleyecek bir mekanizma bulunmamaktadır. Parçalar çalışan tarafından işkence ile sıkıp sabitlenmektedir. Bu durum, ilave bir güç kaybına ve iş sürecinin uzamasına yol açmaktadır.
- Makine üzerinde, açılacak delik için bir hizalama sistemi bulunmamaktadır. Bu yüzden, çalışan iş esnasında düzenli aralıklarla öne eğilip parçayı kontrol etmek zorunda kalmakta ve ölçü ayarını deneme yanılma yöntemi ile yapmaktadır. Buna bağlı olarak, çalışma duruşları bozulmakta, fiziksel zorlanmalar artmakta ve ilave güç kaybı yaşanmaktadır. Çalışan üzerinde en fazla zorlanmaya yol açan, en riskli duruşların bu esnada ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada değerlendirilmesi suretiyle yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “mevcut durum” özeti Çizelge 5.39’da verilmiştir. Çizelge 5.39’da, mevcut durumda, REBA ve OWAS analizlerinin sonucunda risk seviyesinin orta derecede olduğu ve kategori 2’de yer aldığı, HMD analizi sonucunda risk seviyesinin yüksek derecede olduğu ve kategori 3’te yer aldığı, RULA analizi sonucunda ise risk seviyesinin çok yüksek derecede olduğu ve kategori 4’te yer aldığı görülmektedir.

Çizelge 5.39. Firma 5: Delik Delme OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri

REBA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
2	3	1	1	3	1	2	0	5	1	6	2-Orta
OWAS ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
2		1		2		1		2		2-Orta	
HMD ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
32	36	32	10	1	1	4	1	117 / %66,5	3-Yüksek		
RULA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
3	1	3, 2	4	3	2	1	2	7	4-Çok Yüksek		

Önerilen Durum

Mevcut durumda tespit edilen olumsuzlukların ve uygunsuz çalışma duruşların önlenmesine yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:

- Yüksek ağırlıktaki parçaların makine başına kadar yük asansörü ile taşınması önerilmiş olup, bu sayede parça taşıma esnasında ağır yüke bağlı ortaya çıkan fiziksel zorlanmaların önlenmesi amaçlanmıştır.
- Delik Makinesinin önünde bulunan tablanın sağ ve sol tarafına uzunluk ve genişlik ayarı yapılabilen parça taşıyıcı sistem takılması önerilmiş olup, bu düzenleme ile parça besleme anındaki güç israfı azaltılarak, çalışanın kol ve bileklerindeki baskı minimize edilmiştir.
- Makine tablasının kenarlarına ve siperine ayarlanabilen makaslar takılması önerilmiş olup, parçaların makineye kolay bir şekilde sabitlenebilmesi hedeflenmiştir. Bu sayede, iş esnasında çalışanın sırt, boyun ve kollarında meydana gelen fiziksel zorlanmalar azaltılarak, kullanılan ağırlık ve güçte tasarruf sağlanmıştır.
- Delik hizalama işini kolaylaştırmak, zaman ve güç kaybını azaltmak için matkap ucunun kenarına lazer işaretleyici takılması önerilmiş olup, çalışma duruşlarının uygun hale getirilmesi amaçlanmıştır.

- Yukarıda anılan önlemlerin alınmasıyla çalışanın özellikle vücudu eğerek yaptığı uygunsuz çalışma duruşları engellenmiş, çalışma esnasında ağırlığa bağlı güç kullanımı azaltılmış ve iş sürecinde zaman tasarrufu sağlanmıştır.

Söz konusu düzenlemelerden sonra;

- Gövde; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Boyun; yana esneme/dönme engellenerek fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Bacak; dik olarak iki taraflı duruşa ve yürüme pozisyonuna, dizlerin fleksiyonu 0°-30° arasına,
- Kaldırılan yük miktarı kesikli çalışma sağlanarak 5 kg altına,
- Üst kollar; omuz yükselmesi ve kollardaki açılma engellenerek fleksiyonu 20°-45° arasına,
- Alt kollar; kollardaki dönme engellenerek fleksiyonu 60°-100° arasına,
- Bilek; bükülme derecesi orta seviyeye getirilerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-15° arasına,
- Kavrama değeri/tutuş puanı; uygun ve ideal tutuş sağlanarak iyi dereceye,
- Aktivite yoğunluğu/kas kullanma skoru; çalışma duruşları doğru konuma getirildiği ve postürün çoğunlukla statik olması engellendiği için 0 puana getirilmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada tekrar değerlendirilmesi sonucu yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “önerilen durum” özeti Çizelge 5.40’da verilmiştir.

Yukarıda anılan düzenlemelerin gerçekleştirilmesi ile, REBA, OWAS ve HMD skorları en düşük risk seviyesi olan kategori 1’e, RULA skoru ise orta risk seviyesi olan kategori 2’ye indirgenebilmiştir. RULA skorunun en alt seviyeye düşürülememesinin asıl sebebi işlem esnasında çalışılan tarafından kaldırılan yük ağırlığının 5 kg altına indirilememesi olmuştur.

Çizelge 5.40. Firma 5: Delik Delme REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri

REBA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
1	2	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0-İhmal Edilebilir
OWAS ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
3		1		2		1		1		1-Normal Duruş	
HMD ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
20	16	16	10	1	1	1	1	66 / %37,5	1-Düşük		
RULA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
2	1	2, 1	2	2	2	0	1	4	2-Orta		

Firma 6: MDF Lam Kesme

Mevcut Durum

Daire Testere Makinesiyle MDF Lam kesme işlemine ilişkin çalışmaların analiz edilmesi neticesinde yapılan tespitler aşağıda yer almaktadır:

- Bu iş istasyonuna ilişkin yapılan mevcut durum tespitleri, Firma 1 ve Firma 3'teki Daire Testere Makinesi ile yapılan ebatlama süreçleriyle oldukça benzerlik göstermektedir.
- MDF Lam kesme işlemi yapılacak parçalar için uygun bir istifleme alanı bulunmamaktadır. Levhalar duvara yaslanarak ve yere konularak istiflenmektedir. Çalışan, parçaları eğilmek suretiyle el ile tutulup kaldırılarak makine tezgâhına taşımak zorunda kalmaktadır.
- Makinenin tablasında çalışma yüksekliğini ayarlayabilecek herhangi bir düzenek bulunmamaktadır. Buna bağlı olarak çalışanın işlem esnasında sürekli şekilde ve gereğinden daha fazla eğilmesi gerekmektedir. Bu durum çalışan üzerinde ilave zorlanma ve baskılara neden olmakta, özellikle uzun süren panel ebatlama işlemlerinde çalışanın vücudunda yorulma ve ağrılar ortaya çıkmaktadır.

- Daire Testere Makinesinde, panellerin kesimi esnasında ölçülendirilebilmesi için konumlandırılmış sabit bir metre bulunmamaktadır. Bu sebeple çalışan ölçülendirme işlemi esnasında, cebinde taşıdığı veya makine yakınında bir alanda bulunan şerit metreyi kullanarak ölçüm yapmak zorunda kalmaktadır. Söz konusu durum hem iş akışını yavaşlatmakta, hem de ilave uygunsuz duruşlar oluşmasına sebep olmaktadır.
- Halihazırda kullanılan daire testerede otomatik parça besleme sistemi bulunmamakta olup, ebatlama süreci esnasında çalışan itme ve çekme işlemi yaptığı için fiziksel zorlanmalar yaşamaktadır. Çalışan üzerinde en fazla zorlanmaya yol açan, en riskli duruşların bu esnada ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada değerlendirilmesi suretiyle yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “mevcut durum” özeti Çizelge 5.41’de verilmiştir. Mevcut durumda risk düzeylerinin REBA ve OWAS’a göre orta seviyede, HMD’ye göre yüksek seviyede, RULA’ya göre ise çok yüksek seviyede olduğu ortaya çıkmıştır.

Çizelge 5.41. Firma 6: MDF Lam Kesme OWAS, HMD ve RULA Mevcut Durum Analizleri

REBA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
2	3	1	0	3	2	2	1	6	1	7	2-Orta
OWAS ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
2		1		7		1		2		2-Orta	
HMD ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde	Risk Seviyesi		
26	30	26	10	1	1	4	1	99 / %56,3	3- Yüksek		
RULA ANALİZİ MEVCUT DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru	Risk Seviyesi		
3	2	3, 1	4	3	2	1	0	7	4-Çok Yüksek		

Önerilen Durum

Mevcut durumda tespit edilen olumsuzlukların ve uygunsuz çalışma duruşların önlenmesine yönelik aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:

- Daire Testere Makinesinde panel ebatlama işlemi yapılacak parçalar için, iş istasyonu içerisinde makineye yakın bir konumda uygun bir istifleme alanı oluşturulması önerilmiştir. Panellerin bu alanına getirilip istiflenmesi işlemi esnasında ise el forklifti, şayet ağır parçalar kullanılacaksa ise tam otomatik yükleme ve indirme yapabilen forklift kullanılması önerilmiştir.
- İstif alanına, çalışanın yere eğilmesini önleyecek ve parçaların yük asansörüne aktarılmasının rahat bir şekilde yapılmasına olanak sağlayacak şekilde yüksekliği çalışanın boyuna göre ayarlanabilecek ve çalışılan parça ölçülerine uygun boyutta bir tezgâh konulması, parçaların işlem yapılmadan önce ve işlem sonrası bu tezgâhın üzerine istiflenmesi önerilmiştir.
- Çalışma esnasında, parçaların istiflenen tezgâh üzerinden yük asansörüne aktarılacak makine başına kadar bu asansör ile taşınması ve buradan makine tezgâhına el ile kaydırılmak suretiyle konumlandırılması önerilmiştir.
- Çalışanın ebatlama işlemi esnasında cep metresi kullanmasını önlemek için, daire testere makinesinin tablasına uygun bir şerit metre yapıştırılması önerilmiştir.
- Parçaların makine beslemesine verilirken, farkında olmadan vücudun öne ve yana gereğinden fazla eğilip bükülmesinin engellenebilmesi için uygun çalışma duruşları hakkında eğitim alınması önerisinde bulunulmuş olup, bununla birlikte daire testere makinesine, parçaları itmek için otomatik besleme sistemi takılması önerilmiştir.
- Yukarıda anılan önlemlerin alınmasıyla çalışanın özellikle vücudu eğerek yaptığı uygunsuz çalışma duruşları engellenmiş ve çalışma esnasındaki güç sarfiyatının azaltılması sağlanmıştır.

Söz konusu düzenlemelerden sonra;

- Gövde; yana esneme/dönme engellenerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,
- Boyun; yana esneme/dönme engellenerek fleksiyon/ekstansiyonu 0°-20° arasına,

- Bacak; dik olarak iki taraflı duruşa ve yürüme pozisyonuna, dizlerin fleksiyonu 0°-30° arasına,
- Kaldırılan yük miktarı 2-5 kg arasına,
- Üst kollar; omuz yükselmesi ve kollardaki açılma engellenerek fleksiyonu 20°-45° arasına,
- Alt kollar; kollardaki dönme engellenerek fleksiyonu 60°-100° arasına,
- Bilek; bükülme derecesi orta seviyeye getirilerek, fleksiyon/ekstansiyonu 0°-15° arasına,
- Kavrama değeri/tutuş puanı; iyi dereceye,
- Aktivite yoğunluğu/kas kullanma skoru; çalışma duruşları doğru konuma getirildiği için ve iş tekrarı bir dakika içinde dört defadan az olduğu için 0 puana getirilmiştir.

Çizelge 5.42. Firma 6: MDF Lam Kesme REBA, OWAS, HMD ve RULA Önerilen Durum Analizleri

REBA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Boyun Duruşu	Gövde Duruşu	Bacak Duruşu	Taşınan Yük	Üst Kol	Alt Kol	Bilek	Tutuş Puanı	C Puanı	Aktivite Yoğunluğu	REBA Skoru	Risk Seviyesi
1	2	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0-İhmal Edilebilir
OWAS ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt Duruşu		Kol Duruşu		Bacak Duruşu		Kuvvet Kullanımı		OWAS Skoru		Risk Seviyesi	
3		1		2		1		1		1-Normal Duruş	
HMD ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Sırt	Omuz/Kol	Bilek/El	Boyun	Taşıt Kullanma	Titreşim	İş Hızı	Stres	HMD Skor/Yüzde		Risk Seviyesi	
20	16	16	10	1	1	1	1	66 / %37,5		1-Düşük	
RULA ANALİZİ ÖNERİLEN DURUM											
Üst Kol	Ön Kol	Bilek/ Bükülme	Boyun	Gövde	Bacak	Kas Kullanma	Kuvvet/ Yük	RULA Skoru		Risk Seviyesi	
2	1	2, 1	2	2	2	0	1	4		2-Orta	

İşlem anında gerçekleştirilen vücut duruşları ile birlikte, yüklenme ve zorlanmaların da bir arada tekrar değerlendirilmesi sonucu yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA analizlerine ilişkin “önerilen durum” özeti yukarıda yer alan Çizelge 5.42’de verilmiştir.

Çizelge 5.43. Tüm Görevler İçin Önerilen Durumda Ergonomik Risk Değerlendirmesi Sonuçları.

İşletme Adı ve Görev	REBA Skoru ve Risk Seviyesi	OWAS Skoru ve Risk Seviyesi	HMD Skoru ve Risk Seviyesi	RULA Skoru ve Risk Seviyesi
Firma 1, 1. İstasyon	1-0 (İhmal Edilebilir)	1-1 (Düşük Risk)	%38,6-1 (Düşük Risk)	4-2 (Orta Risk)
Firma 1, 2. İstasyon	1-0 (İhmal Edilebilir)	1-1 (Düşük Risk)	%38,6-1 (Düşük Risk)	3-2 (Orta Risk)
Firma 1, 3. İstasyon	1-0 (İhmal Edilebilir)	1-1 (Düşük Risk)	%37,5-1 (Düşük Risk)	4-2 (Orta Risk)
Firma 1, 4. İstasyon 1. Çalışan	1-0 (İhmal Edilebilir)	1-1 (Düşük Risk)	%36,4-1 (Düşük Risk)	4-2 (Orta Risk)
Firma 1, 4. İstasyon 2. Çalışan	1-0 (İhmal Edilebilir)	1-1 (Düşük Risk)	%37,5-1 (Düşük Risk)	4-2 (Orta Risk)
Firma 1, 5. İstasyon	1-0 (İhmal Edilebilir)	1-1 (Düşük Risk)	%40,9-2 (Orta Risk)	4-2 (Orta Risk)
Firma 1, 6. İstasyon 1. Çalışan	1-0 (İhmal Edilebilir)	1-1 (Düşük Risk)	%39,8-1 (Düşük Risk)	4-2 (Orta Risk)
Firma 1, 6. İstasyon 1. Çalışan	2-1 (Düşük Risk)	1-1 (Düşük Risk)	%43,2-2 (Orta Risk)	4-2 (Orta Risk)
Firma 2, Panel Ebatlama	1-0 (İhmal Edilebilir)	1-1 (Düşük Risk)	%37,5-1 (Düşük Risk)	4-2 (Orta Risk)
Firma 3, Lambri Kesme	1-0 (İhmal Edilebilir)	1-1 (Düşük Risk)	%43,2-2 (Orta Risk)	4-2 (Orta Risk)
Firma 3, Lambri Çakma	1-0 (İhmal Edilebilir)	2-2 (Orta Risk)	%40,9-2 (Orta Risk)	4-2 (Orta Risk)
Firma 3, Kapı Montajı 1. Çalışan	1-0 (İhmal Edilebilir)	2-2 (Orta Risk)	%42,1-2 (Orta Risk)	4-2 (Orta Risk)
Firma 3, Kapı Montajı 2. Çalışan	1-0 (İhmal Edilebilir)	1-1 (Düşük Risk)	%44,1-2 (Orta Risk)	5-3 (Yüksek Risk)
Firma 3, Zımpara ve Boya	2-1 (Düşük Risk)	2-2 (Orta Risk)	%43,2-2 (Orta Risk)	4-2 (Orta Risk)
Firma 3, Zımpara, Çıta Vidalama	1-0 (İhmal Edilebilir)	2-2 (Orta Risk)	%45,5-2 (Orta Risk)	4-2 (Orta Risk)
Firma 3, Panel Ebatlama	1-0 (İhmal Edilebilir)	1-1 (Düşük Risk)	%37,5-1 (Düşük Risk)	4-2 (Orta Risk)
Firma 3, Yüzey Rendeleme	1-0 (İhmal Edilebilir)	1-1 (Düşük Risk)	%35,2-1 (Düşük Risk)	3-2 (Orta Risk)
Firma 4, Sandalye Döşeme	1-0 (İhmal Edilebilir)	1-1 (Düşük Risk)	%42,1-2 (Orta Risk)	4-2 (Orta Risk)
Firma 5, Delik Delme	1-0 (İhmal Edilebilir)	1-1 (Düşük Risk)	%37,5-1 (Düşük Risk)	4-2 (Orta Risk)
Firma 6, Panel Ebatlama	1-0 (İhmal Edilebilir)	1-1 (Düşük Risk)	%37,5-1 (Düşük Risk)	4-2 (Orta Risk)

Uygulama yapılan 6 adet firmada, belirlenen 20 adet göreve ilişkin önerilen ergonomik düzenlemeler ve iyileştirmeler çerçevesinde elde edilen REBA, OWAS, HMD ve RULA yöntemlerine ait sonuçlar Çizelge 5.43'te yer almaktadır. Söz konusu çizelgede, yapılan önermeler sonucu ulaşılan yeni risk seviyeleri görülmektedir.

Çizelge 2.11 incelendiğinde REBA yönteminde kategori 0'ın en düşük risk seviyesi olduğu, Çizelge 2.16, Çizelge 2.17 ve Şekil 22 incelendiğinde ise OWAS, HMD ve RULA yöntemlerinde kategori 1'in en düşük risk seviyesi olduğu görülebilmektedir.

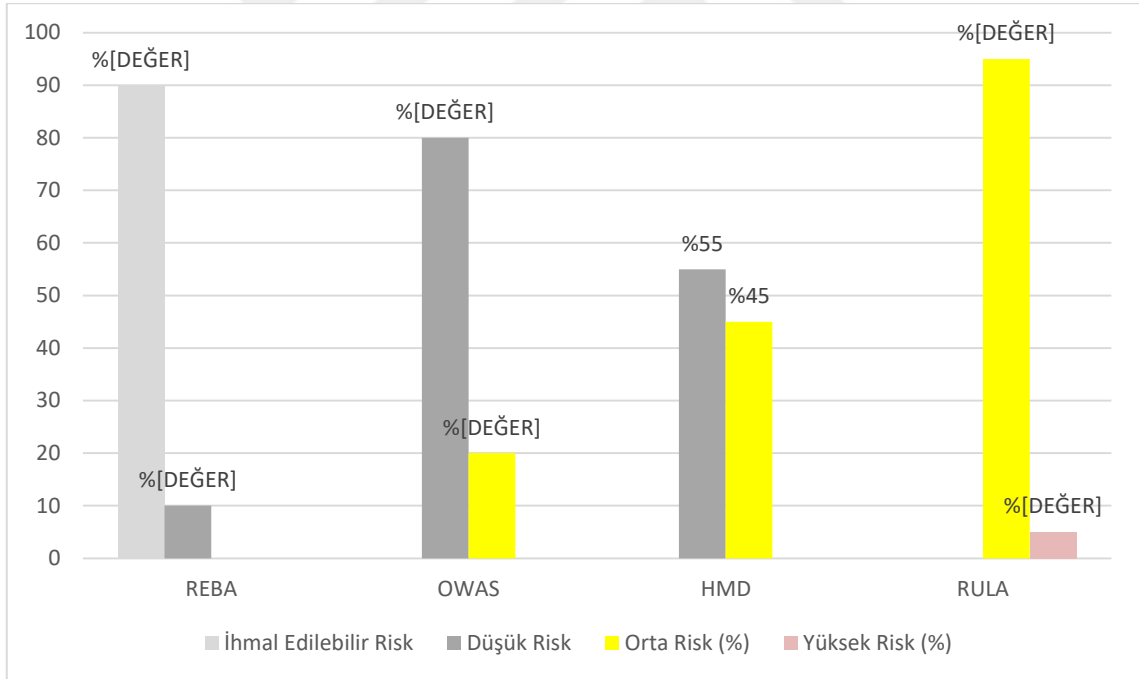
Çizelge 5.44. Önerilen Durumda Görevlerin Risk Seviyesi ve Alınması Gereken Önlemlerin Görevler İçerisindeki Yüzdelik Dilimleri.

	Risk Seviyesi	Alınması Gereken Önlem	Görevler İçerisindeki Yüzdelik Dilimi
REBA Yöntemi	İhmal Edilebilir Risk	Ergonomik düzenleme gerekli değil	%90
	Düşük Risk	Ergonomik düzenleme gerekli olabilir	%10
OWAS Yöntemi	Düşük Risk	Ergonomik düzenleme gerekli değil	%80
	Orta Risk	Ergonomik Düzenleme Yakın Bir Zamanda Yapılmalı	%20
HMD Yöntemi	Düşük Risk	Kabul edilebilir	%55
	Orta Risk	Daha fazla araştırılmalı	%45
RULA Yöntemi	Orta Risk	Daha fazla araştırma ve değişiklik gerekli olabilir	%95
	Yüksek Risk	Kısa zamanda daha fazla araştırma, değişiklik gerekli olabilir	%5

Yukarıda yer alan Çizelge 5.44'te ise, önerilen durumda çalışan duruşlarına ait analiz sonuçlarının yüzdelik dilimleri görülmektedir. Önerilen durumlara uygun şekilde yapılan düzenlemeler eşliğinde tekrar risk analizi yapılan görevlerin REBA yöntemine göre; %90'ı kategori 0'da yer alan "ihmal edilebilir risk" seviyesine getirilebilmiş olup, %10'u ise kategori 1'de yer alan "düşük risk" seviyesine indirgenebilmiştir. OWAS yöntemine göre görevlerin; %80'i kategori 1'de yer alan "düşük risk" seviyesine

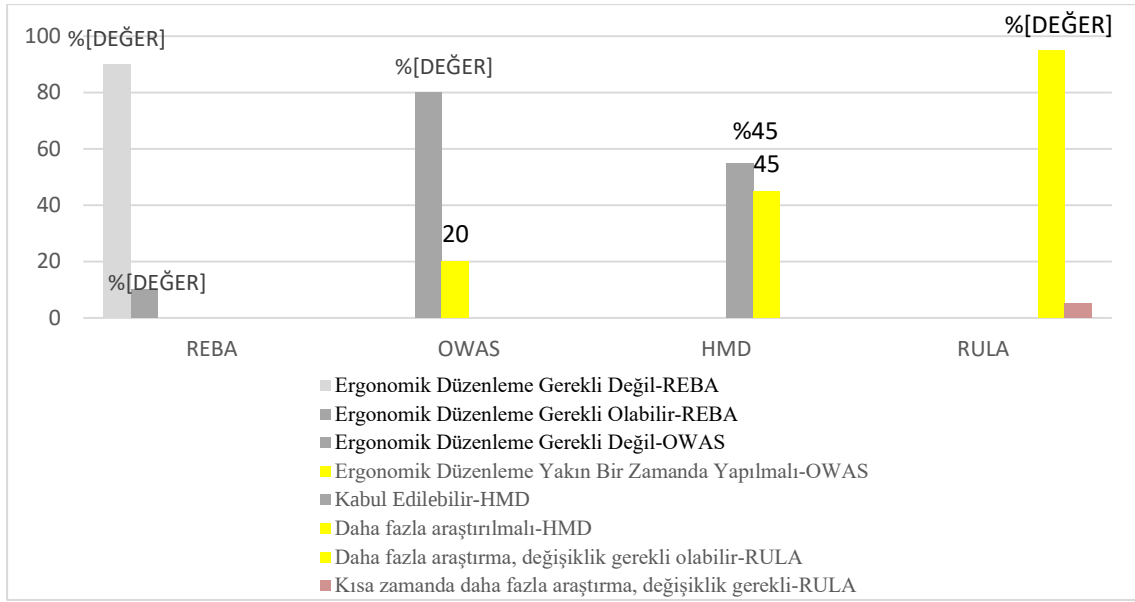
getirilebilmiş olup, %20'si ise kategori 2'de yer alan “orta risk” seviyesine indirgenebilmiştir. HMD yöntemine göre görevlerin; %55'i kategori 1'de yer alan “düşük risk” seviyesine getirilebilmiş olup, %45'i ise kategori 2'de yer alan “orta risk” seviyesine indirgenebilmiştir. RULA yöntemine göre ise görevlerin; %95'i kategori 2'de yer alan “orta risk” seviyesine getirilebilmiş olup, %5'i ise kategori 3'te yer alan “yüksek risk” seviyesine indirgenebilmiştir. Söz konusu yüzdeler Çizelge 5.43'te yer almaktadır.

Şekil 65'te düzenleme sonrası tekrar analiz edilen görevlerin risk seviyelerine ait yüzdelik dağılımları verilmiş olup, görüldüğü üzere REBA, OWAS ve HMD yöntemlerinde görevler ağırlıklı olarak en alt düzey olan “ihmal edilebilir risk” ve “düşük risk” grubuna dâhil edilebilmiştir. RULA yöntemine göre ise görevler ağırlıklı olarak “orta risk” grubuna indirgenebilmiştir.



Şekil 51. Düzenleme Sonrası Tekrar Analiz Edilen Görevlerin İndirgenebildiği Risk Seviyelerine İlişkin Yüzdelik Dağılımlar.

Şekil 66'da ise düzenlemeler sonrası tekrar yapılan REBA, OWAS, HMD ve RULA ergonomik risk analizi yöntemlerine göre, uygulama yapılan görevlere ilişkin alınması gereken önlemlerin indirgenebildiği yüzdelik dağılımları görülmektedir.



Şekil 52. Düzenleme Sonrası Tekrar Analiz Edilen Görevler İçin Alınması Gereken Önlemlerin İndirgenebildiği Yüzdelik Dağılımları.

Çizelge 5.45. Mevcut ve Önerilen Durumda Alınması Gereken Önlemlerin Görevler İçerisindeki Yüzdelik Dilimleri.

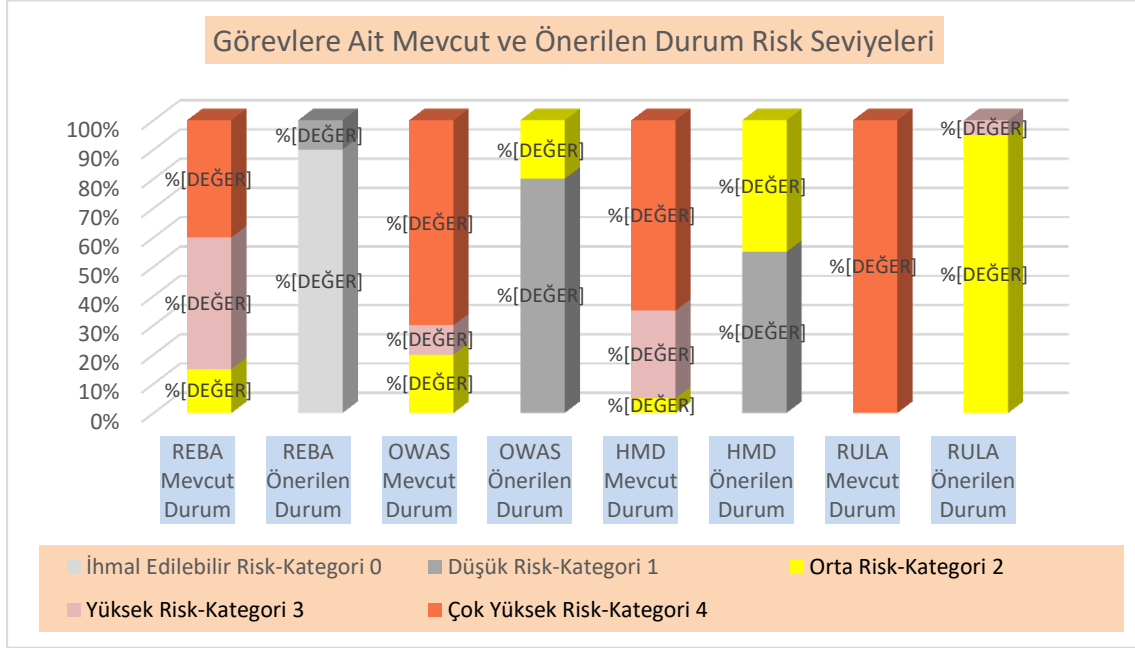
	Alınması Gereken Önlem	Mevcut Durum Yüzdesi	Önerilen Durum Yüzdesi
REBA Yöntemi	Ergonomik düzenleme gerekli değil		%90
	Ergonomik düzenleme gerekli olabilir		%10
	İyileştirme gerekli	%15	
	Kısa zaman içerisinde iyileştirme gerekli	%45	
	Hemen iyileştirme gerekli	%40	
OWAS Yöntemi	Ergonomik düzenleme gerekli değil		%80
	Ergonomik Düzenleme Yakın Bir Zamanda Yapılmalı	%20	%20
	Mümkün olduğunca erken bir zamanda iyileştirme	%10	
	Derhal iyileştirme gerekli	%70	
HMD Yöntemi	Kabul edilebilir		%55
	Daha fazla araştırılmalı	%5	%45
	Daha fazla araştırma ve yakın zamanda değişiklik gerekli	%30	
	Araştırma ve hemen değişiklik gerekli	%65	
RULA Yöntemi	Daha fazla araştırma ve değişiklik gerekli olabilir		%95
	Kısa zamanda daha fazla araştırma, değişiklik gerekli		%5
	Araştırma ve değişiklik gerekli	%100	

Yukarıda yer alan Çizelge 5.45'te, mevcut durum ve önerilen durumda alınması gereken önlemlerin analiz yapılan tüm görevler içerisindeki yüzdelik dilimleri karşılaştırılmıştır. Önerilen düzenlemeler yerine getirilir ise görevler için alınması gereken önlemlerin yüksek oranda kabul edilebilir düzeylere ineceği görülmektedir.

Çizelge 5.46. Tüm Görevler İçin Mevcut ve Önerilen Duruma Ait Karşılaştırmalı Ergonomik Risk Değerlendirmesi Sonuçları.

İşletme Adı ve Görev	REBA Risk		OWAS Risk		HMD Risk		RULA Risk	
	Seviyesi		Seviyesi		Seviyesi		Seviyesi	
	M	Ö	M	Ö	M	Ö	M	Ö
Firma 1, 1. İstasyon	4	0	4	1	4	1	4	2
Firma 1, 2. İstasyon	3	0	4	1	4	1	4	2
Firma 1, 3. İstasyon	4	0	4	1	4	1	4	2
Firma 1, 4. İstasyon 1. Çalışan	3	0	4	1	3	11	4	2
Firma 1, 4. İstasyon 2. Çalışan	3	0	2	1	3	1	4	2
Firma 1, 5. İstasyon	4	0	4	1	4	2	4	2
Firma 1, 6. İstasyon 1. Çalışan	3	0	4	1	4	1	4	2
Firma 1, 6. İstasyon 2. Çalışan	4	1	4	1	3	2	4	2
Firma 2, Panel Ebatlama	4	0	4	1	4	1	4	2
Firma 3, Lambri Kesme	4	0	4	1	4	2	4	2
Firma 3, Lambri Çakma	3	0	4	2	4	2	4	2
Firma 3, Kapı Montajı 1. Çalışan	3	0	4	2	4	2	4	2
Firma 3, Kapı Montajı 2. Çalışan	3	0	3	1	4	2	4	3
Firma 3, Zımpara ve Boya	3	1	4	2	4	2	4	2
Firma 3, Zımpara, Çıta Vidalama	4	0	4	2	4	2	4	2
Firma 3, Panel Ebatlama	3	0	2	1	3	1	4	2
Firma 3, Yüzey Rendeleme	2	0	3	1	2	1	4	2
Firma 4, Sandalye Döşeme	4	0	4	1	4	2	4	2
Firma 5, Delik Delme	2	0	2	1	3	1	4	2
Firma 6, Panel Ebatlama	2	0	2	1	3	1	4	2

Yukarıda yer alan Çizelge 5.46’da, analiz yapılan tüm görevler için mevcut durum ve önerilen duruma ait REBA, OWAS, HMD ve RULA yöntemlerinin risk seviyeleri karşılaştırılmıştır. Çizelgede mevcut durum “M”, önerilen durum ise “Ö” olarak kodlanmıştır. Yapılan düzenlemeler sonucu, tüm analiz yöntemlerine göre bütün görevler için risk seviyelerinin düşürülebildiği görülmektedir.



Şekil 53. Tüm Görevlere Ait Mevcut Durum ve Önerilen Durum İçin Karşılaştırmalı Risk Seviyesi ve Kategorisi Yüzdelik Dağılımları

Yukarıda yer alan Şekil 53’te ise analiz yapılan tüm görevlere ilişkin, mevcut ve önerilen durumlarda ortaya çıkan REBA, OWAS, HMD ve RULA risk seviyeleri ve kategorileri yüzdelik olarak karşılaştırılmıştır. Söz konusu çizelgede görüldüğü üzere, mevcut durumda REBA yöntemine göre “orta risk”, “yüksek risk” ve “çok yüksek risk” grubunda görevler yer almakta olup, önerilen düzenlemeler ile bu risk sınıfları ortadan kaldırılarak görevlerin %90’ı en düşük seviye olan “ihmal edilebilir risk” sınıfına, %10’u ise “düşük risk” sınıfına indirgenebilmiştir. Mevcut durumda OWAS yöntemine göre de “orta risk”, “yüksek risk” ve “çok yüksek risk” grubunda görevler yer almakta olup, önerilen düzenlemeler ile “yüksek risk” ve “çok yüksek risk” sınıfları ortadan kaldırılarak görevlerin %80’i “düşük risk”, %20’si ise “orta risk” sınıfına indirgenebilmiştir. HMD yöntemine göre mevcut durumda “orta risk”, “yüksek risk” ve “çok yüksek risk” grubunda yer alan risk sınıfları, önerilen düzenlemeler sonucu

%55'lik bir oranla “düşük risk” sınıfına, %45'lik bir oranla da “orta risk” sınıfına düşürülebilmektedir. Mevcut durumda RULA yöntemine göre ise tüm görevler “çok yüksek risk” grubunda yer almakta olup, önerilen düzenlemeler ile bu sınıf ortadan kaldırılarak görevlerin %95'i “orta risk”, %5'i ise “yüksek risk” sınıfına indirgenebilmiştir.

Çalışmamızda özetle, mobilya üretimi yapan küçük, orta ve büyük ölçekli 6 adet firmada 20 farklı görev için REBA, OWAS, HMD ve RULA yöntemleriyle ergonomik risk analizi yapılmış olup, mevcut durumlar belirlenerek yapılması gereken ergonomik düzenlemelere ilişkin önerilerde bulunulmuştur. Daha sonra önerilen düzenlemeler eşliğinde ergonomik risk analizleri tekrar yapılmış ve mevcut durum ile önerilen durumdaki ergonomik risk düzeyleri karşılaştırılmıştır.

Çalışmamızın sonucunda, Firma 6'da kullanılan daire testere makinesinin Firma 1 ve Firma 3'te kullanılan daire testere ile aynı özelliklere sahip olduğu, söz konusu iş süreçlerinde çalışan kişiler üzerinde ise benzer duruş bozuklukları ve fiziksel zorlanmaların meydana geldiği gözlemlenmiştir. Söz konusu üç iş istasyonuna ilişkin ergonomik risk analizi sonuçları arasındaki farkların ise genel olarak işlem esnasında kullanılan parça ağırlıklarının değişmesine bağlı olarak ve çalışma duruşunun vücutta hızlı ve büyük ölçekte değişiklik meydana getirmesi sonucu ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, özellikle parça istif alanlarındaki düzensizliklere bağlı ortaya çıkan çalışma duruşlarının da, aynı makineler ile yapılan görevlere ilişkin ergonomik risk analizi sonuçlarının birbirinden farklı çıkmasında etkin rol oynadığı belirlenmiştir. Seçilen görevlere ilişkin önerilerin durumlar ve yapılacak düzenlemeler belirlenirken firmaların hâlihazırdaki ekonomik durumları da göz önüne alınmış olup, yüksek maliyete yol açacak tavsiyelerde bulunulmamıştır.

Çalışmamız neticesinde elde edilen verilere yönelik yapılan düzenlemeler ile, tüm firmalara; parça istif alanlarındaki olumsuz koşulları gidererek uygun hale dönüştürmeleri, gerekli yerlerde konveyör, yük asansörü ve forklift gibi taşıyıcılardan faydalanmaları, çalışanları için yeterli miktarda mola süreleri düzenlemeleri önerilmiş olup, bazı firmalar özelinde ise çalışma yapılan makinelerle ilişkin gerekli bir takım

tertibatların eklenmesi, vakumlu yük kaldırma düzenekleri temin edilmesi, otomatik forklift kullanılması ve çalışma alanlarının ergonomik ilkeler eşliğinde yeniden düzenlenmesi gibi tavsiyelerde bulunulmuştur. Bunlara ilaveten, ekonomik durumu elverişli olan firmalara, robotik iskeletler ve bel altı destek aparatları kullanabilecekleri yönünde bilgi verilmiştir.

Ayrıca söz konusu çalışmaların yapıldığı firmaların tümüne, analizler sonucu toplanan veriler ve incelenen çalışma duruşları göz önüne alınarak, ilk işe almada ve mevcut işçiler için de hizmet içi eğitimler kapsamında eğitimler verilmesi önerilmiş olup, iş sağlığı ve güvenliği uzmanlarına çalışma duruşları için yüzeysel olarak verilen eğitimlerin sayısal verilere dayalı olacak şekilde tüm çalışanlara aktarılması tavsiye edilmiştir. Bununla birlikte, işçi ve işveren için düzenli olarak farkındalık eğitimleri düzenlenmesi önerilmiştir.

Çalışmamız kapsamında elde ettiğimiz verilerden anlaşılabileceği üzere, mevcut iş süreçlerine ilişkin görevlere yönelik; çalışma duruşları, istif alanları, makineler, kaldırılan yük, kavrama biçimleri ve aktivite yoğunlukları özelinde yapılan önermeler eşliğinde gerçekleştirilen dört farklı ergonomik risk analizi sonucunda risk seviyelerinde önemli oranda azalmalar sağlanabilmektedir. Dolayısıyla çalışmamızda önerilen ergonomik düzenlemeler gibi, benzer sektörleri kapsayan iş süreçlerine ilişkin görevler üzerinde yapılacak ergonomik düzenlemelerin de, çalışanlar üzerindeki fiziksel zorlanma ve yüklenmeleri azaltacağını, kas-iskelet sistemi üzerinde meydana gelebilecek olası hasarları minimize edeceğini, çalışma anındaki stres seviyelerini düşürüp performans artışı sağlayacağını ve iş verimini artıracak olduğunu söylemek mümkündür.

Sonuç olarak bu tez çalışması ile yapılan ergonomik risk analizleri doğrultusunda ortaya konulan öneriler çerçevesinde, incelenen bütün görevler için dört farklı analiz yönteminin tamamına yönelik, risk seviyelerinin azaltılmasında %100 seviyesinde ergonomik uygunluk elde edilebileceği belirlenmiş olup, ergonomik düzenlemelerin ne denli önemli olduğu ortaya konulmuştur.

Bu kapsamda, yapılacak ergonomik düzenlemeler ile çalışanlar üzerindeki fiziksel zorlanma ve baskıların minimize edilebileceği, tüm iş süreçlerine ait çalışma performanslarının üst seviyelere çıkarılabileceği, çalışanların fizyolojik ve psikolojik durumlarında iyileştirmeler sağlanarak kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının önlenebileceği, yorgunluk düzeylerinin azaltılabileceği ve stres seviyelerinin düşürülebileceği, netice olarak ergonomik ilkelere uygun ve güvenli bir çalışma ortamı temin edilebileceği belirlenmiştir.

Yapılacak düzenlemelere bağlı olarak da mobilya sektöründe üretime yönelik kalite ve verim artışının sağlanarak, sektörün bedenen sağlıklı ve motivasyonu yüksek çalışanlara ev sahipliği yapan bir çalışma alanı haline geleceği öngörülmüştür. Ayrıca çalışmamızın, benzer sektörler için de uygulanabilir veriler içermesi ve yapılacak ergonomik risk analizlerinde bir rehber doküman niteliği taşıması hedeflenmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Ağar, A., Kızıltan, B., Ofis Çalışanlarında Kas İskelet Sistemi Sorunları ve Ergonomi, OHS Academy İş Sağlığı ve Güvenliği Akademi Dergisi, Cilt 5, Sayı 1, Sayfa: 50-56, 2022, e-ISSN: 2630-578X.
- Akay, D., Dağdeviren, M. ve Kurt, M., Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 18, No 3, 73-84, 2003.
- Ankara Kalkınma Ajansı, Siteler, Mobilya ve Ankara, <https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/assets/upload/dosyalar/siteler-mobilya-ve-ankara.pdf> (Erişim tarihi: **18 Mayıs 2022**).
- Ankara Sanayi Odası, Mobilya Sektörü, <https://www.aso.org.tr/wp-content/uploads/2017/09/28.pdf> (Erişim tarihi: **1 Nisan 2022**).
- Atasoy Mert, E., İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, **2014**.
- Atıcı, H., Gönen, D., Oral, A., Çalışanlarda Zorlanmaya Neden Olan Duruşların REBA Yöntemi İle Ergonomik Analizi, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 3 (3), ÖS: Ergonomi 2015, 239-244, 2015 ISSN: 1308-6693.
- Bal, B. C., Kılavuz, M., İlk Mobilya, Selçuk Üniversitesi Selçuk Teknik Dergisi, ISSN:1302-6178, Özel Sayı-1 (UMK-2015).
- Bashimov, G., Mobilya Endüstrisi: Türkiye'nin Küresel Piyasadaki Karşılaştırmalı Üstünlüğü, İktisadi Yenilik Dergisi, Cilt: 4, Sayı: 2 (2017).
- Baş, H., Yapıcı, F., İş İstasyonlarında Çalışanlarda Zorlanmaya Neden Olan Duruşların Ergonomik Açısından İrdelenmesi: Örnek Uygulama, Ergonomi 3(3), 128 – 137, 2020, e-ISSN: 2651 – 4877.
- Can, G. F., RULA Yönteminin Görüntü İşleme Desteği İle Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, **2013**.
- Can, G. F., N. Fırlalı, Görüntü İşleme Temelli Hızlı Üst Ekstremité Değerlendirme Yöntemi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32:3 (2017) 719-731, ISSN: 1300 – 1884.
- Carrara, Doğru Postür Nedir, Postür Nasıl Olmalıdır? (2021)

<https://carrarapilates.com/blog/dogru-postur-nedir-postur-nasil-olmalidir/>

(Erişim tarihi: **02 Haziran 2022**).

Cremasco, M. M., Giustetto, A., Caffaro, F., Colantoni, A., Cavallo, E. and Grigolato, S., Risk Assessment for Musculoskeletal Disorders in Forestry: A Comparison between RULA and REBA in the Manual Feeding of a Wood-Chipper, International Journal of Environmental Research and Public Health 2019, 16(5), 793; <https://doi.org/10.3390/ijerph16050793>.

Çalışkan, F., Dünyada ve Türkiye’de Mobilya Sektörünün Uluslararası Ticaretinin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Dış Ticaret Enstitüsü, WPS NO/ 185 /2018-05, İstanbul, **2018**.

Çeyrek Mühendis, OWAS Yöntemi Nedir? (2019) <https://www.ceyrekmuhendis.com/owas-yontemi-nedir/> (Erişim tarihi: **05 Haziran 2022**).

Çiçek, E., Kazanç, N. ve Kahya, E., Bir Mobilya İşletmesinin Montaj Hattında Ergonomik Risk Analizi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6(OS: Ergonomi2017), 67 – 82, 2018, e-ISSN: 1308-6693.

David, G., Woods, V. and Buckle, P., Further Development Of The Usability and Validity Of The Quick Exposure Check (QEC), Research Report 211, Robens Centre for Health Ergonomics EIHMS, University of Surrey Guildford GU2 7TE, Prepared by University of Surrey for the Health and Safety Executive 2005, ISBN 0 7176 2825 6.

Delice, E. K., Ayık, İ., Abidinoğlu, Ö. N., Çiftçi, N. N. ve Sezer, Y., Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemleri ve AHP Yöntemi İle Çalışma Duruşlarının Analizi: Ağır ve Tehlikeli İşler İçin Bir Uygulama, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 6 (OS: Ergonomi 2017), 112 – 124, (2018) e-ISSN: 1308–6693.

Enez, K., Nalbantoğlu, S. S., Comparison of Ergonomic Risk Assessment Outputs From OWAS and REBA in Forestry Timber Harvesting, International Journal of Environmental Research and Public Health 2019, 16(51-57); <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.01.009>.

Erdoğan, O., Vayvay, Ö., Hızlı Maruziyet Değerlendirme Ölçütü (Quick Exposure Check) Yöntemiyle Tekstil Üretimindeki Ergonomik İyileştirmelerin Kas İskelet Risklerine Etkisinin İncelenmesi, 12. Ulusal Ergonomi Kongresi Bildirileri, 2006, Gazi Üniversitesi, Ankara, syf.82-86.

Hastürk, E. Y., Ankara İlinde Bulunan 7-12 yaş Arası Çocuklarda Antropometrik

- Değerlerin Belirlenmesi ve Bu Ölçülerin Çocuk Odası Mobilyasında Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2006**.
- Hignett, S., McAtamney, L., Rapid Entire Body Assessment (REBA), *Applied Ergonomics* 31 (2000) 201-205.
- Ispăsoiu, A., Milosan, I., Senchetru, D., Machedon-Pisu, T., Ispăsoiu, A. M. F. and Meîță, C., “Study On The Application Of The QEC (Quick Exposure Check) On The Ergonomic Risks Assessment In The Industrial Field” *MATEC Web of Conferences* 343, 10023 (2021), <https://doi.org/10.1051/matecconf/202134310023>.
- Karabacak, N., Diş Hekimlerinin Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, **2016**.
- Koç, S., Testik, Ö. M., Mobilya Sektöründe Yaşanan Kas-İskelet Sistemi Risklerinin Farklı Değerlendirme Metotları İle İncelenmesi ve Minimizasyonu, *TMMOB Makine Mühendisleri Odası Endüstri Mühendisliği Dergisi*, Cilt: 27 Sayı: 2-2:27 (2016).
- Kothari, V. N., Mahajan, P., Shinde, M. and Nagulkar, J., Evaluation of Risk of Musculoskeletal Disorder Using RULA and REBA Ergonomic Assessment Among Nursing Professionals-A Cross Sectional Study (2022). <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4295707>.
- Köksal, B., Türkiye’de Mobilya Sektörünün Gelişimi Kayseri Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, **2017**.
- Lee, T., Han, C., Analysis of Working Postures at a Construction Site Using the OWAS Method, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* (2013), Vol. 19, No. 2, 245–250, ISSN: 1080-3548 (Print) 2376-9130 (Online), <https://doi.org/10.1080/10803548.2013.11076983>.
- Medstar, Sağlık Rehberi, Doğru Postür İçin 6 Öneriye Dikkat Edin, (2020) <https://www.medstar.com.tr/saglik-rehberi/dogru-post/#:~:text=Duru%C5%9F%20pozisyonu%20omurga%20sa%C4%9Fl%C4%B1%C4%9F%C4%B1n%C4%B1%20etkiliyor,ve%20d%C3%BCzenine%20post%C3%BCr'%20denilmektedir> (Erişim tarihi: **03 Haziran 2022**).
- Otrar, M., Kruskal Wallis-H Testi, <https://mustafaotrar.net/istatistik/kruskal-wallis-h-testi/#:~:text=Kruskal%20Wallis%20tekni%C4%9Finde%20serbestlik%20derecesi,%3B%20tablonun%20tamam%C4%B1%20i%C3%A7in%20t%C4%B1klay>

- %C4%B1n%C4%B1z). (Erişim tarihi: **03 Ağustos 2023**).
- Ölmez, C., Normallik Testleri-SPSS, <https://cengizolmez.com/normallik-testleri-spss/>, (Erişim tarihi: **03 Ağustos 2023**).
- Öndağ, T., Mobilya Sanayinin Yeniden Yapılanması ve Mekânsal Sonuçları; Ankara Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2019**.
- Özcan, E., Kesiktaş Sakar N., Alptekin H. K. ve Özcan, E.E., Mesleki Kas İskelet Risklerinin Değerlendirilmesinde QEC Ölçeğinin (Quick Exposure Check-Hızlı Maruziyet Değerlendirme) Türkçe Uyarlamasının Güvenilirliği, Araştırmalar Research Articles, İstanbul Tıp Fakültesi Dergisi 2007;70:98-102.
- Özcan, E., Kesiktaş Sakar N., Alptekin H. K. ve Özcan, E.E., Hızlı Maruziyet Değerlendirme Ölçeğinin Kaynağı (QEC), The Reliability of Turkish translation of Quick Exposure Check (QEC) For Risk Assesment Of Work Related Musculoskeletal Disorders, Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation, 21 (2008) 51- 56.
- Özoğul, B., Çimen, B. ve Kahya E., Bir Metal Sanayi İşletmesinde Ergonomik Risk Analizi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 6 (ÖS: Ergonomi2017), 159 – 175, 2017, e-ISSN: 1308-6693.
- Sağıroğlu, H., Çoşkun, M.B. ve Erginel, N., REBA İle Bir Üretim Hattındaki İş İstasyonlarının Ergonomik Risk Analizi, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, ÖS: Ergonomi2015, 339-345, 2015. ISSN: 1308-6693, 3(3).
- Scott, G. B., Lambe, N. R. , Working Practices İn A Perchery System, Using The OVAKO Working Posture Analysing System (OWAS), Applied Ergonomics, Volume 27, Issue 4, August 1996, Pages 281-284.
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, ÇASGEM, Meslek Hastalıkları (2013) <https://www.csgeb.gov.tr/media/1340/meslekhastaliklari.pdf> (Erişim tarihi: **04 Haziran 2022**).
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Mobilya Sektörü Raporu (2020), <https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/plan-program/MobilyaSektorRaporu2020.pdf> (Erişim tarihi: **3 Nisan 2022**).
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Orta Anadolu Kalkınma Ajansı, Kayseri İli Mobilya Sektörü Değer Zinciri Analizi (2021), https://www.oran.org.tr/images/dosyalar/20220415094427_0.pdf (Erişim tarihi:

10 Mayıs 2022).

Ticaret Bakanlığı, İhracat Genel Müdürlüğü Maden Metal ve Orman Ürünleri Dairesi,
Mobilya Sektör Raporu (2021),

<https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Mobilya%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%202021.pdf> (Erişim tarihi: **6 Nisan 2022**).

Ticaret Bakanlığı Yayınları, Esnaf ve Sanatkarlar Özelinde Sektör Analizleri Projesi,
Ağaç, Kâğıt ve Camdan Mamul Eşya Sektörü, ISBN: 978-605-5254-27-8,
Ankara, **2018**.

Tokgöz İş Sağlığı Eğitim Danışmanlık Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi, Hızlı Maruziyet Değerlendirme (HMD) Ölçeği İle Ergonomi Risk Analizi, http://www.tokgozgroup.com/hizli_maruziyet_degerlendirme_ergonomi_riskanalizi.html (Erişim tarihi: **13 Ağustos 2022**).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Ürün Bazında Özel Ticaret Sistemi, <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/disticaret.zul?param1=2¶m2=0&sitcrev=0&isicrev=3&sayac=5804> (Erişim tarihi: **28 Nisan 2023**).

Trade Map (2022), <https://www.trademap.org/Index.aspx> (Erişim tarihi: **11 Nisan 2023**).

Ulutaş, İ. B., Gündüz, T., Otomotiv Kablo İmalatında Ergonomik Risk Analizi, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt 22, Sayı 2, 2017, DOI: 10.17482/uumfd.336440.

Ülker, O., Burdurlu, E., Panel Mobilya İmalatında Kullanılan Bazı Makinelerde OWAS Yöntemi ile Eylemsel Duruş Analizi, Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi, 2012, 12 (2): 291-300.

Wikipedi, Mobilya, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Mobilya> (Erişim tarihi: **27 Mart 2022**).

Yamankaradeniz, N., Kılık, E. ve Akalp, G., Likid Petrol Gazı Pompacılarının Çalışma Duruşlarının OWAS Yöntemi İle Değerlendirilmesi, *Ergonomi* 3(1), 33 – 44, 2020, e-ISSN: 2651 – 4877.

Zengin, M. A., Çalışma Duruşları Değerlendirme Yöntemlerinin İstatistiksel Açıdan Karşılaştırılması: İnşaat Sektöründe Bir Uygulama, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2020**.

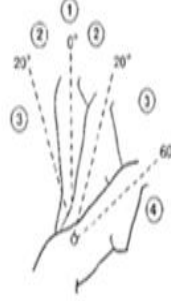
EKLER

EK 1 – REBA Çalışan Değerlendirme Formu

REBA Duruş Puanlaması

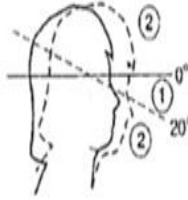
GÖVDE

Hareket	Skor	Skor Değişimi
Dik	1	
0° - 20° Fleksiyon 0° - 20° Ekstansiyon	2	Yana esneme veya dönme varsa +1
20° - 60° Fleksiyon > 20° Ekstansiyon	3	
> 60° Fleksiyon	4	



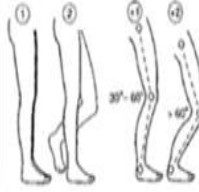
BOYUN

Hareket	Skor	Skor Değişimi
0° - 20° Fleksiyon	1	Yana esneme veya dönme varsa +1
> 20° Fleksiyon veya Ekstansiyon	2	



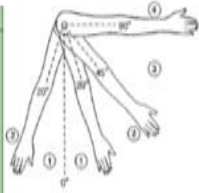
BACAKLAR

Hareket	Skor	Skor Değişimi
Bilateral (iki tarafı) ağırlık taşıma, yürüme veya oturma	1	Düzlükte 30° - 60° arası fleksiyon +1
Unilateral (tek tarafı) ağırlık taşıma veya sabit olmayan duruş	2	Düzlükte +60° fleksiyon (oturma hariç) +2



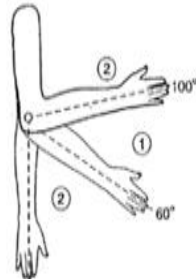
ÜST KOLLAR

Hareket	Skor	Skor Değişimi
20° Fleksiyon - 20° Ekstansiyon	1	Kolda: - Abduksiyon varsa - Rotasyon varsa +1
20° - 45° Fleksiyon > 20° Ekstansiyon	2	
45° - 90° Fleksiyon	3	Omuz yükselişine +1
> 90° Fleksiyon	4	Kolun duruşunda yayraklı destiği artılıysa -1



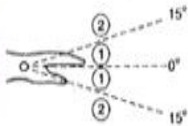
ALT KOLLAR

Hareket	Skor
60° - 100° Fleksiyon	1
< 60° Fleksiyon veya > 100° Fleksiyon	2



BİLEKLER

Hareket	Skor	Skor Değişimi
0° - 15° Fleksiyon veya Ekstansiyon	1	Bileklerde yana esneme veya dönme varsa +1
> 15° Fleksiyon veya Ekstansiyon	2	



Tablo 1. REBA - Tablo A

		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	3	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

Tablo 4. Kavrama Değerleri

Derece	Açıklama	Skor
0	Hiç bir tutma kolu ve orta yoldaki kavrama gücü	0
1	El tutuşu uygun fakat ideal değil veya vücudun başka bir bölgesi ile kavrama uygun	1
2	El tutuşu uygun olmamasına rağmen mümkün	2
3	Zor ve güvenli olmayan tutuş, tutma kolu yok	3
4	Vücudun başka bir bölgesi kullanarak tutuş uygun değil	4

Tablo 2. Yük/Kuvvet Değerleri

Yük / Kuvvet	Skor
< 5 kg	0
5 - 10 kg	1
> 10 kg	2
Ani veya hızlı kuvvet artışı	+1

Tablo 5. Aktivite Skor Değeri

Aktivite	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 doğruya hızlı ve büyük değişikliğe neden oluyorsa veya sabit olmayan zeminde çalışıyorsa	+1

Tablo 3. REBA - Tablo B

		ALT KOL					
		1			2		
		BİLEK			BİLEK		
		1	2	3	1	2	3
ÜST KOL	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Tablo 6. REBA - Tablo C

		BİLEK											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A. SMOULU	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	5	6	6	6	7	8	8	9	9	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	11	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

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

EK 2 – OWAS Çalışan Değerlendirme Formu

OWAS Duruş Pozisyonları

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

OWAS Yönteminde Duruş Puanlaması

Sırt Duruşu	Kod	Kol Duruşu	Kod
Düz	1	Her iki kol omuz hizasının altında	1
Eğik	2	Bir kol omuz hizasının üstünde	2
Çevrilmiş	3	Her iki kol omuz hizasının üstünde	3
Bükülmüş ve eğilmiş	4		
Baş Duruşu	Kod	Bacak Duruşu	Kod
Serbest	1	Oturma	1
Öne eğilmiş	2	Dik olarak iki bacak üzerinde ayakta durma	2
30° ile yana eğilmiş	3	Dik olarak tek bacak üzerinde ayakta durma	3
45° ile yana eğilmiş	4	Dik durumda, her iki bacak bükülmüş durma	4
Arkaya eğilmiş	5	Dik durumda, bir bacak bükülmüş durma	5
		Diz çökerek durma	6
		Yürüme	7

OWAS Kodlama Yapısı

Sırt Duruşu	Kol Duruşu	Bacak Duruşu	Kuvvet Kullanımı

OWAS Eylem Sınıfları Çizelgesi

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

OWAS Yöntemine Göre Tehlike Seviyeleri

Kod	Eylem Sınıfı	Açıklama
1	Normal Duruş	Ergonomik Düzenleme Gerekli Değil
2	Zorlanma Fazla Değil	Ergonomik Düzenleme Yalnız Bir Zamanla Yapılmalıdır.
3	Yüklenme Ve Zorlanma Fazla	Ergonomik Düzenleme Mümkün Oldukça Erken Yapılmalıdır.
4	Yüklenme Ve Zorlanma Çok Fazla	Ergonomik Düzenleme Derhal Yapılmalıdır.

EK 3 – HMD Çalışan Değerlendirme Formu

HMD Yöntemi Hızlı Maruziyet Kontrol Listesi

Çalışma Adı		Tarih	
Gözlemcinin Değerlendirmesi		Çalışanın Değerlendirmesi	
Sırt		Çalışanlar	
A	Görev yapılırken bel: (en kötü durumu seçiniz)	H	Görev yapılırken elle kaldırdığınız en fazla ağırlık?
A1	Hemen hemen doğal mı?	H1	Hafif (5 kg veya daha az)
A2	Orta derecede öne ya da yana eğilmiş veya dönmüş mü?	H2	Orta (6-10 kg)
A3	Aşırı derecede öne ya da yana eğilmiş veya dönmüş mü?	H3	Ağır (11-20 kg)
		H4	Çok ağır (20 kg'dan fazla)
B Aşağıdaki iki görev seçeneğinden YALNIZCA BİRİNİ seçiniz			
Y1		J	Görevi yaparken günde ortalama ne kadar zaman harcıyorsunuz?
	Sabit oturarak ya da ayakta yapılan görevler		
	Sırt çoğunlukla sabit pozisyonda mı kalıyor?	J1	2 saatten daha az
B1	Hayır	J2	2-4 saat
B2	Evet	J3	4 saatten daha fazla
Y1 DA			
	Kaldırma, itme/çekme ve taşıma görevleri (Bir yükün hareket ettirilmesi vb.) Sırtın hareketi:	K	Görev yapılırken bir elle uygulanan en fazla güç?
B3	Nadiren (dakikada yaklaşık 3 kez veya daha az) mı?	K1	Düşük (örn. 1 kg'dan daha az)
B4	Sık (dakikada yaklaşık 8 kez) mı?	K2	Orta (örn. 1-4 kg)
B5	Çok sık (dakikada yaklaşık 12 kez veya daha fazla) mı?	K3	Yüksek (örn. 4 kg'dan daha fazla)
Omuz/Kol		L	Görevin gerektirdiği görsel dikkat:
C	Görev yapılırken eller: (en kötü durumu seçiniz)	L1	Düşük (ince ayrıntıları görmeye gerek yoktur)
C1	Bel seviyesinde ya da daha aşağıda mı?	*L2	Yüksek (bazı ince ayrıntıları görmek gerekli)
C2	Yaklaşık göğüs seviyesinde mi?	*	
C3	Omuz seviyesinde ya da daha yukarıda mı?	Eğer yüksekse aşağıda detayları belirtiniz	
D	Omuz/kol hareketi:	M	Görevdeyken günlük taşıt kullanma süreniz:
D1	Nadiren (aralıklı) mı?	M1	Bir saatten az ya da hiç mi?
D2	Sık (bazı duraklamalarla düzenli hareket) mı?	M2	Günde 1-4 saat mi?
D3	Çok sık (hemen hemen sürekli hareket) mı?	M3	Günde 4 saatten fazla mı?
Bilek/El		N	Görevinizde titreşimli alet kullanma süreniz:
E	Görev yapılırken: (en kötü durumu seçiniz)	N1	Bir saatten az ya da hiç mi?
E1	Yaklaşık düzgün bilek pozisyonu mu?	N2	Günde 1-4 saat mi?
E2	Eğilmiş ya da dönmüş bilek pozisyonu mu?	N3	Günde 4 saatten fazla mı?
F	Benzer tekrarlı hareketler:	P	Bu görevi yaparken zorluk çekiyor musunuz?
F1	Dakikada 10 kez ya da daha az mı?	P1	Hiçbir zaman
F2	Dakikada 11-20 kez mi?	P2	Bazen
F3	Dakikada 20 kezden fazla mı?	* P3	Sık sık
* Eğer yüksekse aşağıda detayları belirtiniz			
Boyun			
G	Görev yapılırken baş/boyun eğilmiş ya da dönmüş mü?	Q	Genel olarak bu işi nasıl buluyorsunuz?
G1	Hayır	Q1	Hiç stresli değil mi?
G2	Evet, bazen	Q2	Biraz stresli mi?
G3	Evet, sürekli	*Q3	Orta stresli mi?
* Gerekliğinde L, P, Q için detaylı bilgiler		*Q4	Çok stresli mi?
* L		*Eğer yüksekse aşağıda detayları belirtiniz	
* P			
* Q			

HMD Yöntemi Maruziyet Puanları

Maruziyet puanları		Çalışanın adı:		Tarih:																																																															
Bel		Omuz / Kol		Bilek / El																																																															
Bel duruşu (A) / Ağırlık (H)		Yükseklik (C) / Ağırlık (H)		Tekrarlayan Haraketler (F) / Kuvvet (K)																																																															
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> <tr><td colspan="3">Puan 1</td></tr> </table>		A1	A2	A3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	Puan 1			<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>C1</td><td>C2</td><td>C3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> <tr><td colspan="3">Puan 1</td></tr> </table>		C1	C2	C3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	Puan 1			<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>F1</td><td>F2</td><td>F3</td></tr> <tr><td>K1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td colspan="3">Puan 1</td></tr> </table>		F1	F2	F3	K1	2	4	6	K2	4	6	8	K3	6	8	10	Puan 1		
A1	A2	A3																																																																	
H1	2	4	6																																																																
H2	4	6	8																																																																
H3	6	8	10																																																																
H4	8	10	12																																																																
Puan 1																																																																			
C1	C2	C3																																																																	
H1	2	4	6																																																																
H2	4	6	8																																																																
H3	6	8	10																																																																
H4	8	10	12																																																																
Puan 1																																																																			
F1	F2	F3																																																																	
K1	2	4	6																																																																
K2	4	6	8																																																																
K3	6	8	10																																																																
Puan 1																																																																			
Bel duruşu (A) / Süre (J)		Yükseklik (C) / Süre (J)		Tekrarlayan Haraketler (F) / Süre (J)																																																															
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td colspan="3">Puan 2</td></tr> </table>		A1	A2	A3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	Puan 2			<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>C1</td><td>C2</td><td>C3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td colspan="3">Puan 2</td></tr> </table>		C1	C2	C3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	Puan 2			<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>F1</td><td>F2</td><td>F3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td colspan="3">Puan 2</td></tr> </table>		F1	F2	F3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	Puan 2										
A1	A2	A3																																																																	
J1	2	4	6																																																																
J2	4	6	8																																																																
J3	6	8	10																																																																
Puan 2																																																																			
C1	C2	C3																																																																	
J1	2	4	6																																																																
J2	4	6	8																																																																
J3	6	8	10																																																																
Puan 2																																																																			
F1	F2	F3																																																																	
J1	2	4	6																																																																
J2	4	6	8																																																																
J3	6	8	10																																																																
Puan 2																																																																			
Süre (J) / Ağırlık (H)		Süre (J) / Ağırlık (H)		Süre (J) / Kuvvet (K)																																																															
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>J1</td><td>J2</td><td>J3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> <tr><td colspan="3">Puan 3</td></tr> </table>		J1	J2	J3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	Puan 3			<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>J1</td><td>J2</td><td>J3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> <tr><td colspan="3">Puan 3</td></tr> </table>		J1	J2	J3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	Puan 3			<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>J1</td><td>J2</td><td>J3</td></tr> <tr><td>K1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td colspan="3">Puan 3</td></tr> </table>		J1	J2	J3	K1	2	4	6	K2	4	6	8	K3	6	8	10	Puan 3		
J1	J2	J3																																																																	
H1	2	4	6																																																																
H2	4	6	8																																																																
H3	6	8	10																																																																
H4	8	10	12																																																																
Puan 3																																																																			
J1	J2	J3																																																																	
H1	2	4	6																																																																
H2	4	6	8																																																																
H3	6	8	10																																																																
H4	8	10	12																																																																
Puan 3																																																																			
J1	J2	J3																																																																	
K1	2	4	6																																																																
K2	4	6	8																																																																
K3	6	8	10																																																																
Puan 3																																																																			
Statikse yalnızca 4'ü, elle taşıma varsa 5 ve 6'yi işaretleyiniz.		Sıklık (D) & Ağırlık (H)		Bilek duruşu (E) & Kuvvet (K)																																																															
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>B1</td><td>B2</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td colspan="2">Puan 4</td></tr> </table>		B1	B2	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8	Puan 4		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>D1</td><td>D2</td><td>D3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> <tr><td colspan="3">Puan 4</td></tr> </table>		D1	D2	D3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	Puan 4			<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>E1</td><td>E2</td></tr> <tr><td>K1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td colspan="2">Puan 4</td></tr> </table>		E1	E2	K1	2	4	K2	4	6	K3	6	8	Puan 4															
B1	B2																																																																		
J1	2	4																																																																	
J2	4	6																																																																	
J3	6	8																																																																	
Puan 4																																																																			
D1	D2	D3																																																																	
H1	2	4	6																																																																
H2	4	6	8																																																																
H3	6	8	10																																																																
H4	8	10	12																																																																
Puan 4																																																																			
E1	E2																																																																		
K1	2	4																																																																	
K2	4	6																																																																	
K3	6	8																																																																	
Puan 4																																																																			
Statik duruş (B) & Süre (J)		Sıklık (D) & Süre (J)		Bilek Duruşu (E) & Süre (J)																																																															
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> <tr><td colspan="3">Puan 5</td></tr> </table>		B3	B4	B5	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	Puan 5			<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>D1</td><td>D2</td><td>D3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td colspan="3">Puan 5</td></tr> </table>		D1	D2	D3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	Puan 5			<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>E1</td><td>E2</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td colspan="2">Puan 5</td></tr> </table>		E1	E2	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8	Puan 5										
B3	B4	B5																																																																	
H1	2	4	6																																																																
H2	4	6	8																																																																
H3	6	8	10																																																																
H4	8	10	12																																																																
Puan 5																																																																			
D1	D2	D3																																																																	
J1	2	4	6																																																																
J2	4	6	8																																																																
J3	6	8	10																																																																
Puan 5																																																																			
E1	E2																																																																		
J1	2	4																																																																	
J2	4	6																																																																	
J3	6	8																																																																	
Puan 5																																																																			
Sıklık (B) & Süre (J)		Sıklık (B) & Süre (J)		Sıklık (B) & Süre (J)																																																															
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td colspan="3">Puan 6</td></tr> </table>		B3	B4	B5	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	Puan 6			<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td colspan="3">Puan 6</td></tr> </table>		B3	B4	B5	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	Puan 6			<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td colspan="3">Puan 6</td></tr> </table>		B3	B4	B5	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	Puan 6										
B3	B4	B5																																																																	
J1	2	4	6																																																																
J2	4	6	8																																																																
J3	6	8	10																																																																
Puan 6																																																																			
B3	B4	B5																																																																	
J1	2	4	6																																																																
J2	4	6	8																																																																
J3	6	8	10																																																																
Puan 6																																																																			
B3	B4	B5																																																																	
J1	2	4	6																																																																
J2	4	6	8																																																																
J3	6	8	10																																																																
Puan 6																																																																			
Bel için toplam puan		Omuz/Kol için toplam puan		El/Bilek için toplam puan																																																															
1,2,3,4 veya 1,2,3,5,6 toplamı		1-5'in toplamı		1-5'in toplamı																																																															
0		0		0																																																															

Risk Faktörü	MARUZİYET SEVİYESİ			
	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Bel (statik)	8-15	16-22	23-29	29-40
Bel (hareketli)	10-20	21-30	31-40	41-56
Omuz/kol	10-20	21-30	31-40	41-56
Bilek/el	10-20	21-30	31-40	41-56
Boyun	4-6	8-10	12-14	16-18
Araba Kullanma	1	4	9	-
Titreşim	1	4	9	-
İş temposu	1	4	9	-
Stres	1	4	9	16

QEC Puanı (E) (Toplam Yüzde)	Eylem
≤40%	Kabul edilebilir
41-50%	Daha fazla incelenmeli
51-70%	Daha fazla incelenmeli ve kısa zamanda değişiklik yapılmalı
>70%	İncelenmeli ve derhal değişiklik yapılmalı

EK 4 – RULA Çalışan Değerlendirme Formu

RULA Yöntemi Duruş Puanlama ve Uygulama Aşamaları

Hareket	Puan	Puan değişimi	Temsili pozisyon
Üst Kol	0° - 20° fleksiyon (bükülme) 0° - 20° ekstansiyon (esneme)	1	Omuz yükselmişse +1 Eğer kollar açılmışsa +1 Eğer kol desteklenmiş ya da kişi eğilmiş ise -1.
20° - 45° fleksiyon (bükülme) > 20° ekstansiyon (esneme)	2		
45° - 90° fleksiyon (bükülme) > 90° fleksiyon (bükülme)	3		
	4		
Ön Kol	0° - 90° fleksiyon (bükülme) > 90° fleksiyon (bükülme)	1	Kol vücut orta ekseninden sağında ya da solunda ise +1 ekle
	2		
	3		
	4		
Bilek	0° Nötr halde 0° - 15° fleksiyon (bükülme) 0° - 15° ekstansiyon (esneme) > 15° fleksiyon (bükülme) > 15° ekstansiyon (esneme)	1	Bilek orta ekseninden sağa-sola bükülüyorsa +1 ekle
	2		
	3		
	4		
Gövde	0° - 10° fleksiyon (bükülme) 10° - 20° fleksiyon (bükülme) > 20° fleksiyon (bükülme) > 20° ekstansiyon (esneme)	1	Eğer gövdede bükülme ile beraber sağa-sola dönme varsa +1 ekle
	2		
	3		
	4		
Boyun	0° - 10° fleksiyon (bükülme) 10° - 20° fleksiyon (bükülme) > 20° fleksiyon (bükülme) > 20° ekstansiyon (esneme)	1	Eğer çalışma esnasında boyunda dönme yada yana bükülme varsa +1 ekle
	2		
	3		
	4		

Adım 1. Üst kol pozisyonu

Eğer omuz yükselmişse +1
Eğer kol açılmışsa +1
Eğer kol desteklenmişse ya da kişi eğilmişse -1

Adım 2. Ön kol pozisyonu

Kol vücut orta ekseninde ya da sağında solunda ise +1

Adım 3. Bilek pozisyonu

Bilek orta ekseninden eğilmişse +1 ekle

Adım 4. Bilek bükülmesi

Orta derecede bükülüşse +1
İleri derecede bükülüşse +2

Adım 5. Postür Skoru

Adım 1-3-4 kullanarak A tablosundan belirlenir.

Adım 6. Kas kullanma skoru

Postür çoğunlukla statikse ya da hareket dakikada 4 kez tekrarlanıyorsa +1

Adım 7. Kuvvey/yük skoru

Yük < 2 kg (Kaslı) palçama) +0
Yük 2 - 10 kg (Kaslı) palçama) +1
Yük 10 - 20 kg (Statik/tekrarlı palçama) +2
Yük > 20 kg (Tekerarlı hareket/palçak) +3

Adım 8. Bilek/kol skoru

Adım 5-8-7'yi toplayın. Tablo C'ye işaretleyin.

Adım 9. Boyun pozisyonu

Eğer boyun bükülmüşse +1
Eğer boyun yana eğilmişse +1

Adım 10. Gövde pozisyonu

Eğer gövde bükülmüşse +1
Eğer gövde yana eğilmişse +1

Adım 11. Bacak pozisyonu

Ayak ve bacak desteklenmişse +1
Ayak ve bacak desteklenmemişse +2

Adım 12. Postür skoru

Adım 9-10-11 kullanarak B tablosundan belirlenir

Adım 13. Kas kullanma skoru

Postür çoğunlukla statikse ya da hareket dakikada 4 kez tekrarlanıyorsa +1

Adım 14. Kuvvey/yük skoru

Yük < 2 kg (Kaslı) palçama) +0
Yük 2 - 10 kg (Kaslı) palçama) +1
Yük 10 - 20 kg (Statik/tekrarlı palçama) +2
Yük > 20 kg (Tekerarlı hareket/palçak) +3

Adım 15. Boyun/gövde/bacak skoru

Adım 12-13-14'ü toplayın. Tablo C'ye işaretleyin.

Tablo A: Üst Kol, Ön Kol, Bilek

Üst Kol	Ön Kol	Bilek	Skor
1	1	1	1
1	2	1	2
1	3	1	3
1	4	1	4
2	1	1	2
2	2	1	3
2	3	1	4
2	4	1	5
3	1	1	3
3	2	1	4
3	3	1	5
3	4	1	6
4	1	1	4
4	2	1	5
4	3	1	6
4	4	1	7

Tablo B: Gövde, Bacak, Boyun

Gövde	Bacak	Boyun	Skor
1	1	1	1
1	2	1	2
1	3	1	3
1	4	1	4
2	1	1	2
2	2	1	3
2	3	1	4
2	4	1	5
3	1	1	3
3	2	1	4
3	3	1	5
3	4	1	6
4	1	1	4
4	2	1	5
4	3	1	6
4	4	1	7

Tablo C: RULA Skoru

RULA Skoru	Değerlendirme
1-2	Kabul edilebilir durum
3-4	İzleniye fazla ağrı, dikkatli çalışılmalı
5-6	İşin zamanında fazla istirahat, dikkatli çalışılmalı
7	Ani duruş ya da dikkatli çalışılmalı

RULA SKORU